FUNDACIÓN PRODUCE Sinaloa A.C.

ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y BIORRACIONALES

Cipriano García Gutiérrez
Jaime Alberto Félix Herrán

ISBN 978-607-8347-33-9

Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales

Cipriano García Gutiérrez
Jaime Alberto Félix Herrán

Primera edición: Fundación Produce Sinaloa, A.C., 2014

D. R. © 2014 Cipriano García Gutiérrez
Jaime Alberto Félix Herrán
D. R. © 2014 Fundación Produce Sinaloa, A.C.
Gral. Juan Carrasco, núm. 787 norte, Culiacán, Sinaloa, C. P. 80000
www.fps.org.mx
direcciongeneral@fps.org.mx
Tel. (667) 7120216 y 7120246

Colección: Tecnologías para el productor

ISBN 978-607-8347-33-9

Prohibida la reproducción parcial o total de la presente publicación por cualquier medio, sin la previa autorización por escrito de los propietarios de los derechos reservados.

Editado y hecho en México

Índice

Abonos orgánicos 9
Introducción 9
Importancia de los abonos orgánicos 10
Sistemas de producción orgánicos 12
Preparación de un abono orgánico 14
Abonos sólidos y líquidos 14
Efecto de los abonos orgánicos en el suelo y plantas 15
Composta 17
Té de compost 27
Lombricompost 31
Leonardita soluble 39
Fertilizante de humus líquido con caldo sulfocálcico 41
Bocashi de siete días 42
Abono a base de lirio acuático *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (1883) 46
Abono de ceniza 48
Abonos orgánicos como sustrato 49
Ejemplos de mezclas de sustratos orgánicos 50
Bacterias degradadoras de matéria orgánica 53
Bacterias degradadoras de cáscara de camarón y jaiba 54
Producción de aminoácidos 55
Melaza 57
Harina de roca 58
Guano 61
Foliar de guano 62
Supermagro 62
Biofermento 65
Bibliografía 67

Biorracionales e insecticidas orgánicos 81
Introducción 81
Importancia de su uso 82
Caldos minerales 83
Caldo sulfocálcico 84
Caldo sulfocálcico + sulfato de zinc 85
Caldo silico-sulfocálcico 86

Caldo ceniza (potasio y sales) 87
Caldo emulsión ceniza 88
Pasta mineral con cebo, ceniza y azufre 89
Caldo de estiércol de caballo 90
Caldo bordelés al 1 y 2 % 91
Pasta bordelés 96
Caldo bordelés-sulfocálcico 97
Caldo bordelés-permanganato de potasio 97
Permanganato de potasio como fungicida 97
Caldo visosa 98
Caldo bicarbonato de sodio-canela 99
Caldo mineral a base de Zn 101
Laurel *Rosa Nerium* oleander L. (1753) 103
Ajo *Allium sativum* L. (1753) 104
Té de ajo 105
Te de ajo, cebolla y vinagre 105
Anona *Annona squamosa* L. (1753), chirimoya *Annona cherimolla* Mill. (1768) y guanábana *Annona muricata* L. (1753) 106
Cebolla *Allium cepa* L. (1753) 107
Té de cebolla 107
Crisantemo *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Trevir.) Sch.Bip. (1844) 109
Eucalipto *Eucalyptus globulus* Labill. (1800) 109
Cempasúchil *Tagetes erecta* L. (1753) 111
Estafiate *Artemisia mexicana* Willd. ex Spreng. (1826) 112
Girasol *Helianthus annuus* L. (1753) 113
Toloache *Datura meteloides* DC. ex Dunal (1852) 114
Higuerilla *Ricinus comunis* L. (1753) 115
Zacate limón *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (1906) 116
Tabaco *Nicotiana tabacum* L. (1753) 117
Paraíso *Melia azedarach* L. (1753) 118
Nim *Azadirachta indica* A. Juss (1830) 122
Venadillo *Swietenia humilis* Jacq. (1760) 123
Hinojo *Foeniculum vulgare* Mill. (1768) y cilantro *Coriandrum sativum* L. (1753) 124
Epazote *Chenopodium ambrosioides* L. (1753) 125
Chile *Capsicum annuum* L. (1753) 126
Té de ajo-cebolla-chile 127
Jícama *Pachyrhizus erosus* L. (1753) Urb. (1905) 129

Jabón de barra y aceite vegetal....129
Menta *Mentha x piperita* L. (1753)....130
Albahaca *Ocium basilicum* L. (1753)....131
Cola de caballo *Equisetum arvense* L. (1753)....132
Ortiga *Urtica dioica* L. (1753)....133
Ruda *Ruta graveolens* L. (1753)....134
Sábila *Aloe* sp. 134
Salvia *Salvia officinalis* L. (1753) 135
Papaya *Carica papaya* L. (1753)....136
Cuasia *Quassia amara* L. (1762) 137
Apio *Apium graveolens* L. (1753)....138
Tomillo *Thymus vulgaris* L. (1753)....139
Gobernadora *Larrea tridentata* (DC.) Coville (1893)....140
Clavo *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry (1939) 141
Orégano *Origanum vulgare* L. (1753) 142
Canela *Cinnamomum zeylanicum* Blume (1826)....143
Bibliografía....146

Abonos orgánicos

Jaime Alberto Félix Herrán
Cipriano García Gutiérrez
Rey David Ruelas Ayala

Introducción

La agricultura orgánica está orientada a mantener los cultivos libres de enfermedades y plagas, para esto se aplican tecnologías que aprovechan los recursos locales, buscando la sustentabilidad de los cultivos. Existen diversas formas de tratar a los desechos orgánicos, en todos los casos al final del proceso se obtendrá humus, cuya calidad dependerá de los diferentes materiales que se utilicen y del proceso de obtención, por esto es recomendable hacer mezclas de abonos o enriquecer los abonos con fermentos o harinas, ya que es importante la presencia y cantidad de nutrimentos.

El propósito de utilizar biofertilizantes es tener plantas sanas que no se estresen, ya que al estresarse liberan aminoácidos que son las sustancias que atraen a las plagas, por lo que si tenemos plantas sanas el daño se reducirá. Este enfoque se basa en el uso de todos los recursos orgánicos de los que se dispongan para convertirlos en bocashi, lombricompost, abonos líquidos, fermentos y harina, lo que servirá para incorporar nutrimentos y microorganismos al suelo. Los microorganismos son muy importantes porque participan en la mineralización de la materia orgánica.

La calidad del abono está relacionada con los materiales que

la originan y con el proceso de elaboración, esta variación será tanto en contenido de nutrimentos como de microorganismos en la composta madura, y en base a estas variaciones se modificará su uso potencial. La microflora nativa de la composta puede o no tener efecto antagónico sobre patógenos del suelo, y además esta continuará la degradación de la materia orgánica volviendo disponibles los nutrimentos para la planta. Mientras mayor diversidad tenga la materia orgánica de la que se forma la pila o cama, mayor cantidad de nutrimentos tendrá la composta madura.

Importancia de los abonos orgánicos

La incorporación de materia orgánica al suelo, mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas (como la estructura y permeabilidad, la capacidad de retención de agua) forma agregados más estables, y da capacidad de intercambio catiónico, facilitando la absorción de nutrimentos por la raíz, estimulando el desarrollo de la planta; en suelos arenosos mejora la cohesión de las partículas, la microflora nativa de la composta ayuda a controlar patógenos del suelo.

Desde el punto de vista de la biorremediación esta flora microbiana también favorece la inactivacion de sustancias tóxicas como trinitrotolueno (TNT), fenilciclidina (PCP), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), gasolinas, aceites, entre otros. Al haber una mayor actividad microbiana se mejora la movilización de nutrimentos, y los organismos que van muriendo son rápidamente incorporados al suelo.

Físicamente, la materia orgánica mejora la estructura del suelo al favorecer la permeabilidad, por lo que las raíces pueden penetrar con mayor facilidad; las sustancias húmicas incrementan la micorrización de las raíces, además forman complejos fosfo-húmicos haciendo más disponible este nutrimento para la planta, también contribuyen a mejorar las cadenas tróficas[1] del suelo.

Otro beneficio del humus es su potencial para controlar

1 La cadena trófica describe el proceso de transferencia de sustancias nutritivas a través de las diferentes especies de una comunidad biológica, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente. También conocida como cadena alimenticia o cadena alimentaria, es la corriente de energía y nutrimentos que se establece entre las distintas especies de un ecosistema en relación con su nutrición.

poblaciones de patógenos del suelo. Algunas bacterias y hongos con actividad antagónica sobre patógenos del suelo son: *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Flavobacterium balustinum* Harrison (1929), *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp., entre otros géneros de bacterias; y *Trichoderma* spp., *Gliocladium virens* Miller, Giddens y Foster (1958), *Penicillium* spp., entre otros géneros de hongos.

La naturaleza de la materia orgánica utilizada y la densidad de inóculo del patógeno existente en el suelo, son factores que pueden influir sobre el nivel de control de la enfermedad alcanzable por la composta. Por otro lado, los agentes de biocontrol inhiben o matan a los patógenos en la composta madura y, por lo tanto, inducen la supresión de enfermedades. Los agentes de biocontrol en la composta pueden inducir la resistencia sistémica adquirida a los patógenos.

El suelo debe presentar de manera ideal la siguiente composición: materia orgánica, 5%; materia mineral, 45%; agua, 25%; y aire, 25%; para que se puedan llevar a cabo los ciclos que ocurren de manera normal.

Al tener un buen contenido de materia orgánica y de minerales, la planta nunca dejará de recibir su dosis diaria de nutrimentos, manteniendo un suelo fértil con pérdidas mínimas, lo que se traduce en plantas y frutos de mayor calidad.

Uno de los beneficios en las plantas fertilizadas orgánicamente es que son menos propensas al ataque por insectos-plaga, al tener un balance más adecuado de nutrimentos, esto fue descubierto por el científico francés Francis Chaboussou en 1985, quien demostró la dependencia entre la calidad nutricional de las plantas y la aparición de plagas. Este proceso genera la síntesis de proteínas, y al haber un desbalance nutricional los enlaces proteícos, se rompen, desdoblándose en aminoácidos, los cuales son la base alimenticia de la que se nutren los organismos heterótrofos[2] para sintetizar sus propias proteínas. Según la teoría de la trofobiosis, las defensas orgánicas de los vegetales contra el ataque de plagas están en un contenido equilibrado de sustancias nutritivas en la savia o citoplasma.

En el manejo orgánico del suelo (forestal y agrícola) puede presentar algunas desventajas, pero a largo plazo estas serán

2 Un organismo heterótrofo es aquel que obtiene su carbono y nitrógeno de la materia orgánica de otros.

superadas, por ejemplo:

a. Efecto lento, ya que el suelo se adapta a cierto manejo, y al retirarle al 100% los compuestos sintéticos no es provechoso, por lo que se recomienda un sistema combinado (convencional y orgánico) con el afán de hacer un cambio gradual y ayudar al suelo a restablecer el equilibrio natural.

b. Los resultados se esperan a largo plazo, el cambio debe ser gradual, ya que poco a poco el suelo restituirá los procesos de formación y degradación de la materia orgánica hasta llegar a un nivel donde solo requerirá una mínima cantidad de nutrimentos para mantener dicha actividad; sin embargo, durante este proceso mejora la fertilidad del suelo, teniendo un mayor porcentaje de germinación y mejor adaptación de plántulas al trasplantarlas. El período de transición para que un suelo tenga producción orgánica oscila entre los tres y cinco años; y dependiendo del manejo previo del suelo y de los factores del medio ambiente, puede extenderse hasta los ocho años.

c. Se debe estar consciente de que los costos en el manejo del suelo al inicio aumentan al hacerlo orgánicamente, pero de igual forma se tendrán plantas y frutos de mejor calidad, traduciéndose esto en más ingresos y menor costo del manejo del suelo en un futuro, sin contaminar el agua y medio ambiente; esto debido a que en el período de transición mejora la estructura del suelo, así como su permeabilidad, y al haber un mejor intercambio gaseoso, la flora microbiana nativa del suelo mejora su actividad, y la fertilidad del suelo.

Sistemas de producción orgánicos

Es necesario desarrollar sistemas de producción relacionados con la incorporación de materia orgánica ya sea humificada, abono verde, harina o fermento, con la finalidad de mejorar la biodiversidad microbiana del suelo, y por ende aumentar su fertilidad. En los sistemas de producción agroforestales se busca una especie arbórea o arbustiva y un cultivo principal, la especie forestal debe cumplir ciertas características, por ejemplo que permita el paso de la luz del sol al cultivo para que pueda desarrollar sus funciones metabólicas, otra es que incorpore nutrimentos, como el caso del nitrógeno en las leguminosas arbustivas que forman simbiosis con *Rhizobium* spp. fijando nitrógeno al suelo, y además las leguminosas al tener un alto contenido de proteínas en sus hojas, son fácilmente

mineralizadas por la microflora del suelo (principalmente bacterias y hongos) propiciando bajo la copa del árbol condiciones muy favorables para el desarrollo de otras plantas herbáceas, conocidas como islas de fertilidad.

El establecer estas islas de fertilidad sirve como un mecanismo viable para recuperar zonas erosionadas o con poca vegetación herbácea, que los convierte en ecosistemas estables al acelerar los procesos de sucesión natural acoplada a la introducción de organismos nativos. Dentro de las plantas más estudiadas para este propósito están las leguminosas leñosas como el lantrisco *Rhus virens* Lindh. ex A.Gray (1850) y el mezquite mielero *Prosopis glandulosa* Torr. (1827), y varias especies de los géneros *Acacia* spp. y *Mimosa* spp. las cuales son útiles para la recuperación de ecosistemas áridos y semiáridos, ya que pueden influenciar de manera positiva y significativa el suelo en el cual crecen. Este efecto se debe a su capacidad para captar partículas transportadas por el viento bajo su dosel, aporte de materia orgánica, que influye en las propiedades físicas y químicas del suelo permitiendo la mejor asimilación de agua.

La estrategia para convertir un suelo común a suelo con producción orgánica recomienda trabajar con dosis decrecientes de químicos y crecientes de humus, como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Proporción de fertilizantes químicos y de humus en suelo.

Fertilizante	Porcentaje de dosis (%)				
Humus	60	70	80	90	100
Agroquímicos	40	30	20	10	0

Es recomendable no retirar desde el inicio a los fertilizantes químicos, debido a que a través de los años el suelo de uso agrícola ha dependido de la incorporación de esas sustancias, por lo que el estrés generado en el suelo podría ser mayor, lo que se traduciría en una baja producción, en cambio con dosis decrecientes de químicos el suelo remueve tóxicos de manera gradual, mejorando su actividad, y en cinco años el suelo tendrá un buen contenido de materia orgánica.

Por ejemplo, al incorporar 500 kg de nitrógeno al suelo, al

principio podrían ser 300 kg de humus y 200 kg de químico, y al año siguiente se incorporan los mismos 500 kg de nitrógeno pero esta vez serán 350 kg de humus y 150 kg de químicos; al año siguiente serán 400 kg de humus y 100 kg de químicos; después serán 450 kg de humus y 50 kg de químicos; y al quinto año se incorporan solamente los 500 kg de humus, se observara que cada año mejora la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, al igual que la permeabilidad, todos estos beneficios se traducirán en una mayor fertilidad del suelo; en los años sucesivos ya solo se necesitara incorporar 500 kg de humus para mantener los ciclos de degradación y síntesis que ocurren en el suelo.

Preparación de un abono orgánico

La calidad final del abono orgánico dependerá de factores como el origen, la forma de recolección de los materiales, el almacenamiento y la humedad del estiércol, el cual debe ser lo más fresco posible ya que la actividad microbiológica es mayor. Es importante que los animales que se utilicen como fuente de estiércol estén sanos, y deben conservarse por largo plazo en la finca orgánica.

El tiempo de aplicación es muy importante para que el efecto sea el mejor posible, los abonos deben ser aplicados muy temprano por la mañana o después de la caída del sol, en las horas de la tarde.

Se pueden usar rocas que contengan cualquiera de los micronutrimentos o minerales que se necesitan para preparar los abonos, se muelen o trituran las rocas hasta obtener una harina en la forma de talco, para mezclarlas con los abonos o para elaborar un biofertilizante.

Abonos sólidos y líquidos

Un abono orgánico es todo material de origen natural que tenga propiedades fertilizantes o de mejoramiento de suelo, que no es obtenido por síntesis química. La agricultura orgánica promueve su uso por los múltiples beneficios a nivel físico, químico, microbiológico y orgánico, dando beneficios al suelo y a la planta, también tiene ciertas desventajas, una de ellas es que no muestran resultados inmediatos o a corto plazo; sin embargo, a mediano y largo plazo se establece un equilibrio en los nutrimentos del suelo, aumentando su fertilidad sin necesidad de incorporar insumos externos.

La composta, la lombricomposta, el bocashi y el abono a base de lirio acuático son los cuatro abonos orgánicos más usados, todos

permiten el aprovechamiento de los desperdicios de los cultivos y animales para convertirlos en materia orgánica o humus.

Otra forma de incorporar matéria orgánica al suelo son los abonos líquidos, los cuáles al igual que en los abonos sólidos tienen la finalidad de incorporar nutrimentos al suelo y además mejorar la actividad microbiana del mismo. El húmus de lombriz, la leonardita soluble, el guano, el té de compost, fertilizante de humus líquido con caldo sulfocálcico, y el caldo de estiércol de caballo, son los más usados, por su fácil preparación y manejo.

Efecto de los abonos orgánicos en el suelo y plantas

El humus posee numerosas características físico-químicas que provocan efectos positivos tanto en el suelo como en la planta: mejoran la estructura del suelo, la retención de humedad, facilitan la absorción de nutrimentos por parte de la planta, y estimulan el desarrollo de las plantas.

Los ácidos húmicos y fúlvicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas en los suelos, que conducen finalmente a un incremento en la productividad y fertilidad. Sus beneficios son: favorecen la formación de agregados estables, actuando con arcillas y humus, mejorando la estructura del suelo, aumenta la cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos, dan un color oscuro al suelo, lo que provoca un aumento de su temperatura, el humus aumenta la capacidad de retención de humedad en el suelo, además mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial.

Respecto al mejoramiento de las propiedades químicas del humus, se sabe que las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos; al unirse con las arcillas para formar el complejo arcilla-húmicos, forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable por la planta, con lo que se supera el problema de la disponibilidad de fósforo en suelos ácidos que poseen la capacidad de fijación de este elemento; forma complejos humus-lignina, un complejo difícilmente asimilable por los microorganismos del suelo, pero que favorece la maduración del humus, elevando la capacidad tampón de los suelos y su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales; esto favorece la disponibilidad de algunos micronutrimentos para la planta, el humus es una fuente de gas carbonilo que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales, con lo que facilita su absorción por

parte de la planta, aporta además elementos minerales en bajas cantidades y es una importante fuente de carbono.

Sobre la microbiología del suelo, se han reportado los siguientes beneficios: el humus es una importante fuente de carbohidratos para los microorganismos, favoreciendo el desarrollo normal de cadenas tróficas en el suelo.

Los efectos de las sustancias húmicas sobre la planta son muy diversos: los ácidos húmicos estimulan el desarrollo de raíces y tallos; existen reportes de que la aplicación de ácidos húmicos incrementa el crecimiento de la plántula y el contenido de nutrimentos en trigo *Triticum aestivum* L. (1753), tabaco *Nicotiana tabacum* L. (1753), maíz *Zea mays* L. (1753) y en tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. (1768); por el contrario; si se aplican altos niveles de ácidos húmicos retarda el crecimiento de estas plantas o decrece el contenido de nutrimentos en las mismas, el tratamiento de semillas y sustratos con ácidos húmicos promueve el desarrollo de la radícula, mejora la absorción de micronutrimentos como Fe-Cu y Zn, en maíz y en trigo, estimula y aumenta la absorción de y fósforo, esto podría ayudar a eliminar problemas de clorosis, no se observan efectos de las sustancias húmicas sobre la absorción de micronutrimentos cuando la aplicación del humus se hace vía foliar.

Otros usos que tienen las sustancias húmicas en la agricultura son como aditivos en fertilizantes químicos. Diferentes sales de las sustancias húmicas como los humatos de Ca, se utilizan para incrementar la fertilidad del suelo.

El humus y materiales que contienen humus se han utilizado a gran escala en la construcción, como aditivos para controlar la velocidad de secado del concreto.

En la industria de la cerámica, las sustancias húmicas se han usado principalmente como aditivos para aumentar la dureza mecánica de la cerámica no procesada, y así mejorar su calidad. Los ácidos húmicos se han empleado también en la producción de plásticos, especialmente como colorantes de nylon 6 o plástico PVC y espumas de poliuretano.

La principal función de las sustancias húmicas en el ambiente es remover metales tóxicos, químicos orgánicos y otros contaminantes del agua. Se ha encontrado que los materiales de intercambio iónico basados en humato de Ca (calcio) se pueden utilizar para remover metales pesados, como por ejemplo Fe (hierro), Ni (níquel), Hg (azufre), Cd (cadmio) y Cu (cobre) de agua al reducirlos a sus formas

menos reactivas y también pueden usarse para remover elementos radioactivos en agua desechada por las plantas de energía nuclear.

En el ambiente, los coloides orgánicos naturales (ácidos húmicos y fúlvicos) son importantes porque forman complejos solubles en el agua con muchos metales, incluyendo radionucleidos, también conocidos como isótopos radiactivos.

Sobre las aplicaciones biomédicas de las sustancias húmicas, se ha encontrado que la aplicación profiláctica de los ácidos húmicos en ratas disminuye significativamente la extensión del daño gástrico inducido por el etanol.

Las plantas del género *Brassica* producen diferentes tipos de biofumigantes, que se conocen como isotiocianatos (ITC). Los ITC son compuestos biocidas glucosinolatos, similar al metam sodio, y son producidos en el tejido de la planta. La biofumigación con ITC ha mostrado un gran potencial en el control de *Sclerotinia*. Pung y cols. (2004) demostraron que la colza *Brassica napus* L. subsp. *oleifera* (Delile) Sinskaya (1928) forrajera, produce altos niveles de ITC en sus raíces, este compuesto es efectivo en el control de *Sclerotinia* y produce altos niveles de ITC en el follaje. Conforme los niveles de ITC disminuyen, después de la incorporación del abono en el suelo, sus efectos como supresor de enfermedades bajan gradualmente, ya que este metabolito solo se produce en una etapa del desarrollo de la planta.

Asirifi y cols. (2004) lograron reducir la incidencia y el coeficiente de supervivencia de *Sclerotinia sclerotiorum (*Lib.) de Bary (1884) mediante la aplicación de abonos orgánicos en lechuga.

Composta

La composta o compost es un material parcialmente degradado por la descomposición microbiana de la microflora del suelo denominado proceso de compostaje, el cual consiste de tres fases: la mesofílica, la termofílica y la de maduración (Figura 1).

Para que el compostaje se lleve a cabo de manera eficiente deben considerarse cinco parámetros:

1. La aireación, debido a que los microorganismos requieren oxígeno para degradar la materia orgánica (demanda bioquímica de oxígeno).

2. La temperatura, ya que a ciertas temperaturas (>65 °C) la degradación se vuelve más lenta, además de que ciertos grupos

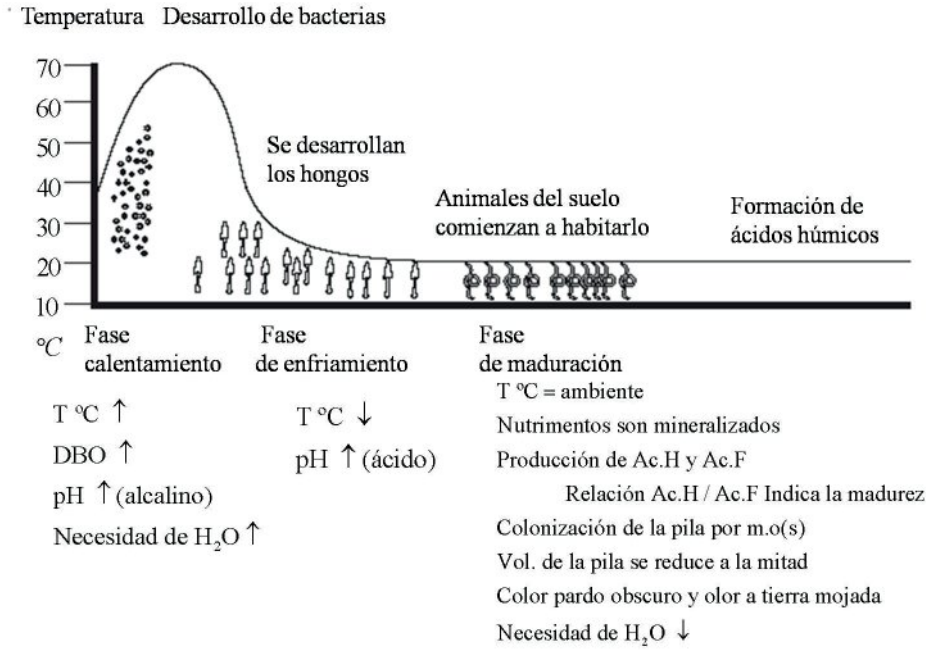

Figura 1. Proceso de compostaje para la conversión de la materia orgánica en humus.

microbianos son termolábiles[3].

3. La humedad es esencial para el proceso de compostaje, debido a que las bacterias requieren condiciones de humedad para degradar la materia orgánica; la necesidad de agua y oxígeno es alta al principio del proceso, porque la actividad biológica propicia alta temperatura como resultado de la liberación de energía durante la conversión del material de fácil descomposición por las bacterias, lo que resulta en el aumento de la temperatura y una alta evaporación del agua presente en la pila.

4. La relación C/N nos indicará la facilidad con la que se degradará dicha materia orgánica, si es baja (15-20) se mineralizará rápido, si es media (25-40) la velocidad de degradación será moderada, y si es alta (>45) la descomposición será lenta.

5. El pH indicará el grupo microbiano que tendrá un óptimo desarrollo, y la disponibilidad de los nutrimentos, en el proceso de compostaje al aumentar la temperatura de la pila el pH tiende a alcalinizarse, lo que permite la proliferación de las bacterias, en la

3 Termolábil: que se altera fácilmente por la acción del calor.

medida que el material de fácil descomposición ha sido convertido, la temperatura de la pila se reduce, y el pH se tiende a acidificar, lo que permite el desarrollo de los hongos, a esta fase se le llama de enfriamiento; en la última fase (llamada de maduración) la temperatura se iguala a la del ambiente, los nutrimentos son mineralizados, las sustancias húmicas aumentan en contenido, en esta etapa los actinomicetos son los encargados de degradar los compuestos más complejos (lignina, taninos, entre otros) y dan a la composta el olor a tierra mojada característico de los suelos orgánicos.

Para el compostaje se pueden utilizar fosas en el suelo, recipientes abiertos, silos, biopilas alargadas y biopilas estáticas. La relación de rastrojo y estiércol recomendada es de 3:1, respectivamente; la altura de la cama o biopila no debe ser mayor de 1.2 m para asegurar que no se compacte la mezcla y que se lleve a cabo de manera adecuada la degradación y humificación de la materia orgánica (Figura 2a).

El tiempo estimado de duración del proceso de compostaje es de dos a tres meses, el tiempo dependerá del clima; en época de calor el proceso es más rápido, mientras que en época de frío el proceso es lento y puede durar tres meses.

El estiércol de bovino (Figura 2b) y ovino son los más empleados para la elaboración de abonos, seguido del estiércol de cerdo. El estiércol de gallina o gallinaza no es recomendable en grandes volúmenes por su alto contenido de sales minerales que favorecen una alta conductividad eléctrica.

En rehabilitación de suelos salinos, como pretratamiento se puede usar la cerdaza como una cubierta del suelo, incorporando 2-3 ton de cerdaza /ha.

Cualquier materia vegetal que esté a la mano puede ser sometida a compostaje, desde hojas, frutos, corteza de árbol, material de poda, aserrín, paja, soca, entre otros. A esta materia vegetal se le pueden incorporar otros materiales como la cáscara de huevo, harina de pescado, de cáscara de camarón, jaiba, ostión, sangre, hueso, bioles o fermentos que ayuden a mejorar la calidad del humus, enriqueciendo su composición en cuanto a nutrimentos y biodiversidad microbiana. El contenido de nutrimentos de un compost varía en función del material original (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición general del compost (Ruíz, 1996).

Determinación	Contenido
Nitrógeno total	0.656%
Fósforo	77.14 kg/ha
Potasio	177.0 kg/ha
Materia orgánica	11.79%
Carbono	6.84%
Proteína	10.4%
Fierro	5.0 kg/ha
Magnesio	112.5 kg/ha
Cobre	1.65 ppm (partes por millón)
Zinc	0.13%

Población microbiana

La microflora que interviene en el proceso de compostaje está constituida por una mezcla natural de microorganismos procedentes de la atmósfera, agua, estiércol y suelo. La integran una gran variedad de hongos, actinomicetos, bacterias y en menor proporción, levaduras y protozoos, esta población cambia continuamente durante el proceso, por el carácter dinámico del mismo.

Bacterias

En la mayoría de los casos, la población de bacterias es 100 veces mayor a la de hongos. Golueke (1977) estima que del 80 al 90% de la actividad microbiana en el proceso de compostaje se debe a las bacterias. La población de bacterias depende de la cantidad, tipo de alimento y condiciones locales. Burford (1994) reporta que al iniciar el proceso de compostaje están presentes una gran cantidad de especies de bacterias, que incluyen a los géneros *Streptococcus* sp., *Vibrio* sp. y *Bacillus* sp. con al menos 2000 cepas. Corominas y cols. (1987), en sus estudios sobre microorganismos en la compostaje de residuos agrícolas, identificaron especies de los géneros *Bacillus*,

Pseudomonas, *Arthrobacter*, y *Alcaligenes*, en la etapa mesofílica[4]. En la etapa termofílica[5], Strom (1985) identifico 87% de las bacterias del género *Bacillus* sp., tales como *Bacillus subtilis* (Ehrenberg 1835) Cohn (1872), *Geobacillus stearothermophilus* (Donk 1920) Nazina y cols. (2001), y *Bacillus licheniformis* (Weigmann 1898) Chester (1901). Sin embargo, se ha encontrado que la variedad bacteriana disminuye al aumentar la temperatura. Paul y Clark (1989) reportaron la variación en el número de bacterias mesófilas aerobias en un estudio con tres compost. Durante la etapa de compostaje donde aumenta la temperatura la población de bacterias mesofílicas es baja mientras que las bacterias termofílicas es alta. Cuando la temperatura disminuye por debajo de 40 °C la población de bacterias mesofílicas aumenta, las cuales estuvieron inactivas durante la etapa termofílica.

Muchos sistemas son aeróbicos, lo que significa que los microorganismos requieren oxígeno (O_2), y otros son anaeróbicos. La energía producida en un sistema aeróbico se manifiesta en forma de calor a baja escala. El calor es producido por la oxidación microbiana del carbono, esto ocurre de manera espontánea en la masa de desechos orgánicos.

Actinomicetos

Este grupo de microorganismos pertenece al orden Actinomicetales. Estos son similares a los hongos que forman micelio (colonias) aunque están más relacionados con las bacterias. Normalmente no están presentes en números apreciables hasta que el proceso de compostaje se establece. El crecimiento de los actinomicetos se puede observar bajo condiciones favorables, entre cinco y siete días de inicio del compostaje. Cuando están presentes es fácil detectarlos por su apariencia grisácea en toda la pila de compostaje. También se sugiere que los actinomicetos son los responsables del olor a tierra mojada de la composta. En la pila de compostaje se puede encontrar actinomicetos de los géneros *Micromonospora,*

4 Mesofílico: se diferencian de bacterias psicotrópicas pudiendo crecer en las temperaturas muy bajas. Bajo condiciones normales son destruidas por la pasterización, pero pueden ser encontradas en leche pasterizada como resultado de la recontaminación.

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

Streptomyces y *Actinomyces*. Estas especies pueden formar esporas y son capaces de soportar condiciones adversas, como la humedad inadecuada. Debido a que los actinomicetos pueden utilizar una gran variedad de compuestos como sustratos, juegan un papel muy importante en la degradación de compuestos complejos como fenoles, lignina, taninos, y otros.

Hongos

Los hongos aparecen en el proceso de compostaje casi al mismo tiempo que los actinomicetos. Se han identificado más tipos de hongos que de bacterias o actinomicetos en el proceso de compostaje. Kane y Mullins (1973) identificaron 304 aislados unifungales en un lote de compost. Existen dos formas de crecimiento de los hongos-mohos y levaduras. Los hongos celulolíticos más observados en la pila de compostaje son de los géneros *Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Trichoderma* y *Chaetomonium*. Aunque muchos hongos son muy pequeños, muchos son visibles en forma de cuerpos fructíferos (champiñones) en toda la pila de compostaje. Mientras la celulosa y hemicelulosa se degradan más lento que los azúcares o almidones, la lignina es el compuesto orgánico más resistente y como tal es el último en degradarse en la cadena trófica. Sin embargo, los Basidiomicetes, u hongos blancos, juegan un papel muy importante en la degradación de la lignina.

Hay reportes de que la actividad fúngica cesa a alrededor de 60 °C. Aunque a temperaturas por debajo de los 60 °C, los hongos termofílicos pueden recolonizar la pila de composta, y a temperaturas por debajo de los 45 °C los hongos mesofílicos reaparecen; uno de los pocos hongos termofílicos que sobreviven a temperaturas por arriba de 60 °C es *Aspergillus fumigatus* Fresen. (1863), un moho de especial significancia como degradador de celulosa y hemicelulosa.

Uno de los requerimientos del uso comercial del compost es maximizar la destrucción de patógenos presentes en la materia orgánica fresca que se someterá a compostaje; en teoría, si la materia orgánica fresca no contiene estiércol o biosólidos deberá contener pocas Enterobacterias. También se pueden encontrar patógenos no entéricos en restos de carne como el nematodo *Trichinella spiralis* Owen (1835) y virus humanos como el poliovirus. Conforme aumenta la temperatura en el proceso de compostaje, los patógenos son destruidos al alcanzar su punto de muerte térmica. La temperatura y el tiempo para alcanzar el punto de

muerte térmica están relacionados (Cuadro 3), el efecto de la alta temperatura por períodos cortos de tiempo es similar al efecto de bajas temperaturas por períodos largos.

La mayoría de los microorganismos patógenos presentes en los residuos sólidos orgánicos, y en los urbanos, tienden a desaparecer durante el proceso de compostaje debido a las elevadas temperaturas que se alcanzan. Por tal motivo es imprescindible que se logre la fase termófila, pues en ella es donde se produce la muerte de microorganismos que pueden ser perjudiciales para la salud humana.

Cuadro 3. Temperaturas letales para patógenos y parásitos en la elaboración de compost.

Patógeno	50 °C	55 °C	60 °C
Salmonella typhi (Schroeter 1886) Warren y Scott 1930	---------	30 min	20 min
Shigella spp.	---------	60 min	---------
Escherichia coli (Migula 1895) Castellani y Chalmers 1919		60 min	15-20 min
Vibrio cholerae Pacini (1854)			20 min
Huevos de *Ascaris lumbricoides* L. (1758)	---------	50 min	---------
Mycobacterium tuberculosis Koch (1882)	---------	---------	25 min
Brucella abortus (Schmidt 1901) Meyer y Shaw (1920)	--------	60 min	3 min
Brucella suis Huddleson (1929)	---------	60 min	3 min
Necator americanus Stiles (1902)	50 min	---------	---------

Forma de preparación de la composta

1.Buscar la zona donde se colocará la cama de compostaje, de preferencia que sea piso firme y con cemento, para evitar encharcamiento, de no contar con piso firme se pueden colocar bolsas de hule o lona plastificada sobre la cual se colocará la cama de compostaje.

2.Colocar 300 kg de paja y 100 kg de estiércol, y mientras se mezcla con traspaleos regar bien la cama (Figura 2a).

3.Prueba del puño: tomar con la mano un puño del material que se someterá a compostaje, si al cerrar la mano se forma un churro sin gotear agua, la humedad está bien; en el caso contrario, se puede agregar otro costal de estiércol u otra paca de maíz (Figura 2 b y c).

4.En las primeras dos semanas los volteos de las camas se deben de realizar cada tres días, y de la tercera a la cuarta semana el volteo se realiza solamente una vez, donde ya la temperatura de la cama empieza a bajar, igualándose a la del ambiente.

La humedad y el aire son muy importantes en la compostaje, ya que los microorganismos necesitan agua y aire para realizar sus funciones metabólicas.

A la cama de compostaje se le pueden adicionar otros materiales para enriquecer el humus, además de acelerar la degradación de los materiales. Se adicionan en la siguiente proporción: 20 kg de harina de cáscara o cabeza de camarón (Figura 2d).

Si no cuenta con cáscara o cabeza de camarón puede usar 20 kg de harina de pescado o pescado fresco, o bien 20 kg de harina de hueso o 20 kg de harina de sangre o sangre fresca, o 20 kg de jaiba.

El exoesqueleto de camarón, el pescado, el hueso, la sangre y el exoesqueleto de jaiba son ricos en proteínas, en el camarón y pescado en forma de quitina (N-acetilglucosamina), el hueso contiene 6.5% de proteínas, 3% de grasa, y 80% de ceniza (principalmente Ca y P), la sangre contiene 78% de agua y 18.5% de proteínas (hemoglobina, albúmina y globulina), por lo que agregar estos materiales a la pila de compostaje, se incrementa la relación C/N lo que favorecerá el proceso de descomposición.

Estos materiales al descomponerse de manera natural atraen insectos y animales, pero al someterlos al proceso de compostaje en semana y media de iniciado el proceso son degradados por la microflora nativa del compost.

El abono para que sea de buena calidad debe prepararse sin suelo, pero si se quiere rehabilitar un suelo contaminado con metales pesados, hidrocarburos o si se tiene un suelo salino, se puede incorporar 100 kg de suelo contaminado a la cama de compostaje, con el fin de que proliferen los microorganismos específicos para tratar ese suelo.

Figura 2. a) Condiciones para el compostaje. b) Cama de compostaje usando estiércol de bovino. c) Prueba de humedad del sustrato. d) Incorporación de desecho de camarón en el compostaje.

Dosis

Al inicio se recomienda incorporar 3 ton/ha, dos meses antes de sembrar; al incorporarse materia orgánica al suelo, además de nutrimentos se introducen microorganismos que se encargan de descomponer la materia orgánica y dejar listos los nutrimentos para que la planta los absorba por la raíz; sin embargo, la degradación lleva su tiempo, por lo que al año siguiente no se necesitará incorporar 3 ton/ha, sino 2.5 ton, y al tercer año se incorporan solo 2 ton, y así sucesivamente hasta que solo se necesite incorporar 1 ton/ha al año para mantener los ciclos de degradación y síntesis del suelo, es decir tiene un efecto residual en el suelo: los problemas que se pueden presentar en el proceso aparecen en el Cuadro 4.

Té de compost

Es una solución biológica de microflora aerobia obtenido a partir de la fermentación aerobia de la composta o lombricomposta; utilizada como abono líquido tiene efectos benéficos en el suelo y la planta, ayuda a controlar algunos patógenos foliares como *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* Doidge (1920) Dye (1978), *Verticillium fungicola* (Preuss) Hassebr. (1936), *Verticillium dahliae* Kleb. (1913), *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. (1923), *Phytophthora parasitica* Dastur (1913), *Rhizoctonia solani* Kühn (1858), y cuatro razas de *Fusarium oxysporum* Schltdl. (1824); estimula y favorece el desarrollo de microflora en el té, que a su vez favorece la disponibilidad de nutrimentos, para enriquecer el té. Se le puede agregar melaza, harina de pescado, extractos de algas marinas, harina de roca, ácidos húmicos, por mencionar algunos.

El té de compost debe aplicarse inmediatamente después de ser preparado, debido a que al no seguir oxigenándose, gradualmente va perdiendo su calidad biológica, se puede guardar por un plazo no mayor a cinco horas.

Forma de preparación

Mezclar 20 kg de composta madura en 200 L de agua. Agitar por períodos de cinco horas y dejar reposar ocho h, la oxigenación de la solución favorece la actividad microbiana, además en los períodos de agitación los nutrimentos se disuelven en el agua, repetir este proceso tres días, filtrar el agua a través de una malla, y con este filtrado regar el cultivo. Dosis: 200 L/ha. Costo de producción (Cuadro5).

Cuadro 4. Problemas que pueden generarse en el proceso de compostaje y cómo solucionarlos .

Problema	Posible causa	Solución
Olor a podrido	• Exceso de humedad (condiciones de anaerobiosis). • Compactación (condiciones de anaerobiosis).	• Voltear la pila, o añadir más materia seca, material poroso, como el aserrín, trozos de madera, o rastrojo. • Voltear la pila, o se puede hacer la pila con menor altura.
Olor a amoniaco	• Exceso de humedad • Exceso de nitrógeno (falta de carbono).	• Voltear la pila. • Añadir material con alta concentración de carbono, como el aserrín, trozos de madera y rastrojo.
Baja temperatura en la pila	• Pila con poca altura • Humedad insuficiente. • Poca aireación. • Falta de nitrógeno. • Clima frío.	• Hacer la pila más alta o aislar los lados. • Añadir agua a la pila mientras se voltea. • Voltear la pila. • Mezclar fuentes de nitrógeno como pasto o estiércol. • Aumentar el tamaño de la pila, o aislar la pila con una capa extra de aserrín.
Alta temperatura de la pila (arriba de 60 °C)	• Pila muy grande. • Ventilación insuficiente.	• Reducir el tamaño de la pila. • Voltear la pila.
Plagas (ratas, mapaches, insectos)	• Presencia de carne o grasa animal.	• Remover la carne o la grasa animal, o cubrir la pila con una capa de aserrín o suelo, o construir un contenedor a prueba de animales, o voltear la pila para aumentar la temperatura.

Usos y aplicaciones

Se han evaluado sus propiedades físicas y la fertilidad del suelo al utilizar compost producidos a partir de diferentes materiales originales. Sauri-Riancho y cols. (2002) aplicaron diferentes métodos de compostaje para tratar restos vegetales de mercado, evaluando su rendimiento en producción de compost en rellenos controlados.

Zubillaga y Lavado (2001) probaron diferentes sustratos a base de concentraciones de composta como sustrato en invernadero, obteniendo un mejor desarrollo en las plantas fertilizadas con compost.

Madrid y cols. (2001) utilizaron el proceso de compostaje para tratar residuos sólidos urbanos de una planta de tratamiento e hicieron ensayos para observar su uso potencial como abono.

Illmer y cols. (2007) realizaron ensayos con un producto para acelerar el proceso de compostaje de poda de pasto de jardín y monitorearon parámetros físicos y químicos del producto final para posteriormente evaluarlas en invernadero y ver su efecto en plantas.

Risse y Faucette (2001) usaron un compost maduro de una mezcla de materiales orgánicos (estiércol, poda de pasto de jardín, residuos vegetales y biosólidos) para controlar la erosión en suelo.

Sanabria-León y cols (2005) probaron el compostaje para tratar residuos de pescadería mezclándolos con aserrín y durante el proceso monitorearon la presencia de *Salmonella* spp., para probar su potencial como abono en plantas.

Íñiguez y cols. (2005) utilizaron material de descarne de una curtiduría de pieles y bagazo de agave de una fábrica de tequila, las pilas se regaron con agua residual de la curtiduría, al producto final se le hicieron análisis físicos y químicos, y un ensayo en invernadero para producir rábano, trébol y pepino.

El compostaje se ha usado con éxito para remediar suelos contaminados con fenilciclidina (PCP), gasolinas, hidrocarburos totales de petróleo (HTP), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP).

Se ha demostrado también la reducción, hasta niveles aceptables, en la concentración y toxicidad de explosivos (TNT). El uso de estrategias de compostaje se ha adoptado seriamente hasta los últimos tres a cinco años.

El impacto ambiental negativo que tiene el compostaje en el aire es debido a que el NH_3, CH_4 y N_2O son los principales gases liberados durante el proceso. Los efectos del compostaje en la contaminación del agua son bajas, pero no menos importantes.

Arancon y cols. (2007) evaluaron el efecto del té de lombricomposta en el crecimiento y producción de plantas de tomate, chiles, fresas, uvas, caléndula y petunia, encontrando un mejor desarrollo de la planta, mayor producción y floración.

Riegel (2008) evaluó el efecto del té de humus en las propiedades físicas y químicas del suelo y en planta de vid, observando mejores características en los suelos fertilizados con té de humus, en términos de contenido de nutrimentos, materia orgánica, mientras que en vid se observó un mejor desarrollo de la planta así como una mayor producción de fruto.

Craft y Nelson (1996) encontraron que la composta preparada de diferentes materiales base, pueden suprimir a *Pythium graminícola* Subraman (1928) en pasto rastrero. Los mejores supresores fueron la compost de lodo de cervecerías, biosólidos, y el estiércol. A excepción del estiércol de pavo y otra compost de estiércol de aves; las propiedades microbiológicas de la composta constituyen el principal factor que influye en la supresión del *Pythium* en pasto. En laboratorio se observó un aumento en el efecto supresor de *Pythium* a nivel laboratorio conforme avanza la madurez de la compost, además de que hubo un incremento en la actividad microbiana, a medida que aumentó el nivel de descomposición. La supresión de *Pythium* mediante el uso de abonos orgánicos fue confirmado por Boehm y Hoitink (1992); Boehm y cols. (1993); Chen y cols. (1988).

Se ha demostrado la supresión de hongos fitopatógenos del suelo *Pythium* spp. y *Rhizoctonia solani* Kühn (1858) en compost de desechos orgánicos. Además se ha demostrado utilizando compost preparado con desechos orgánicos, como la corteza de madera madura, estiércol de res, y lodos activados.

Cuadro 5. Costo de producción de 1 ton de compost.

Concepto	Cantidad	Costo en pesos
Rastrojo	750 kg (38 pacas)	760
Estiércol	250 kg (12.5 costales)	195
Agua	2 meses (114 pesos mensuales)	228
Mano de obra	2 meses (61.38 pesos diarios)	2946.24
Total		**4129.24**

Lombricompost

Por el agotamiento de los recursos naturales es necesario adoptar tecnologías que involucren el reciclaje de desechos. Con su utilización se reducirían los impactos nocivos de dichos desechos al medio ambiente, y también disminuiría la dependencia de insumos externos para fertilizar el campo. Dentro de las tecnologías para manejar desechos, la lombricultura es la que ofrece las mayores ventajas por las siguientes razones: es económica, utiliza espacios reducidos, es un proceso rápido y continuo, elimina el mal olor y las moscas, no produce ningún desecho ya que el material suministrado a las lombrices se transforma en productos utilizables, permite obtener un abono orgánico de magnifica calidad, el humus y al mismo tiempo, grandes cantidades de proteínas para la alimentación animal.

Debido a que la lombricultura y sus múltiples usos va en aumento, el presente trabajo da información sobre los aspectos básicos de esta tecnología, los cuales resultan indispensables para desarrollar con éxito el cultivo de lombrices (Figura 3a).

Para el lombricompostaje, la materia orgánica debe estar precomposteada o parcialmente degradada, este proceso de predegradación es variable según el origen de la materia orgánica. La idea de este tratamiento previo es generar las condiciones propicias para que la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* Savigny (1826) tenga un desarrollo e ingesta alimenticia óptima. En el Cuadro 6 se muestran las características que debe tener la materia orgánica antes de inocularla con las lombrices.

De las 2200 especies de lombrices clasificadas hasta el momento se emplean en la lombricultura: *Eisenia foetida foetida* Savigny (1826) (Roja californiana), *Eisenia foetida andrei* Savigny (1826) (Roja californiana), *Eudrilus eugeniae* Kimberg (1867) (*Roja africana*),

Perionyx excavatus Perrier (1872) (Roja de Taiwán); *Lumbricus rubellus* Hoffmeister (1843) (Roja o nocturna), *Amynthas gracilis* Kimberg (1867), *Allolobophora caliginosa* Gerard (1964) (lombriz roja común de campo).

Las más empleadas en la lombricultura son: *E. eugeniae, E. foetida, E. andrei,* y *P. excavatus*.

Cuadro 6. Características físicas, químicas y orgánicas del material precomposteado.

Propiedad	Cantidad
Materia orgánica con relación C/N	25-30
Humedad	~ 85%
pH	6-8.5
Conductividad eléctrica	~ 4 dS/m
Temperatura	23 °C (límite de tolerancia 15-35)

Estas condiciones se logran con el precompostaje (Figura 3b), después de este período se inoculan las lombrices en la cama humedecida, el proceso total de descomposición y humificación dura en promedio tres meses.

Es importante la mezcla de los materiales y la relación C/N de los mismos (Figura 3c), para que se obtenga un humus de buena calidad, la aireación es importante ya que los microorganismos requieren oxígeno para degradar la materia orgánica (demanda bioquímica de oxígeno) y la relación C/N indicará la facilidad con la que se degradará dicha materia orgánica; si es baja (15-20) se mineralizará rápido, si es media (25-40) la velocidad de degradación será moderada, y si es alta (>45) la descomposición será lenta; por lo que la mezcla de los materiales favorece o dificulta la aireación, el exceso de estiércol baja la relación C/N y reduce el espacio poroso, y el exceso de paja sube la relación C/N, la mezcla adecuada debe de tener una relación C/N de 25-40 (Figura 3c).

Para calcular la relación C/N que tiene el sustrato (Cuadro 7), se multiplica la relación C/N de cada sustrato vegetal y animal (Cuadro 8) por la cantidad de cada material.

Cuadro 7. Cálculo de la relación C/N de una mezcla de 15 kg de papel y 85 kg de estiércol de porcino.

Concepto	C/N	% en peso	C/N
Papel	150	0.15	22.5
Estiércol porcino	16	0.85	12.75
Total			**35.25**

La mezcla más recomendada: 25% gallinaza, 20% paja de trigo, 60% estiércol de bovino o porcino, con una relación C/N total de 35.

Cuadro 8. Relación C/N de diferentes sustratos vegetales y animales.

Vegetal	C/N	Animal	C/N
Papel	(150 – 200)	Bovino	(30 – 40)
Tazol de maíz	150	Panza de bovino	(20 – 30)
Pajas (trigo, cebada, avena, centeno)	(100 – 60)	Equino	30
Cascarilla de arroz	95	Ovino	(20 – 30)
Viruta de madera	(80 – 90)	Porcino	16
Aserrín	150	Humanos	(5 – 20)
hojas, tallos, ramas	(70 – 80)	Biosólidos	12
Hojas frescas	(40 – 80)	Aviares	(10 – 20)
Residuos de frutos	40	Restos animales	
Residuos cultivo champiñones	(30 – 40)	Harina de huesos	20
Follaje abundante	10	Vísceras de mataderos	15
Follaje en plena floración	20	Harina (pescado, carne)	15
Follaje maduro	50	Harina de sangre, sangre	(3 – 6)
Abono verde, prados	(10 – 20)	Desechos de drenaje	
Mosto	16	Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	(11 – 30)
Rastrojo de leguminosas	(10 – 15)		
Cáscaras de café	8		
Hojas alfalfa	10		
Pacas de alfalfa	13		
Heno	21		

Existen tres parámetros fundamentales que influyen decisivamente en el desarrollo de la lombriz: pH, la temperatura y la humedad del sustrato (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efectos del pH, la temperatura (°C) y la humedad (%) del sustrato en el desarrollo de la lombriz.

Parámetro	Muerte	Letargo	Produce humus	Valores óptimos	Produce humus	Letargo	Muerte
pH	< 6	6.0-6.4	6.5-6.8	6.9-7.9	8.0-8.4	8.5-9.0	> 9
Tempera-tura	< 0	0-6	7-14	15-27	28-33	34-42	> 42
Humedad	< 70	70-74	75-79	80-85	86-88	88-90	> 90

Cuando las lombrices se encuentran en un sustrato con valores óptimos de pH, temperatura y humedad, se multiplican cada dos meses, dependiendo de las condiciones. La temperatura es la que más las afecta el desarrollo; en climas cálidos y secos baja la tasa de reproducción y el número de lombrices por huevo o cocón; por el contrario en climas fríos las lombrices se reproducen más a menudo (cada 20 días) y con una alta producción de lombrices que varía entre cinco y siete por huevo, por lo que la cama debe estar bajo sombra o cubierta con ramas y hojas para evitar la incidencia directa del sol. El color del cocón indica la viabilidad, si es de color verde las lombrices aún no eclosionan y si es de color café las lombrices ya eclosionaron (Figura 3d). En estas condiciones se alcanza la mayor producción. Cuando los valores comienzan a alejarse del óptimo, su ciclo biológico (Figura 4) y productividad se afectan, al extremo de producir el letargo y la muerte de la lombriz.

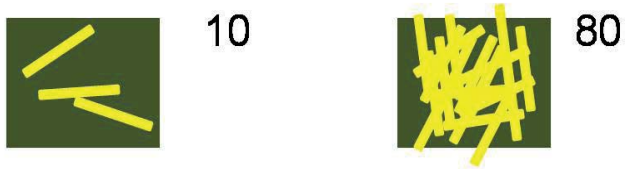

Figura 3. a) Cama de lombricompostaje usando lombriz roja californiana. b) Precompostaje del sustrato de estiércol con paja de maíz. c) Efecto de la relación C/N del sustrato vegetal en el precompostaje. d) Huevos o cocones.

En este proceso se pueden tener tres productos, la lombricompost o vermicompost sólida, el humus líquido o lixiviado (presenta alto contenido de nutrimentos, hormonas de crecimiento y sustancias húmicas benéficas para el buen desarrollo de la planta) y carne de lombriz que presenta 62 ± 8 % de proteínas, además tiene una buena composición de aminoácidos, contiene todos los aminoácidos esenciales superando a la harina de pescado y soya. La harina de lombrices ha sido utilizada en ensayos de alimentación de peces, aves y otros animales domésticos, incluso en la alimentación humana, también se han desarrollado experimentos en la alimentación de cerdos, observándose una mejor conversión alimenticia que los alimentos en forma tradicional. La ventaja de la proteína de la lombriz es que se sintetiza a partir de desechos orgánicos, no así las otras proteínas que son sintetizadas sobre la base de alimentos mucho más costosos.

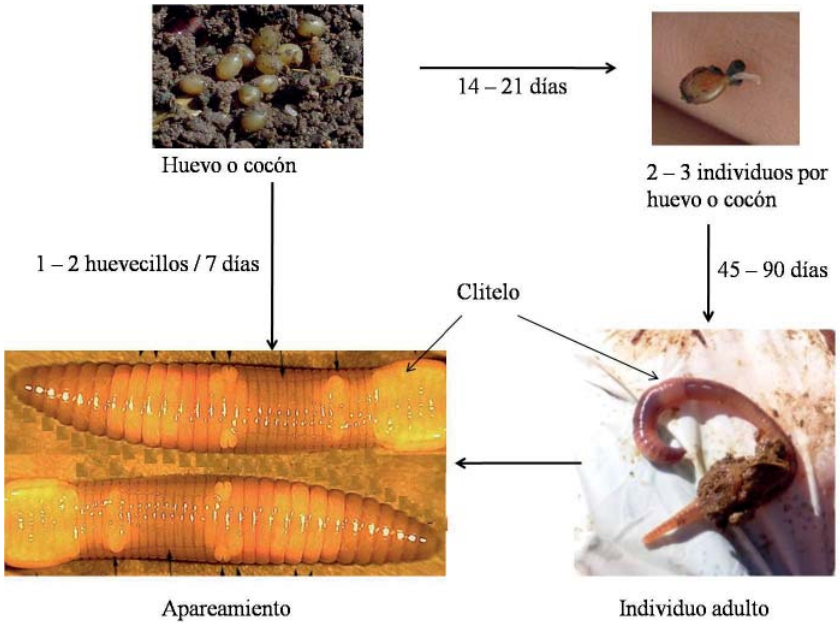

Figura 4. Ciclo de vida de la lombriz roja californiana.

Forma de preparación

Mezclar 60 kg de estiércol cernido, 25 kg de gallinaza y 20 kg de paja de trigo o maíz, que tiene una relación C/N de 35, mezclar con la pala y se deja precompostear 45 días, no se debe lavar el

estiércol porque se pueden perder microorganismos y nitrógeno; posteriormente se hace la prueba de aceptación del sustrato o P50L, que consiste en colocar 50 lombrices adultas en un recipiente con el sustrato precomposteado que se va a utilizar como alimento, se cuantifican las lombrices a los 60 días de haber inoculado las lombrices, se puede fijar como nivel de significancia el considerar una mortandad inferior al 10% y la producción de cocones. Si el sustrato está listo se inocula con 2000 lombrices /m^2 de sustrato. Costo de producción de lombricompost (Cuadro 10).

Cosecha del humus sólido

El proceso de lombricomposteo (Cuadro 10) tarda siete meses para que la materia orgánica se humifique y pueda ser utilizado como abono, se extrae la mayor cantidad posible de lombriz, esto se puede lograr de diferentes maneras; utilizando trampas, como costales, javas para el transporte de frutas con estiércol fresco y/o otros sustratos orgánicos previamente precomposteados agregados en la parte de arriba de la pila de lombricompost (Figura 5), lo que atraerá a las lombrices a la superficie, para pasarlas a otra cama con materia orgánica previamente preparada. Esta operación se debe repetir por lo menos tres veces. Otra forma es poner una cama con materia orgánica precomposteada a un lado para que las lombrices migren a la cama nueva.

Figura 5. Trampa a base de estiércol fresco para extraer a la lombriz.

Dosis

En cultivos de granos se recomienda una dosis de 4 ton/ha y bajar gradualmente año con año, hasta 1 ton/ha. En hortalizas, al igual que en la compost se recomienda iniciar con 2-3 ton/ha, y bajar año con año. Para césped y praderas se recomienda incorporar de 200-800 g/m^2. Para plantas de interior y exterior en maceta se deben incorporar de 50-100 g al mes. Para arbustos y árboles se necesitan de 400-500 g en primavera y en otoño.

Producción de harina de carne de lombriz

Es necesario primero purgar durante un día a las lombrices con gelatina o fécula de maíz (sémola) con una humedad similar a la del alimento que se les da normalmente, después de esto, colocar las lombrices en una solución salina (dos cucharadas de sal por cada litro de agua). Finalmente se secan al sol y se muelen, quedando solo un polvo color amarillo de sabor agradable. Se usa principalmente para la preparación de alimentos balanceados para la explotación intensiva de gallinas y pollos lográndose una mejor conversión alimenticia que con los balanceados comerciales, reduciéndose los costos de producción de 20 a 40 %. Como alimento vivo se emplean en la cría de ranas, pesca deportiva, en la avicultura y piscicultura.

Humus líquido

El humus líquido de lombriz o lixiviado, puede colectarse a partir del día 20 del proceso de lombricompostaje, este líquido contiene un alto contenido de nutrimentos, hormonas de crecimiento vegetal, sustancias húmicas que ayudarán a la planta a desarrollarse plenamente. Tiene un mejor efecto si esta se aplica en un sistema por goteo, ya que los nutrimentos del humus líquido serán aprovechados en su totalidad por la planta. El humus líquido concentrado tiene un alto contenido de sales, por lo que se debe diluir en agua, en relación 1:4 (humus líquido: agua). Dosis: aplicar 20 L (Litros) de humus líquido diluido por ha. El humus líquido se puede enriquecer incorporando 200-300 g de harina de roca.

Leonardita soluble

La leonardita llamada así en honor al Dr. A. G. Leonard, quien fuera el primer director del Servicio Geológico del Estado de Dakota del Norte (Estados Unidos) y primer científico que estudió las propiedades de dicha sustancia, encontrando un alto contenido

de ácidos húmicos, que en conjunto con los ácidos fúlvicos, las huminas y ácido himatomelánico, se les llama sustancias húmicas, las cuales son solubles en soluciones alcalinas, que es el principio de procedimiento de elaboración de este abono (Cuadro 11).

Cuadro 10. Costo de producción de 1 ton de lombricompost.

Concepto	Cantidad	Costo en pesos
Rastrojo	750 kg (38 pacas)	760
Estiércol	250 kg (12.5 costales)	195
Agua	Siete meses (114 pesos mensuales)	798
Mano de obra	Siete meses (61.38 pesos diarios)	10 311.84
Total		12 064.84

Cuadro 11. Composición de la leonardita soluble.

Material	Cantidad
Humus de lombriz líquido	500 L
Agua	100 L
NaOH (sosa cáustica) o KOH (sosa potásica)	300 g

Las sustancias húmicas son compuestos que le ayudan a la planta a soportar mejor el estrés por factores ambientales, favorece el establecimiento de hongos micorrízicos arbusculares en la raíz de la planta, entre otros beneficios, y estas sustancias son solubles en álcalis, por lo que la sosa caústica las va a solubilizar para que estén más disponibles para la planta.

Forma de preparación

En un tambor o cisterna mezclar los 500 L de humus líquido con los 100 L de agua, agregar 300 g de sosa cáustica (NaOH) o sosa potásica (KOH), agitar vigorosamente, cerrar el recipiente y dejar reposar tres días.

Dosis

Tomar 10 L de la solución y disolver en 100 L de agua, agregar 2 kg de melaza como adherente, es la dosis por ha (aplicar por la tarde).

Forma de preparación

Mezclar 100 L de agua en 7 L de biofertilizante líquido (humus líquido de lombriz), a esta mezcla se le deben adicionar 3 L de caldo sulfocálcico y 2 kg de melaza.

Para el caldo sulfocálcico mezclar 20 kg de azufre con 10 kg de cal en seco, agregar 100 L de agua hirviendo, mezclar hasta que el azufre se disuelva bien. Revolver 30 min, al momento de hervir tiende a subir la espuma por lo que se recomienda batir más fuerte, para aplicarle más aire y evitar que se tire. El producto terminado es de color teja o ladrillo.

Dosis

112 L/ha.

Usos y aplicaciones

El humus de lombriz se ha empleado en aclimatación de plantas micropropagadas de caña de azúcar, en el control de artrópodos en el suelo, modificación de propiedades físicas como la densidad aparente del suelo, estructura y agregados del suelo. Atiyeh y cols. (2000) evaluaron el efecto de las lombrices *Eisenia andreii* Bouché (1972) en propiedades físicas y químicas de un sustrato a base de estiércol de bovino, también evaluaron el sustrato en plántulas de tomate y lechuga.

Ojeda (2006) menciona que la dosis recomendada para suelos agrícolas que inicialmente se utilizan para agricultura convencional es de 3.5 ton/ha, y para cultivos como la vid, mango y calabaza se recomiendan dosis de 3-5 ton/ha.

Sánchez-Hernández y cols. (2007) evaluaron el uso de la lombriz *Eisenia andreii* Bouché (1972) para tratar residuos orgánicos, como cáscara de cacao, bagazo de caña de azúcar, torta de bagazo de caña de azúcar y estiércol de bovino, para conocer su potencial como abono.

Altamirano-Quiroz y Aparicio-Renteria (2002) evaluaron diferentes mezclas de sustrato a base de suelo de mina, suelo de bosque y lombricomposta en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oaxacana* Mirov. y *Pinus rudis* Endl.

Castillo y cols. (2010) evaluaron el efecto de la lombriz roja californiana en la dinámica de nutrimentos en diferentes sustratos, y en la germinación de semillas de lechuga *Lactuca sativa* L. (1753)

var. Grandes Lagos *in vitro* (en condiciones de laboratorio).

Según Fernández y cols. (2005) en México se ha logrado controlar la podredumbre de la raíz de aguacate *P. cinnamomi* Rands (1922) mediante la adición de materia orgánica humificada al suelo. También hay reportes de que la aplicación de vermicompost suprime las enfermedades de plantas causadas por *Phytophthora*, *Fusarium* y *Plasmodiophora* en tomate y calabaza; *Pythium* y *Rhizoctonia* en pepino y rábano, así como *Verticilium* en fresa (Chaoui y cols, 2002).

Arancon y cols. (2000) encontraron que el crecimiento de plantas disminuyó con el uso de lombricomposta de estiércol de res o de desechos de alimentos o de restos de papel, comparado con un suelo fertilizado inorgánicamente.

Dunn (1994) demostró que el abono verde reduce generalmente los niveles de nematodos en el suelo, además reduce la sensibilidad de las plantas al daño por las bajas poblaciones de nematodos remanentes, ya que se mejoró el ambiente del suelo alrededor de las raíces.

Bocashi

Bocashi es una palabra japonesa que significa *materia orgánica fermentada*. Para la preparación de este tipo de abono los agricultores japoneses usan materia orgánica como semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y suelo de los bosques, como inoculante de microorganismos. Estos suelos contienen microorganismos benéficos que aceleran la preparación del abono. Se emplea como un mejorador de suelos, al aumentar la diversidad microbiana en el mismo, mejora las condiciones físicas y químicas del suelo, previene enfermedades del suelo y funciona como un suministro de nutrimentos para que la planta tenga un buen desarrollo.

La diferencia entre bocashi y la composta, es que en la compost a lo largo del proceso de descomposición microbiana mueren una gran cantidad de microorganismos por las altas temperaturas, aun cuando en la etapa de maduración se recoloniza la materia orgánica con bacterias, hongos y actinomicetos al igualarse la temperatura con la del ambiente, además en la composta los minerales atrapados en la materia orgánica fresca se vuelven de fácil absorción para las plantas con la humificación y se eliminan los patógeno que podrían estar en la materia orgánica fresca y causarle un daño a la planta.

En el bocashi se busca activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se busca

nutrir el cultivo y ser un reservorio de nutrimentos para la microflora nativa del suelo, además en el proceso de fermentación los microorganismos benéficos eliminan a los patógenos mediante la combinación de la fermentación alcohólica, con una temperatura entre 40-55 °C.

Al igual que en la composta se necesita rastrojo y estiércol, pero la diferencia es que en el bocashi ocurre una fermentación aerobia de la melaza por acción de la levadura, la ceniza vegetal es una fuente de minerales y el salvado contiene fibras (Cuadro 12).

Cuadro 12. Proporción de materiales para producir bocashi.

Material	Cantidad
Suelo	400 kg
Paja	400 kg
Estiércol	400 kg
Melaza	1 gal
Ceniza vegetal	1 kg
Levadura	1 kg*
Salvado	20 kg
Total	1200 kg

***Nota:** si se tiene bocashi ya preparado se puede usar como inóculo en proporción serian 1 kg de bocashi, también se puede usar 1 L de suero de leche o 1 L de rumen de vaca.

Para suelos con pH acido (~5), se pueden incorporar 50 kg de cal por cada 3 ton de abono. El pH ideal de un suelo debe ser alrededor de 5.5, para garantizar la disponibilidad de nutrimentos y la actividad microbiológica.

Forma de preparación

Mezclar paja, tierra, estiércol y el costal de salvado (en ese orden), homogenizar con traspaleos y aplicar agua en cada volteo. En una cubeta con agua diluir la melaza y vaciar en la mezcla, el mismo tratamiento se le da a la levadura.

Después se hace la prueba de humedad del sustrato, como se muestra en la Figura 2c y 2d de la producción de compost, finalmente se cubre con bolsas de plástico o lona.

En el bocashi la temperatura de la cama sube muy rápido, por

lo que en los primeros cinco días se debe voltear en la mañana y tarde, para que se oxigene bien la mezcla y baje la temperatura. A partir del sexto día la temperatura empezara a bajar hasta igualarse a la del ambiente. Al igual que la composta mientras menor sea la proporción de suelo y mayor la de paja y estiércol se obtendrá un abono de mejor calidad.

Del bocashi se pueden aislar microorganismos para mejorar la calidad del mismo, fermentando 1 kg de bocashi en un recipiente de 20 L con agua, 3 L de melaza y 1 L de suero de leche, colocar el candado de fermentación y cerrar. A los tres días se puede utilizar este inóculo bacteriano en el bocashi que se va a preparar. También se puede utilizar el calostro que produce la vaca para preparar bocashi.

Dosis

El bocashi debe usarse fresco, es decir no se deja madurar, como dosis inicial se pueden usar 3 ton/ha, al igual que en la composta al incorporarse materia orgánica al suelo, además de nutrimentos se introducen microorganismos, estos microorganismos se encargan de descomponer la materia orgánica y dejar listos los nutrimentos para que la planta los absorba por la raíz, pero la degradación lleva su tiempo, por lo que al año siguiente no se necesitara incorporar 3 ton/ha sino que bajará a 2.5 ton/ha, al tercer año se incorporaran solo 2 ton/ha, y así sucesivamente hasta que solo se necesiten incorporar 1 ton/ha al año para mantener los ciclos de degradación y síntesis del suelo, es decir tiene un efecto residual en el suelo.

Bocashi de siete días

Es un bocashi de mejor calidad porque incorpora a la fórmula original algunas harinas que tendrán la función de mejorar el perfil de nutrimentos del bocashi (Cuadro 13).

Forma de preparación

Mezclar paja, tierra, estiércol y el costal de salvado (en ese orden). Homogenizar con traspaleos y aplicar agua en cada volteo. En una cubeta con agua diluir la melaza y vaciarla en la mezcla, el mismo tratamiento se le da a la levadura. Después de incorporar la melaza y levadura, se deben aplicar las harinas y homogenizar bien la mezcla mediante traspaleos y humedecer muy bien la mezcla.

Cuadro 13. Proporción de materiales para preparar 1 ton de bocashi en siete días.

Material	Cantidad
Paja	450 kg
Estiércol	450 kg
Melaza	5 gal
Levadura	2 kg*
Salvado	40 kg
Harina de pescado	25 kg
Harina de carne	25 kg
Harina de sangre	25 kg
Harina de rocas	25 kg para 3 ton de abono

Nota: si se tiene bocashi ya preparado se puede usar como inóculo en proporción serian 2 kg de bocashi, también se puede usar 2 L de suero de leche o 2 L de rumen de vaca.

Posteriormente se hace la prueba del puño. Cubrir con bolsas de plástico o lona.

En el bocashi de siete días la tasa de descomposición es más alta que en el bocashi de 21 días, por lo que los volteos deben ser diarios durante los siete días del proceso, la temperatura empezará a bajar hasta igualarse a la del ambiente. Costo de producción (Cuadro 14).

Usos y aplicaciones

Yánez-Chango (2004) evaluaron el efecto del bocashi y otros fertilizantes en el crecimiento de zanahoria *Daucus carota* L. (1753), encontrando mejor desarrollo en las plantas fertilizadas orgánicamente, comparadas con los fertilizantes comúnes.

Campos-Naula (2010) evaluó diferentes fertilizantes orgánicos (humus, bocashi, lombricompost y estiércol) en el crecimiento de Brachiaria brizantha Stapf. (1919), encontró que las plantas fertilizadas con humus, bocashi y lombricompost tuvieron mayor crecimiento..

Gómez (2001) evaluó diferentes concentraciones de bocashi elaborado con desechos de banano con suelo en plántulas de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. (1768), encontrando un mejor desarrollo en plántulas sembradas en el sustrato con 20% de bocashi y 80% de suelo.

Cuadro 14. Costo de producción por ton de bocashi de 21 días.

Concepto	Cantidad	Costo en pesos
Suelo	20 costales de 20 kg	600
Rastrojo	20 costales de 20 kg	400
Estiércol	20 costales de 20 kg	400
Melaza	1 galón	20
Agua	21 días (114 pesos mensuales)	114
Ceniza vegetal	1 kg	20
Levadura	1 kg	70
Salvado de trigo	20 kg	100
Mano de obra	21 días (61.38 pesos diarios)	1288.98
Total		3012.98

Abono a base de lírio acuático *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (1883)

Otro tipo de abono es el que se puede elaborar con lírio, acuático, que es una planta muy abundante en los canales y ríos, es una especie que absorbe, concentra y precipita compuestos como sales de nitrógeno, fósforo, sangre de los rastros descargada a los drenes o canales, metales pesados, plaguicidas, los purines de animales de establo y los residuos de las industrias vinícolas), a este proceso se le llama fitofiltración. Debido a su capacidad de absorber los compuestos antes mencionados no es recomendable manejar el lirio (Figura 6) como cualquier otro rastrojo, aún no se tienen reportes sobre la remoción de sales minerales al someter al lirio acuático al proceso de humificación, pero se recomienda lavar con abundante agua el material vegetal antes de mezclarlo con el estiércol. Los materiales se mezclan al igual que en la pila de compostaje, apilándolos en capas y homogeneizándolos mediante los volteos con la pala.

Forma de preparación

Mezclar 400 kg de lirio acuático seco y picado (Figura 6) picado con 400 kg de estiércol, homogenizar con traspaleos y humedecer en cada volteo. Una vez que esté mezclado el lirio con el estiércol se agrega 1 L de rumen de vaca o el suero de leche y se da una última homogenizada. Se debe hacer la prueba del puño. Cubrir con bolsas de hule, al igual que en los abonos antes mencionados, la temperatura aumentará por lo que las primeras dos semanas los volteos deben hacerse cada dos días, a partir de la tercer semana los

volteos serán una vez a la semana, posteriormente al igual que en los demás abonos la temperatura descenderá igualándose a la del ambiente. Costo de producción (Cuadro 15).

Figura 6. Mezcla de lirio acuático con estiércol de bovino.

Si cuenta con roca de fosfato tricálcico, puede usar nopal para separar el calcio del fósforo, más un fermento; favorece la disponibilidad del fósforo, también puede agregar cáscara de naranja para separar mejor el fósforo. En Alemania a este producto le llamaron biofosfato de inositol.

Dosis

Al igual que en el compost como dosis inicial se recomienda incorporar 3 ton/ha, y con disminuciones graduales año con año hasta llegar a 1 ton/ha que será solo para mantener los ciclos de degradación y síntesis en el suelo.

Usos y aplicaciones

Se ha utilizado en experimentos para evaluar su efecto en tomate, encontrando que con una dosis óptima de 80 ton/ha se logran incrementos en la producción del cultivo. También se ha evaluado el efecto de este abono en pimiento, encontrando que la dosis óptima de 80 ton/ha aumenta la producción; también se han llevado a cabo ensayos para conocer sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Ibarra-Valenzuela (2007b) de la mezcla de 30 kg de bocashi, 20 kg de composta y 10 kg de lombricompost, recomienda para

agaves y granos básicos aplicar de 500-700 kg/ha. De la mezcla de 15 kg de bocashi, 20 kg de compost y 15 kg de lombricompost recomienda aplicar de 1-2.5 ton/ha para hortalizas. Para forrajes de la mezcla de 30 kg de bocashi, 15 kg de compost y 5 kg de lombricompost recomienda para forrajes de un corte de 500-600 kg/ha, y para forrajes de varios cortes o pastoreo directo de 500-600 kg/ha al inicio y después de cada corte o pastoreo de 200-300 kg/ha. Para productores de flor, de la mezcla de 20 kg de bocashi, 10 kg de compost y 20 kg de lombricompost, recomienda aplicar de 500-800 kg/ha.

Cuadro 15. Costo de producción /ton de abono.

Concepto	Cantidad	Costo en pesos
Lirio acuático	20 costales de 20 kg	500
Estiércol	20 costales de 20 kg	400
Rumen de vaca	1 L	10
Agua	Cuatro meses (114 pesos mensuales)	456
Mano de obra	Cuatro meses (61.38 pesos diarios)	7365.6
Total		**8731.6**

Abono de ceniza

La ceniza de plantas (madera, rastrojos, entre otros) tiene un alto contenido de potasio, calcio, magnesio y otros minerales esenciales para las plantas. Puede utilizarse como fertilizante si no contiene metales pesados u otros contaminantes (resinas, barniz, entre otros). La ceniza suele presentar pH alcalino, por lo que se puede mezclar con agua y dejarla un tiempo al aire para que se neutralice el pH al combinarse con el CO_2 (dioxido de carbono) del medio ambiente. También se puede mezclar con humus, lo que favorece la disponibilidad de nutrimentos, debido al carácter ácido del humus.

Dosis

Para frutales se recomiendan 200 g de ceniza vegetal al año.

Usos y aplicaciones

Eyhorn y cols. (2002) y Fernández y cols. (1993) reportan que la

ceniza de madera aporta macro y micronutrimentos al suelo, aun cuando su contenido puede variar en función del material original. Fleita y Almada (2011) evaluaron el efecto de la ceniza vegetal combinada con supermagro y humus de lombriz, obteniendo un mejor crecimiento de la planta, mayor resistencia a plagas y enfermedades. Costo de producción (Cuadro 16).

Cuadro 16. Costo de producción/2 kg de abono.

Concepto	Cantidad	Costo en pesos
Carbón	10 kg	70
Frutos, hojas, ramas, aserrín	4 costales de 20 kg	320
Mano de obra	1 día (61.38 pesos diarios)	61.38
Total		**451.38**

Abonos orgánicos como sustrato

Un sustrato podemos definirlo como cualquier material sólido distinto de los suelos naturales, minerales u orgánicos, que al colocarlo en un contenedor, puro o mezclado, sirve de soporte para el sistema radicular de la planta. En México se usan como materiales principales para la elaboración de mezclas para propagación de plantas los siguientes sustratos: la turba del musgo *Sphagnum* sp. o *peat moss*, aserrín, tierra de hoja, corteza y otros materiales orgánicos composteados; es importante elegir bien el sustrato, porque de ello dependerá el buen desarrollo de la plántula y de su sistema radicular, si el sustrato se compacta no permitirá el intercambio de gases y será impermeable, por el contrario el sustrato debe tener baja densidad aparente, lo que permitirá que las raíces penetren a través del mismo, al formarse una gran cantidad de microporos, produciendo así una elevada capacidad de retención de agua; además son suficientemente resilientes para soportar la compactación, la materia orgánica también presenta una elevada capacidad de intercambio catiónico, y por lo tanto retiene nutrimentos en su forma iónica, previniendo de este modo su lixiviación.

La cantidad de materiales orgánicos usados en los sustratos entre 25 y 50 % (del volumen), pero a veces alcanza 100%. Joiner y Conover (1965) establecieron que la mejor proporción de materia orgánica es de 40-50 %, Mientras que Harlass (1984) reportó que

las mezclas que contienen más del 50% de materia orgánica pueden tener menos espacio poroso.

Ejemplos de mezclas de sustratos orgánicos

Tierra de hoja

Se compone por material en descomposición que se acumula en la litera del suelo de los bosques como restos de hojas, ramas, raíces, hierbas, musgo, corteza y troncos pequeños y flores. La tierra de hoja se puede considerar como otro tipo de turba, porque se compone de restos de plantas parcialmente descompuestos. La tierra de hoja requiere un proceso de precompostaje para poder usarla como sustrato. El usar tierra de hoja como sustrato puede traer problemas, porque aportan semillas de malas hierbas y enfermedades. La tierra de hoja de pino y encino, presenta, entre otras características, buena aireación, buen drenaje, porosidad de 80%, alta capacidad de retención de agua, pH neutro, conductividad eléctrica baja, alta capacidad de intercambio catiónico, la concentración de nutrimentos dependerá del material de origen.

Turba de musgo

La turba se forma cuando plantas parcialmente degradadas se acumulan bajo el agua en áreas con baja temperatura, bajos niveles de oxígeno y nutrimentos. La turba puede estar compuesta de varias especies de plantas, incluyendo musgos, juncos y pastos. La calidad de la turba y su importancia como componente en el sustrato dependerán de la especie de la planta, de su grado de descomposición, la variación entre los climas locales y la calidad del agua. Los tipos de turba más empleados son los siguientes: turba de musgo *Sphagnum*, turba de musgo *Hypnum*, turba de musgo, junco y caña, turba de humus.

Aserrín, corteza y otros materiales composteados

El costo de la turba de musgo *Sphagnum* puede ser elevado, por lo que también se pueden usar como componentes de sustratos otros materiales orgánicos como los residuos de madera, incluyendo el aserrín, la corteza y las virutas de madera, esto dependerá del costo y de la disponibilidad. El aserrín se usa como sustrato hortícola, pero es composteado antes de usarlo. Existen diferencias entre maderas en cuanto a sus propiedades químicas, lo que hace que varíe su uso como componente de sustratos, debido a que el aserrín de especies

como *Libocedrus decurrens*, *Juglans* spp., *Sequoia sempervirens, Thuja plicata, Eucalyptus* sp. presentan fitotoxicidad al ser usados como componente de sustratos.

Hay reportes de que coníferas cultivadas en suelos ricos en turba, acumularon manganeso, y al usar el aserrín de dichos árboles como componente de sustratos, este presentó efecto fitotóxico. Otro problema que presenta el aserrín es que si proviene de aserradores ubicados en las costas puede contener altos niveles de sales, por lo que se debe hacer un análisis químico del aserrín antes de usarlo como sustrato, y también se debe tener cuidado con el tamaño de las partículas, si se va a usar el aserrín para preparar abono orgánico es mejor usar aserrín de partícula fina porque favorece la degradación, pero como sustrato favorece la compactación del mismo, en cambio para sustrato es mejor usar aserrín de partícula grande para que facilite la permeabilidad. Otro tipo de sustrato que se puede emplear es el agua cenegosa y la composta de hongos en viveros ornamentales. La cáscara de arroz también se puede utilizar como componente orgánico en sustratos para producir especies forestales, es un material de buena calidad, barato y fácil de conseguir.

Usos y aplicaciones

Hicklenton y cols. (2001) evaluaron el uso de compost de residuos sólidos municipales con turba de musgo *Sphagnum peat moss*y composta de corteza de picea con *peat moss* en las siguientes concentraciones: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 en volumen en el crecimiento de *Cotoneaster dammeri* Schneid. (1906). Durante dos años el crecimiento fue mayor en los sustratos de compost de residuos sólidos que en los sustratos con compost de corteza de picea, en las mezclas que contenían el 100% de compost de residuos sólidos urbanos, y el 100% de compost de corteza de picea la planta presentó muy bajo desarrollo, la mejor mezcla fue la que contenía 75:25 (compost de residuos sólidos urbanos con turba de musgo *Sphagnum* sp.)

Evanylo y Lee (1999) evaluaron el efecto de los sustratos de composta de lodos residuales procedentes de la industria papelera y el sustrato comercial Promix, en concentración de 100% de composta y 100% de promix, y una mezcla 50:50 de compost y promix con dos dosis de nitrato de amonio (0 y 0.05 mg N cm3), en el desarrollo de rábano *Raphanus sativus* L. (1753), frijol *Phaseolus*

vulgaris L. (1753), girasol *Tagetes erecta* L. (1753) y pimiento verde *Capsicum* sp., encontrando que el sustrato en el que presentaron mayor desarrollo las cuatro especies fue en la mezcla de composta con promix. Recomiendan que la compost sea utilizada como abono al suelo, como fertilizante, o como fuente de nutrimentos para las plantas, pero no se debe usar al 100% como sustrato, porque se compacta y no permite el desarrollo radicular de la planta.

Sandoval-Méndez y cols. (2000) probaron cinco mezclas de sustratos: turba de musgo 100%, turba de musgo 75% con tierra lama 25%, turba de musgo 50% con tierra lama 50%, turba de musgo 25% con tierra lama 75%, y tierra lama 100%, con dos niveles de riego (limitado y no limitado); y se evaluó la ausencia y presencia de los polímeros terra sorb 200 g (almidón hidrolizado, copolímero de poliacrilonitril con grafito) en semillas de *Pinus cembroides* Zucc. (1832), el mejor sustrato fue el que contenía 75% de turba de musgo más 25% de tierra lama, con riego no limitado y con polímero, se obtuvo el 81% de germinación.

Fermentos

El ser humano desde tiempos antiguos ha utilizado la biotecnología, en la producción y conservación de alimentos, desde la panificación, los frutos fermentados, el ahumado de las carnes, fermentación de la cebada para producir cerveza, la producción de vino de uva, entre otras.

Hoy en día se emplea en la producción de antibióticos, probióticos, alimentos, tratamiento de residuos orgánicos, producción de biocombustibles, por mencionar algunos. La fermentación se lleva a cabo por la conversión microbiana de los azúcares presentes en alcohol etílico, para lograr esto se emplean levaduras *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C. Hansen (1883) o bacterias *Lactobacillus* spp., *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Penicillium roqueforti* Thom. (1906), *Propionibacterium* spp. En la producción de fermentos se emplean tanto la levadura de cerveza como los lactobacilos; la ventaja que tienen los lactobacilos con respecto de las levaduras es que la fermentación es más limpia que el producto de las levaduras, además de su capacidad de adaptarse al sustrato presente, es decir, la materia orgánica que esté presente en el medio es la que usarán como sustrato; ya sea, guano, estiércol, salvado, sangre, hueso, harina de roca, al degradar estos materiales será más fácil su descomposición lo que acelerara la humificación.

Este tipo de abono consiste en una fermentación anaerobia, utilizando como fuente de carbono la melaza, y como inoculante el suero de leche verde, es decir el suero antes de adicionar la sal. Los lactobacilos pueden liofilizarse, lo que hace más práctico su uso y puede preservarse a temperatura ambiente para su posterior uso como inóculo. Para enriquecer el fermento se puede usar tezontle, que es una roca ígnea que se puede usar para preparar harina de roca.

Forma de preparación

En un tambo de 200 L vaciar 2.5 gal de melaza, 20 L de suero de leche y un costal de 20 kg de salvado de trigo o arroz, agregar 100 L de agua, y poner un candado de fermentación (Figura 7).

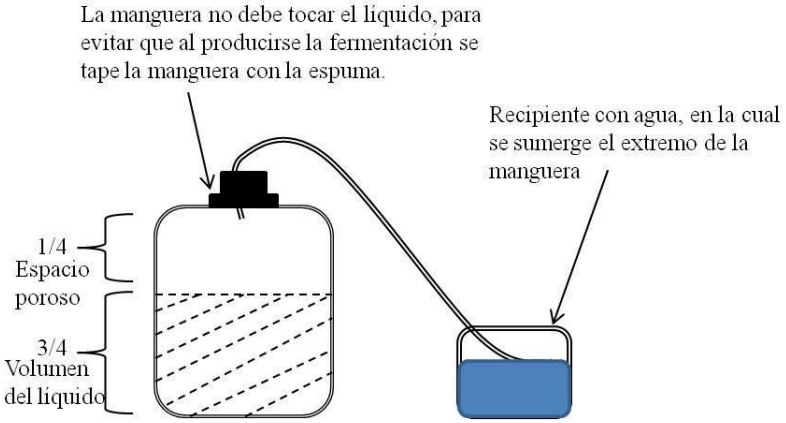

Figura 7. Tanque de fermentación con candado.

El mismo procedimiento se puede usar para cualquier materia vegetal, la idea es obtener lactobacilos degradadores de materia orgánica, puede ser cascarilla de arroz, rastrojo de maíz, frijol, alfalfa, u otra materia orgánica que se tenga a la mano. Para bacterias degradadoras de quitina se sustituye el costal de salvado por un costal de cáscara o cabeza de camarón, los volúmenes de melaza y suero no cambian. Si se desea agregar harina de roca a un abono, se puede someter a una fermentación con el fin de degradarla un poco y que sea todavía más disponible para ser absorbida por la raíz de la planta. Si cuenta con guano de murciélago, debe tener cuidado al manipularlo y usar protección en boca y nariz, ya que

es muy tóxico para el ser humano; sin embargo, al pasar por un proceso de fermentación con lactobacilos y posteriormente vaciar este fermento a base de guano a la materia orgánica a ser composteada, se vuelve un abono inocuo al ecosistema y para el ser humano, ya que al incrementarse la temperatura en las fases iniciales del composteo una gran cantidad de microorganismos (dañinos y benéficos) mueren; asimismo, al igualarse la temperatura a la del ambiente en la fase de maduración, la pila de compostaje se recoloniza por microorganismos como las bacterias de los géneros *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp., y hongos de los géneros *Trichoderma* spp., *Gliocladium virens* Mill., Giddens y Foster (1958), *Penicillium* spp., los cuales tendrán un papel controlador de patógenos del suelo, esto quiere decir que la materia orgánica madura (humificada) es inocua al ambiente, y puede convertir cualquier desecho orgánico en humus (materia biológicamente estable). Costo de producción (Cuadro 17).

Dosis

De 8 a 10 L/ton de abono orgánico.

Bacterias degradadoras de cáscara de camarón y jaiba

El exoesqueleto de jaiba y de camarón es rico en azúcares aminados, como la N-acetilglucosamina, el cual forma parte del segundo biopolímero más abundante en la naturaleza, la quitina; además, contienen calcio y fósforo en su estructura. Al igual que en el fermento para producir bacterias degradadoras de materia orgánica, el suero de leche debe ser verde.

Forma de preparación

En un tambo de 20 L vaciar 1 gal de melaza, 2 L de suero de leche y 5 kg de cáscara de camarón o exoesqueleto de jaiba seco y molido, agregar 5 L de agua, poner un candado de fermentación.

Es importante que la cáscara de camarón o el exoesqueleto de jaiba estén libres de sales, para evitar la incorporación de las mismas al suelo, para lo cual se deben hervir en agua por 20 min, dejar enfriar, tirar el agua, y enjuagar con abundante agua al menos cinco veces.

El proceso de fermentación dura de cinco a seis días. Se siguen las mismas consideraciones que en los fermentos anteriores.

Dosis
De 8-10 L/ton de materia orgánica.

Usos y aplicaciones
Ibarra-Valenzuela (2007a) utilizando arroz blanco y melaza de caña, coció el arroz en barriles de metal para cocción en abundante agua, hasta que obtuvo un grano bien cocido, filtró el agua, y una vez que estuvo a temperatura ambiente vació la melaza en el mismo recipiente y sometió a fermentación anaerobia (en ausencia de oxígeno) con candado de fermentación.

Félix-Herrán (2009) produjo bacterias degradadoras de materia orgánica a partir de suero de leche como fuente de lactobacilos, melaza y materia orgánica a fermentar, posteriormente se agita la mezcla y se sometió a fermentación anaeróbica con candado de fermentación.

Gaitan-Bohorquez y Pérez-Pérez (2007) aislaron y evaluaron microorganismos degradadores de celulosa, a partir de residuos vegetales frescos y en composta de crisantemo, para evaluar la actividad celulolítica utilizaron medio carboximetilcelulosa al 1% mediante el revelado de halos de hidrólisis con rojo congo, los microorganismos encontrados fueron identificados como *Bacillus* spp. y *Streptomyces* spp.

Reines y cols. (2008) propone una metodología práctica para producir bacterias desintegradoras de materia orgánica, utilizando caldo de arroz, melaza de caña y agua, este producto lo utilizan para preparar abonos orgánicos como el supermagro, composta y bocashi con la finalidad de aumentar la diversidad de microflora de dichos abonos.

Producción de aminoácidos
Para la fermentación alcohólica se puede utilizar tanto levaduras de panificación (*S. cerevissiae*) o bien lactobacilos de suero de leche, ambos degradaran los azucares presentes en alcohol. En la fermentación se degradan las proteínas además de los azucares, lo que deja a los aminoácidos libres para ser absorbidos por la raíz. Un ejemplo de fermento es el tepache (fermento de la cáscara de piña), el sake (fermento de arroz), por mencionar algunos. También se pueden fermentar manzanas, peras, cítricos, granada, entre otros frutos.

Cuadro 17. Costo de producción de 200 L de fermento.

Concepto	Cantidad	Costo en pesos
Salvado de trigo	20 kg	100
Melaza	5 gal	100
Suero de leche	50 L	200
Agua	135 L	114
Harina de roca	1 kg	2
Mano de obra	1 día	61.38
Recipiente de 20 litros	1	50
Manguera de hule	2 m	5
Total		**632.38**

Forma de preparación

En un recipiente de 20 L agregar 7 kg de fruta picada y de ser posible licuada, agregar 2-3 L de suero de leche, y 7 L de agua, cerrar el recipiente y colocar el candado de fermentación. El proceso dura cuatro a cinco días. La fórmula original no incluye a los lactobacilos y el proceso dura ocho días, pero al agregarlos a la fórmula se acelera el proceso de fermentación, con lo que además de acelerar el proceso también se incorporan microorganismos a la fórmula original. Costo de producción (Cuadro 18).

Dosis

Por cada L de fermento se deben agregar cinco L de agua, aplicar un tambor de 200 L/ha.

Usos y aplicaciones

Reines y cols. (2008) desarrollaron un procedimiento para liberar los aminoácidos de cascara de frutas mediante una fermentación alcohólica, utilizando melaza y cascaras de fruta, este fermento puede ser utilizado como abono para frutales y flores ornamentales.

Cuadro 18. Costo de producción/200L de fermento.

Concepto	Cantidad	Precio en pesos
Cascaras de frutas	7 kg	20
Suero de leche	50 L	200
Agua	150 L	114
Mano de obra	1 día	61.38
Recipiente de 20 L	1	50
Manguera de hule	2 m	5
Total		**450.38**

Melaza

La melaza se obtiene de la molienda de la caña de azúcar *Saccharum officinarum* L. (1753), una fuente rica en K, P, Mg, B, Zn, Mn, Fe, Cu, Ca y Cl. Es la principal fuente de energía para la fermentación de los abonos orgánicos además favorece la multiplicación de los microorganismos.

Forma de preparación

Vaciar 20 L de melaza en 180 L de agua, mezclar con la mano, hasta que se homogenice. Posteriormente se deja destapada para que inicie la fermentación, esto dura de tres a cuatro días (Figura 8). Costo de producción (Cuadro 19).

Figura 8. Fermento de melaza con agua.

Dosis

Se aplican 200 L/ha Se aplica al suelo no se usa como foliar. Al fermento se le agrega cascarilla de arroz, para obtener un buen nutrimento para un inóculo de bacterias; si le adicionamos harina de roca, se favorece la obtención de plantas más vigorosas.

Usos y aplicaciones

La melaza se utiliza como fuente de minerales y carbono en la producción de abonos orgánicos y en la producción de fermentos.

Cuadro 19. Costo de producción de 200 L de fermento.

Concepto	Cantidad	Costo en pesos
Melaza	5 gal	100
Agua	181 L	114
Mano de obra	1 día	61.38
Recipiente de 20 litros	1	50
Manguera de hule	2 m	5
Total		**330.38**

Harina de roca

Es el nombre dado a las rocas molidas o trituradas para uso agrícola. Pueden estar formadas por una o más rocas. Por ejemplo, los serpentinitos, los micaxistos y los basaltos, el tezontle son rocas de alta calidad para la elaboración de las harinas de rocas, ricas en más de 70 elementos necesarios a la alimentación y el mantenimiento del equilibrio nutricional de la salud de las plantas, aves y animales. Algunos de estos elementos son: Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na K, Mn, Cu, Co, Zn, P y S (Cuadro 20).

La nutrición de la planta no solo depende de sus peculiaridades biológicas y del resultado de la fotosíntesis, sino también de la intensidad del crecimiento de su sistema radical, estructura, aireación, humedad y reacciones del suelo, contenido de sustancias nutricionales, formas y correlaciones entre los elementos minerales en el propio suelo, de la actividad de la microflora edáfica y de las segregaciones o exudados radiculares.

Por otro lado, el uso de la fermentación permite la preparación y la aplicación foliar de la harina de rocas minerales para corregir los desequilibrios nutricionales que provocan ataques de insectos y enfermedades en los cultivos, la harina de roca ayuda a remineralizar

el suelo, aportando nutrimentos (macro y micro), equilibrando el pH del suelo, aumentando la actividad de los microorganismos del suelo, y a la planta le aumenta la resistencia contra el ataque de insectos, enfermedades, sequías y heladas.

Cuadro 20. Composición típica de la harina de roca.

Propiedad	Cantidad
Humedad	3%
pH	7.30
Conductividad eléctrica	0.08 dS/m
Color	Crema a verde menta
Gravedad específica	2.6 g/cm^3
Densidad aparente	0.93 g/cm^3
Color	Crema a verde menta
Absorción aceite	30.34 g / 100 g
Oxido de silicio	54.91%
Oxido de fierro	6.75%
Oxido de calcio	1.60%
Oxido de magnesio	2.46%
Oxido de potasio	0.48%
Oxido de sodio	2.46%
Azufre	0.12%
Hierro	16979.20 ppm
Manganeso	185.53 ppm
Zinc	21.42 ppm
Cobre	36.92 ppm
Fósforo (P_2O_5)	0.15%
Nitrógeno (N-NO_3)	0.07 ppm
Cloruros	4.38 ppm

Para preparar la harina de roca se recomienda mezclar varios tipos de roca ($\geq$3), se muelen mediante un molino de bolas. Las rocas no deben contener plomo ni cadmio, debido a su alta toxicidad.

Forma de preparación

A 5 L de agua se agrega 1 gal de melaza, 2 L de suero de leche y 5 kg de harina de roca, mezcla bien, y coloque el candado de

fermentación. Al igual que en los abonos, mientras mayor sea la diversidad de rocas utilizadas, mayor será la diversidad de nutrimentos que contenga. La harina de roca se puede combinar con otros abonos para obtener mejores resultados (Cuadro 21 y22)

Cuadro 21. Combinación de humus de lombriz, sulfato de amonio y harina de roca.

	Cantidad	Costo en pesos
Humus de lombriz	1 ton	1200
Sulfato de amonio	1 ton	5200
Harina de roca	500 kg	900
Total		**7300**

Dosis

Para leguminosas 350 kg/ha; para gramíneas 500 kg/ha en presiembra y 500 kg/ha en cultivo; en frutales aplicar 3 kg al trasplante y en frutal grande 25 kg/planta. En la fórmula convencional es muy importante agregar unidades de nitrógeno por la falta de materia orgánica, es por eso que se recomienda el sulfato de amonio oscuro por ser uno de los menos contaminantes.

Cuadro 22. Combinación de harina de roca y humus de lombriz líquido.

	Cantidad	Costo en pesos
Humus de lombriz líquido	100 L	400
Harina de roca	350 kg	630
Total		**1030**

Mezclar esta formulación hasta que quede uniforme y después aplicar: para leguminosas 600 kg/ha; para gramíneas 2 ton por hectárea; en frutales aplique 5 kg al plantar y en árboles grandes aplicar 40 kg/árbol.

Las semillas se pueden poner en savia de nopal y después en roca molida (harina de roca), para aumentar el porcentaje de germinación. También se puede usar sábila o suero de leche.

Usos y aplicaciones

Restrepo-Rivera y Pinheiro (2009) aplicaron harina de roca en

conjunto con compost, roca fosfatada en chile jalapeño, chile serrano, tomate saladete, nogal pecanero, melón cantaloupe, cebolla, papa, aguacate, alfalfa forrajera, algodón, observando un mayor vigor de la planta, menor incidencia de plagas y mayor producción.

Restrepo (2007) señala que al utilizar la harina de roca como remineralizador de suelos, la harina tiene aporte de macro y micronutrimentos, y además mejora su disponibilidad en el suelo, aumenta la producción, amortigua el pH del suelo, aumenta la actividad de la microflora endémica del suelo, entre otras.

Costo de producción

1 ton de harina de roca cuesta 1800 pesos.

Guano

El guano es el estiércol de murciélago, a partir del año 1845 comenzó su explotación, por sus propiedades como fertilizante, por sus altos contenidos de nitrógeno y fósforo. En general, el guano se compone de amoníaco, ácido úrico, ácido fosfórico, ácido oxálico y ácidos carbónicos, sales e impurezas del suelo. Se recomienda usar el guano de las regiones cercanas a la costa, por la dieta alimenticia del murciélago.

Cabe destacar que es importante que al manipular el guano se utilice cubrebocas, porque el guano contiene un hongo llamado *Histoplasma capsulatum* var. Darling (1906), que genera la enfermedad llamada histoplasmosis, que se genera al inhalar las esporas del hongo, el cuadro clínico que presenta va desde asintomática hasta cuadros agudos o crónicos de vías respiratorias, granulomas y en ocasiones hasta infecciones generalizadas, por lo que se recomienda extremar precauciones.

Forma de preparación

Mezclar 20 kg de guano, 1 gal de melaza, 10 L de suero de leche y 120 L de agua. Agitar por períodos de cinco horas y dejar reposar ocho horas, la oxigenación favorece la degradación del guano; repetir este proceso por tres días y después aplicar, no se recomienda guardar este fermento, porque una vez que se termina la fuente de carbono, en este caso la melaza y el guano, la actividad microbiana decrece, bajando la calidad del fertilizante.

Dosis
Aplicar 200 L de fermento/ha.

Foliar de guano

Este abono foliar es como el té de composta, todos los nutrimentos del guano son extraídos por el disolvente (agua).

Forma de preparación
Antes de vaciar los ingredientes, al tambor se le puede poner una llave de paso en el fondo, y de ser posible colocarlo cerca del sistema de riego que se usará (goteo o gravedad), después se deben agregar 150 L de agua y sumergir el costal de 20 kg de guano; dejar en reposo durante 24 h, abrir la llave de paso para que gotee lentamente en el agua de riego en el caso del riego gravedad, o bien se incorpora la solución en el riego por goteo. Costo de producción (Cuadro 23).

Dosis
Aplicar 200 L/ha.

Usos y aplicaciones
Guzmán-García (2010) evaluó el efecto de diferentes dosis de fertilizante orgánico (guano de murcielago) en el crecimiento de plantas de gladíolo (*Gladiolus* spp. L.).

Zavaleta-Beckler y cols. (2001) evaluaron dos tratamientos (fertilización con guano y un testigo) en el desarrollo de frutos de xoconostle.

García-Lozano y cols. (2009) evaluaron la respuesta de plántulas de tomate a la aplicación, estímulo y efectos de diferentes tratamientos, tanto hormonales (biorreguladores de crecimiento) como químicos y orgánicos, entre los cuales está el guano de murciélago.

Vázquez-Benítez y cols. (2011) evaluaron el crecimiento y el rendimiento del cultivo de amaranto utilizando tres abonos orgánicos, dentro de los cuales estaba el guano de murciélago.

Supermagro

Este abono foliar de origen brasileño, creado por el señor Edelvino Magro, con la finalidad de convertir sus huertas de manzana a orgánicas, se elabora con una fermentación anaerobia (sin aire). Sirve para toda clase de cultivos, solo hay que ajustar la dosis (Cuadro 24).

Cuadro 23. Costo de producción de 200 L de fermento.

Concepto	Cantidad	Costo en pesos
Guano	20 kg	180
Melaza	1 gal	20
Suero de leche	10 L	40
Agua	170 L	114
Mano de obra	1 día	61.38
Recipiente de 20 L	1	50
Manguera de hule	2 m	5
Total		**800.76**

Forma de preparación

Se prepara en un recipiente plástico, los materiales se pueden aplicar simultáneamente haciendo una mezcla homogénea con todos los materiales y se tapa herméticamente ya que el proceso de fermentación es anaeróbico. Para permitir la salida de gases e impedir la entrada de aire se coloca un candado de fermentación. El proceso tarda entre 30 y 35 días de acuerdo a la temperatura del lugar. Una vez listo para su aplicación se puede conservar seis meses. Costo de producción (Cuadro 25).

Cuadro 24. Composición del caldo supermagro.

Material	Cantidad
Estiércol bovino fresco	60 kg
Melaza	3 gal
Cal	1 kg
Sulfato de cobre	1 kg
Sulfato de magnesio	1 kg
Sulfato de zinc	1 kg
Sulfato de manganeso	½ kg
Sulfato de hierro	½ kg
Borax	1 kg
Suero de leche	10 L
Agua	120 L
Molibdato de amonio	50 g
Nitrato de cobalto	20 g

Dosis

Puede aplicarse en soluciones nutritivas de 2-4%. En algunos cultivos se puede mezclar 0.5 L de supermagro por bomba de 20 L, o bien se pueden aplicar 20-40 L/ha. Para árboles forestales y frutales, se pueden utilizar 2 L de caldo por bomba de 20 L. Si se excede de la dosis puede quemar el cultivo.

Usos y aplicaciones

Fleita y Almada (2011) evaluaron el uso de este caldo en algodón combinado con humus de lombriz, en frutales combinado con ceniza vegetal y humus de lombriz, obteniendo un mejor crecimiento de la planta, mayor resistencia a plagas y enfermedades.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) (2013) recomienda el uso del supermagro como abono foliar orgánico en huertas, frutales, plantaciones agrícolas anuales, pastizales y flores y plantas ornamentales. La frecuencia de aplicación varía según la necesidad de las plantas.

Reines y cols. (2008) mencionan que el supermagro se emplea como abono en cultivos como el garbanzo, maíz y frijol, observando un mejor desarrollo de la planta, mayor resistencia a cambios bruscos de clima y frutos de mejor calidad.

Ibarra-Valenzuela (2007a) mencionan que para maíz, sorgo, trigo, cártamo, cebada y avena se puede preparar una mezcla de 42-45 L de humus líquido de lombriz, 9-12 L de supermagro y 6 L de bacterias desintegradoras de materia orgánica; de esa solución aplicar de 50-70 L/ha al momento de la siembra y de 50-60 L/ha si la planta ya está desarrollada; este abono se puede aplicar en conjunto con fertilizantes químicos, pero es recomendable solo aplicar la mitad de la dosis de fertilizante químico que se aplica normalmente a estos cultivos. Para frijol, garbanzo y chícharo, se recomienda aplicar de 80-100 L/ha de la solución de humus líquido, supermagro y bacterias desintegradoras de materia orgánica, esta dosis se aplicará en dos partes, es decir, una en cada riego de auxilio que se le dé al cultivo.

Cuadro 25. Costo de producción /200 L de supermagro.

Concepto	Cantidad	Costo en pesos
Estiércol bovino fresco	3 costales de 20 kg	$60
Melaza	3 gal	60
Suero de leche	10 L	40
Cal	20 kg	30
Sulfato de cobre	1 kg	1000
Sulfato de magnesio	1 kg	650
Sulfato de zinc	1 kg	590
Sulfato de manganeso	½ kg	325
Sulfato de hierro	½ kg	550
Borax	1 kg	600
Molibdato de amonio	50 g	15
Nitrato de cobalto	20 g	25
Agua	120 L	114
Mano de obra	1 día	61.38
Recipiente de 200 litros	1	150
Manguera de hule	2 m	5
Total		**4275.38**

Biofermento

Es un abono líquido empleado como inoculante y abono foliar, también puede utilizarse como repelente de insectos plaga, debido a su olor, funciona como nematicida, favorece la producción y acelera el crecimiento de brotes (Cuadro 26). Este abono actúa como fitohormona, aumenta el número y calidad de raíces adventicias.

Cuadro 26. Cantidad de materiales para preparar 200 L de biofermento.

Material	Cantidad
Estiércol de res o rumen	50 kg
Melaza	1 kg
Suero de leche	2 L
Levadura	40 g
Ceniza vegetal o harina de roca	3 kg

Forma de preparación
Mezclar los ingredientes en un tambor de 200 L, y ponga el candado de fermentación.

Dosis
Aplicar 200 L/ha.

Usos y aplicaciones
Salas-Ardila (2006) evaluó en cultivos de hortofrutícolas el uso del fermento de estiércol, y recomienda que si se va a usar como fungicida e insecticida el biofertilizante debe ser mezclado en partes iguales en agua, si se va a usar como fitohormona y nematicida se debe utilizar solo entre 20-30% del producto, también menciona que los residuos se deben aprovechar como abono.

Bibliografía

Albiach, R., R. Canet, F. Pomares, y F. Ingelmo. 2001. Organic matter components, agregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years. Biores. Technol. 77: 109-114 p.

Allen, B. E., 1989a. The restoration of disturbed arid landscapes with special reference to mycorrhizal fungi. Journal of Arid Environmental, 17: 279-286 p.

Allen, M. F., 1989b. Mycorrhizae and Rehabilitation of Disturbed Arid Soils: Processes and Practices. Arid Soil Research, 3: 229-241 p.

Altamirano-Quiroz M. T. y A. Aparicio-Renteria. 2002. Efecto de la lombricomposta como sustrato alterno en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oaxacana* Mirov. y *Pinus rudis* Endl. Foresta Veracruzana, 4(1): 35-40 p.

Arancon, N. Q., C. A. Edwards, S. S. Lee, y E. Yardim. 2000. Management of plant parasitic nematode populations by use of vermicomposts. Ohio State University. 47: 741-744 p.

Arancon, N. Q., C. A. Edwards, R. Dick y L. Dick. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. Biocycle 48(11): 51-52 pp.

Asirifi, K. N., W. C. Morgan y D. G. Parbery. 2004. Suppression of Sclerotinia soft rot of lettuce with organic soil amendments. Aust. J. of Exp. Agr. 34(1): 131-136 p.

Atiyeh R. M., J. Domínguez, S. Subler y C. A. Edwards. 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. Pedobiologia 44, 709 –724 p.

Badui D., S. 1988. Diccionario de tecnología de los alimentos. Libro editado por Editorial Alhambra Mexicana. 300 p.

Barreiro, J. F. 2003. La Luna y la agricultura. Instituto Agronómico Nacional de Paraguay (IAN). ABC Color. Caacupé, Paraguay. 1p.

Bates, M., 2005. Efficacy of composta tea on septoria leaf spot of tomato in field and greenhouse studies. Thesis of Master of Science. Kansas State University, Manhattan, USA. 36 p.

Bejarano M. C. A. y Restrepo R. J. 2002. Abonos orgánicos, fermentados tipo bocashi, caldos minerales y biofertilizantes. Editado por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Santiago de Cali, Colombia. 43 p.

Bellapart, C. 1996. Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España, 298 p.

Boehm, M. J., y H. A. J. Hoitink. 1992. Sustenance of microbial activity in potting mixes and its impact on severity of *Phytium* root rot of poinsettia. Phytopathology 82: 259-264 p.

Boehm, M. J., L. V. Madden, y H. A. J. Hoitink. 1993. Effect of organic matter decomposition level on bacterial species diversity and composition in relationship to *Phytium* damping-off severity. Appl. Environ. Microbiol. 59: 4171-4179 p.

Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España. 150 p.

Brzozowski, T., A. Dembinski, y S. Konturek. 1994. Influence of Tolpa Peat preparation on gastroprotection and on gastric and duodenal ulcers. Acta Pol. Pharm. 51: 103-107 p.

Buckau, G., P. Hooker, y V. Moulin. 2000. Versatile components of plants, soils and water, In: Ghabbour E.A. y Davies G. (eds): Humic Substances, RSC, Cambridge 86: 18-23 p.

Bunt, A. C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Boston: Unwin Hyman. 309 p.

Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotecnicas. Madrid, España. 341 p.

Burford, C. 1994. The microbiology of composting. *In*: A. Lamont (ed.). Down to EarthComposting. Institute of Waste Management, Northampton, United Kingdom. 10 –19 p.

Campos-Naula S. C. 2010. Evaluación de cuatro diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicomposta y casting), en la producción primaria forrajera de la *Brachiaria brizantha*. Tesis de licenciatura de la Escuela de ingeniería zootécnica de la facultad de ciencias pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 129 p.

Carlyle R. E., A. G. Norman. 1941. Microbial Thermogenesis in the Decomposition of Plant Materials: Part II. Factors Involved. J. Bacteriol. 41(6): 699-724 p.

Carrillo- García A., Y. Bashan y G. B. Bethlenfalvay. 2000. Resource-island soils and the survival of giant cactus, cardon, of Baja California Sur. Plant and Soil, 218: 207-214 p.

Castro M. B. y A. Ibarra V. 2007. Manual para producir biofertilizantes. Editado por ECOAGRO un paso más. Guamúchil, Sinaloa, México. 58 p.

Castillo H., A. Hernández, D. Dominguez y D. Ojeda. 2010. Effect of californian red worm (*Eisenia foetida*) on the nutrient dynamics of a

mixture of semicomposted materials. Chilean journal of agricultural research 70(3): 465-473 p.

Chaboussou, F. 1985. Healthy Crops: A New Agricultural Revolution. Monograph type Ed. John Carpenter, Charlbury, UK. (2004 translated to english). 244 p.

Chang Y. y J. J. Hudson. 1967. The fungi of wheat Straw compost. I. Ecological studies. Trans. Br. Mycol. Soc. 50: 649-666 p.

Chaoui, H., C. A. Edwards, A. Brickner, S. S. Lee, y N. Q. Arancon. 2002. Suppression of the plant parasitic diseases: *Phytium* (damping off), *Rhizoctonia* (root rot) and *Verticilium* (wilt) by vermicompost. Proceedings Brighton Crop Protection Conference-Pest and Diseases. 8B-3: 711-716 p.

Chen, W., H. A. J. Hoitink y A. F. Schmitthenner. 1987. Factors affecting suppression of *Phytium* damping-off in container media amended with compost. Phytopathology 77: 755-760 p.

Chen, W., H. A. J. Hoitink y A. F. Schmitthenner y O. H. Touvinen. 1988. The role of microbial activity in suppression of damping-off caused by *Phytium ultimum*. Phytopathology 78: 314-322 p.

Chen, J. H., J. T. Wu y W. T. Huang. 2001. Effects of compost on the availability of nitrogen and phosphorus in strongly acidic soils. Taiwan ROC. 1-10 p.

Chong, C. R. A., Cline y D. L. Rinker. 1988. Spent mushroom composta and papermill sludge as soil amendments for containerized nursery crops. Combined Proceedings of the International Plant Propagators' Society 37: 347-353 p.

Clark M. S., W. R. Horwath, C. Shennan, y K. M. Scow. 1998. Changes in Soil Chemical Properties Resulting from Organic and Low-Input Farming Practices. Agronomy Journal 90: 662-671 p.

Cooper, R. J., Chunhua Lui y D. S. Fisher. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. Crop science 38: 1639-1644 p.

Cooperband, L. R. 2000. Composting: art and science of organic waste conversion to a valuable soil resource. Lab. Med. 31(5): 283-289 p.

Corominas, E., F. Perestelo, M.L. Perez, y M.A. Falcon. 1987. Microorganisms and environmental factors in composting of agricultural waste of the Canary Islands. *In*: M. de Bertoldi, M. P. Ferranti, P. L'Hermite, and F. Zucconi (eds.). Compost:Production, Quality and Use. Elsevier Applied Science, London, United Kingdom.

127-138 p.

Craft, M. C., y E. B. Nelson. 1996. Microbial properties of composts that suppress damping-off and root rot of creeping bentgrass caused by *Phytium graminicola*. Appl. Environ. Microbiol. 62 : 1550-1557 p.

Day M. y K. Shaw. 2001. Chapter 2: Biological, chemical, and physical processes of composting. *In*: Compost utilization in horticultural cropping systems, editado por: Peter J. Stoffella y Brian A. Kahn, 18-41 p.

Díaz L. P., F. Medina L., J. Latife, A. Digonzelli P. y B. Sosa S. 2004. Aclimatación de plantas micropropagadas de caña de azúcar utilizando el humus de lombriz. RIA, Argentina. 33 (2): 115-128 pp.

Dindal, D. L. 1978. Soil organisms and stabilizing wastes. CompostaScience/Land Utilization, 19(8): 8-11 p.

Dunn, R. A. 1994. Soil organic manure, green manures and cover crops for nematode management. University of Florida, 3 p.

Edwards, C. y J. Loft R. 1977. Biology of Earthworms. Chapman and Hall. London. 321 p.

Edwards, C. A. y P. J. Bohlen, 1996. Biology and Ecology of Earthworms. Chapman y Hall, London. 425 p.

Edwards, C. A., N. Q. Arancon, E. Emerson y R. Pulliam. 2007. Suppressing plant parasitic nematodes and arthropod pest with vermicompost teas. Biocycle 48(12): 38-39 p.

Elserafy Z. M., H. A. Sonbol y I. M. Eltantawy. 1980. The problem of water hyacinth in rivers and canals, Soil Science and Plant Nutrition, 26: 135-138 p.

Epstein, E. 1997. The Science of Composting. Technomic Publishing Inc., Lancaster, Pennsylvania, p. 83.

Esquivel-Troncoso, S. 2001. Características y uso de los principales sustratos utilizados en los cultivos sin suelo. Tesis de Licenciatura. Ing. Agrónomo Especialista en Suelos. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 104 p.

Eyhorn, F., M. Heeb, G. Weldmann. 2002. IFOAM Training Manual for Organic Agriculture in the Tropics. FIBL. 1a edición. 198 pp.

Evanylo G. K. y W. Lee D. 1999. Paper Mill Sludge Composting and Compost Utilization. Compost Science and utilization. Vol. 7, No. 2, 30-39.

FAO. 2013. Supermagro: abono líquido foliar orgánico. Editado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (ONU-FAO), disponible en: http://teca.fao.org/es/

read/4199

Félix-Herrán J. A. 2009. Fermentos con lactobacilos para degradar materia orgánica. En la Memoria del IV Taller Internacional de Agricultura Orgánica El cambio de actitud con una agricultura holística sustentable, Editada por EcoAgro un paso más, Guamuchil, Sinaloa, México, 165-170 p.

Fergus C. L. 1969. The cellulolytic activity of thermophilic fungi and actinomycetes. Mycologia, 61: 120-129.

Fernández C. A. F., M. Hilgers, R. Jiménez M., y F. Sánchez G. 1993. Tratado de agricultura ecológica. Libro editado por el Instituto de estudios Almerienses de la Diputación de Almería, Cuadernos monográficos, 190 p.

Fernández, L., O. Vega, P. J. A. López. 2005. Control biológico de enfermedades de plantas. Ed. INISAV-BASF. 162-184 p.

Fernández-Zabala M. 2003. Evaluación agronómica de sustancias húmicas derivadas de humus de lombriz. Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Departamento de Ciencias Vegetales. 52 p.

Finstein M. S. y M. L. Morris. 1975. Microbiology of municipal solid waste composting. Adv. Appl. Microbiol., 19: 113-151.

Finstein, M. 1992. Composting in the context of municipal solid waste management, In: R. Mitchell (ed.). Environmental Microbiology. Wiley-Liss, Inc., New York. p. 355–374.

Fleita F. y C. Almada. 2011. Propuestas de manejo para la producción agroecológica. Editado por el Instituto de Cultura Popular, Bella Vista, Provincia de Corrientes, Argentina, 82 p.

Funes M. F. y M. Monzote. 2008. Abonos orgánicos Compost, lombricultura y abonos verdes. Editado por la asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF), La Habana, Cuba. 57 pp.

Gaitan-Bohorquez D. M. y L. I. Perez-Perez. 2007. Aislamiento y evaluación de microorganismos celulolíticos a partir de residuos vegetales frescos y en composta generados en un cultivo de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*). Tesis de licenciatura de la Facultad de ciencia en Microbiología Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 114 p.

Garcia, D., J. Cegarra, A. Roig, y M. Abad. 1994. Effects of the extraction temperature on the characteristics of a humic fertilizer obtained from lignite. Biores. Technol. 47: 103-106 p.

García-Lozano B. A., E. Olivares-Sáenz, M. del C. Ojeda Zacarías, R. E. Vázquez-Alvarado, C. Valdés-Lozano. 2009. Biorreguladores

de crecimiento, fertilizantes químicos y orgánicos en tomate (*Licopersicon esculentum* Mill.) de invernadero. XXX Ciclo de Seminarios de Posgrado e Investigación, de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México, 8 p.

Ghabbour, E. A. y Davies G. (eds). 2001. Humic substances: structures, models and functions. Based on proceedings, RSC, Cambridge, 401. p.

Golueke C. G. 1977. Biological Reclamation of Solid Wastes. Rodale Press, Incorporated, 249 p.

Gómez, F. 2001. Evaluación del Bokashi como sustrato para semilleros en la región atlántica de Costa Rica. Trabajo de Graduación, Guácimo, C. R., Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. 37 p.

Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao, España. 206 p.

Gunadi B., C. A. Edwards, y N. Q. Arancon. 2002. Changes in trophic structure of soil arthropods after the application of vermicomposts. European Journal of Soil Biology 38: 161 – 165 p.

Guzmán-García R. K. 2010. Dosis de nutriente foliar orgânico en la calidad del gladíolo. Tesis de licenciatura de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, 41 p.

Hacker, R. B. 1984. Vegetation dynamics in a grazed mulga shrubland community. I. The mid-storey shrubs. Australian Journal of Botany, 32: 239-249 p.

Hadar, Y., y Mandelbaum R.1992. Suppressive compost for biocontrol of soilborne plant pathogens. Phytoparasitica 20: 113-116 p.

Harlass, S. 1984. Uncover answers to media guessing game. Greenhouse Manager 3(5): 102-107 p.

Hartwigsen, J. y M. R. Evans. 2000. Humis acid seed and substrate treatments promote seedling root development. Hort. Science 35 (7): 1231-1233 p.

Haug, R.T. 1993. The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 717 p.

Herman, R.P., K. R. Provencio, J. Herrera-Matos y R. J. Torrez. 1995. Resource Islands Predict the Distribution of Heterotrofic Bacteria in Chihuahuan Desert soils. Applied and Environmental Microbiology,

61(5):1816-1821

Hernández-Godínez A. y O. Jiménez-González. 2003. El uso de la tierra de hoja en la producción de planta ornamental: caso Xochimilco. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en restauración forestal, de la división de ciencias forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, 106 p.

Hicklenton P. R., V. Rodd y P. R. Warman. 2001. The effectiveness and consistency of source-separated municipal solid waste and bark composts as components of container growing media. Scientia Horticulturae, Volume 91, Issues 3–4, 365-378 pp.

Hoitink, H. A. J., Y. Inbar y M. J. Boehm. 1991. Status of compostaamended-potting mixes naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crops. Plant Dis. 75: 869-873 p.

Hoitink, H. A. J. y M. J. Boehm. 1999. Control within the context of soil microbial communities: A substrate-dependent phenomenon. Annu. Rev. Phytopathol. 37: 427-446 p.

Hough J. S. 1990. Biotecnología de la Cerveza y la Malta. Zaragoza: Editorial Acribia. Pp. 133-156 p.

Ibarra-Valenzuela A. 2007a. Manual de producción, manejo y aplicación de biofertilizantes líquidos a partir de desechos agropecuarios, marinos y otros ingredientes para una agricultura holística sustentable. Editado por EcoAgro un paso más, Guamúchil, Sinaloa, México, 44 p.

Ibarra-Valenzuela A. 2007b. Manual de producción, manejo y aplicación de diferentes tipos de composta y sus mezclas para diferentes cultivos para una agricultura holística sustentable. Editado por EcoAgro un paso más, Guamúchil, Sinaloa, México, 37 p.

Illmer P., A. O. Wagner, J. Mair, C. Malin y S. Farbmacher. 2007. Chemical and Biochemical Parameters During Composting of Lawn Clippings with Special Regard to the Efficiency of a Compost Starter Kit. Journal of Compost Science & utilization, Vol. 15, No. 1, 40-46 p.

Inbar, Y. 1990. Humic substances formed during the composting of matter organic. En : Soil Sci. Soc. Am. J. 54. 1316-1323 p.

Íñiguez G., R. Rodriguez y G. Virgen. 2005. Compostaje de material de descarne y aguas residuals de la industria de curtiduria. Revista internacional de contaminación ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México, D. F., México, vol. 22, número 003, 113-123 p.

Jiménez Mejía, R y M. Caballero Ruano, 1990. El cultivo industrial

de plantas en maceta. Ediciones de Horticultura. Barcelona, España. 664 p.

Joiner, J. N. y C. A. Conover. 1965. Characteristics affecting desirability of various media components for production of container-grown plants. Proceedings of the Soil and Crop Science Society of Florida 25: 320-328 p.

Kane B. E. y J. T. Mullins. 1973. Thermophilic fungi in a municipal waste compost system. Mycologia, 65, 1087-1100 p.

Kjaer, A. 1976. Glucosinolades in cruciferae. In: The Biology and Chemistry of the Cruciferea. Eds. J.G. Vaughan, A.J. Macleod & B.M.G. Jones. Academic Press, London. 207-219 p.

Landeros, F. 1993. Monografía de los ácidos húmicos y fúlvicos, Tesis, área de hortalizas y flores, facultad de agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 145 p.

Landis, T. D. 2000. Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor, Volumen 2: Contenedores y Medios de Crecimiento. Editado por SEMARNAP y PRONARE, México, 52 p.

Lubal, P., D. Siroký, D. Fetsch, y J. Havel. 1998. The acidobasic and complexation properties of humic acids. Study of complexation of Czech humic acids with metal ions. Talanta 47: 401-412 p.

Lubal, P., D. Fetsch, y D. Siroký. 2000. Potentiometric and spectroscopic study of uranyl complexation with humic acids. Talanta. 51: 977-991 p.

Lucas, R. E.; Rieke, P. E.; Farnham, R. S. 1965. Peats for soil improvement and soil mixes. Farm Sci. Ser. Ext. Bull. 516. Lansing, MI: Michigan State University, Cooperative Extension Service. 11 p.

Mackowiak, C.L., P.R. Grossl y B.G. Bugbee. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil science society American journal 65: 1744-1750.

Madejon, E., R. López, J. M. Murillo, y F. Cabrera.2001. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: Effect on crops and chemical properties of a cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). Agric. Ecosyst. Environm. 84: 55-65 p.

Madrid F., R. López, F. Cabrera y J. M. Murillo. 2001. Caracterización de los composts de residuos sólidos urbanos de la planta de Villarrasa (Huelva). Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 16 (1): 105 - 117

Majakova, E. F. y V. A. Proskurjakov. 1972. Proc. 4th International Peat, Ontaniemi, p. 235.

Mastalerz, J. W. 1977. The greenhouse environment. New York: John Wiley and Sons. 629 p.

Mckinley, V. y J. Vestal. 1985. Physical and chemical correlates of microbial activity and biomass in composting municipal sewage sludge. Applied and Environmental Microbiology 50(6): 1395–1403 p.

Núñez M. A. 2000. Manual de técnicas agroecológicas. 1era edición, Serie de Manuales de educación y capacitación ambiental, editado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, 96 p.

Ojeda A., R. 2006. Memoria del Curso-Taller de Lombricompostaje. Centro de Educación Continua del Instituto Politécnico Nacional (CEC-Mochis, IPN), Los Mochis, Sinaloa. 37 p.

Pacheco, M. L. y J. Havel. 2001. Capillary zone electrophoretic study of uranium (VI) complexation with humic acids. J. Radioanal. Nucl. Chem. 248: 565-570 p.

Paul E. A. y F. E. Clark. 1989. Soil microbiology and biochemistry. Academic Press Limited, United States. 271 p.

Paull, J. 2008. Trophobiosis Theory: A Pest Starves on a Healthy Plant. Journal of Biodynamic Agriculture Australia. 51-54 p.

Peck, K. 1984. *Peat moss* and peats. Hummert's Quarterly 8(3): 1-5 p.

Petranka, J. W. y J. K. McPherson. 1979. The role of *Rhus copallina* in the dynamics of the forest-prairie ecotone in north-central Oklahoma. Ecology ,60: 956-965 p.

Peña-Méndez E. M., J. Havel y J. Patočka. 2005. Humic substances . compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. Journal of applied biomedicine, 3: 13-24 p.

Peña-Méndez, E. M., D. Fetsch, J. Havel. 2004. Aggregation of humic acids in aqueous solution vapor pressure osmometric, conductivity, spectrophotometric study. Anal. Chim. Acta. In print.

Poincelet, R. P. 1977. The biochemistry of composting. In: Composting of Municipal Sludges and Wastes. Proceedings of the National Conference, Rockville, Maryland, USA. 33-39 p.

Polprasert C. 1989. Organic Waste Recycling. John Wiley & Sons Ltd., Chinchester, United Kingdom, 67 p.

Pung, H., P. L. Aird y S. Cross. 2004. The use of Brassica green manure

crops for soil improvement and soilborne disease management. 3ed Australasian soilborne diseases Symposium, 8-11 Febrero.

Puustjarvi, V. 1975. Peat in horticulture. In: Organic materials as fertilizers. Soils Bull. 27. Rome: FAO: 1303-1345 p.

Rahn C. R., G. D. Bending, M. K. Turner y R. D. Lillywhite. 2003. Management of N mineralization from crop residues of high N content using amendment materials of varying quality. Journal Soil use and management. Vol. 19: Issue 3: 193-200 p.

Reines A. M., J. A. Loza L., y S. H. Contreras R. 2001. Lombricultura una biotecnología para la sustentabilidad. Editado por la Fundación Produce Jalisco y la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 59 p.

Reines A. M., J. I. Simón Z., A. Ibarra V., y B. Castro M. 2008. Memoria del III Taller Internacional de Agricultura Orgánica, editada por ECOAGRO un paso más. 93 p.

Restrepo R. J. 2005. La luna y su influencia en la agricultura. Editado por la fundación Juquira-Candirú, Colombia-Brasil-México, 75 p.

Restrepo R. J. 2007. Manual el ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. 1a ed. Managua: SIMAS, 262 p.

Restrepo R., J., S. Pinheiro y B. Castro M. 2007. Memoria del II Taller Internacional de Agricultura orgánica. Eco-Agro un paso más, Guamuchil, Sinaloa, México. 121 p.

Restrepo-Rivera J. y S. Pinheiro. 2009. Agricultura orgánica harina de rocas y la salud del suelo al alcance de todos. Libro editado por Juquira-Candirú-Satyagraha, Brasil-Colombia-México, 204 p.

Riegel, M., 2008. Efecto del té de humus en las propiedades físicas y biológicas de suelo y la dinámica nutricional de la vid, cultivar Crimson. Taller de Licenciatura. Ing. Agr. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 76 p.

Risse M. y B. Faucette. 2001. Compost utilization for erosion control. Boletin 1200, Publicado por: The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences, Georgia, USA, 8 p.

Rodríguez R. J. C., A. E. Marcano C. y N. Montaño. 2004. Caracterización química del composte nutribora y su uso combinado con un fertilizante comercial en el cultivo de tomate. Interciencia (29): 267-273 p.

Rodríguez-Reyes, J. C., A. E. Marcano-Cumana, E. Ángel y

N. Montano. 2005. Rendimiento del pimentón en respuesta al composta nutribora combinado con un fertilizante mineral y a diferentes distancias de siembra. Agronomía Trop. [online]. vol.55, No.3, 411-427 p.

Rosales D., R. 2000. Oligoelementos. Editado por la Dirección general de cultura y extensión universitaria de la Universidad de los Andes. 6 p.

Ruiz, F. J. F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánica. En: Zapata Altamirano y Calderón Arózqueta eds. Memorias Primer Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. 149 p.

Ryckeboer J., S. Cops, y J. Coosemans. 2002. The fate of plant pathogens and seeds during anaerobic digestion and aerobic composting of source separated household wastes. Compost Sci. Util., 10(3): 204-216 p.

Ryckeboer J., J. Mergaert, K. Vaes, S. Klammer, D. De Clercq, J. Coosemans, H. Insam, y J. Swings. 2003. A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. Annals of Microbiology, 53 (4): 349-410 pp.

Salas-Ardila J. 2006. Guía para la elaboración y aplicación de abonos orgánicos compostados, caldos microbianos y preparados vegetales y minerales para el control de plagas y enfermedades en cultivos hortofrutícolas (Mora, Uchuva y Tomate de Árbol). Programa integral para la gestión ambiental empresarial-PIGAE, Bogotá, C.D., 13 p.

Sanabria-León R., A. A. Rodríguez y M. Pagán. 2005. Composta como alternativa para disponer de residuos de pescadería. Revista Agronatura, publicación profesional del colegio de agrónomos de Puerto Rico, vol. 2, núm. 3, 5-7 p.

Sánchez-Hernández R., V. M. Ordaz-Chaparro, G. S. Benedicto-Valdes, D. J. Palma-López y J. S. Bolón. 2007. Chemical characteristics of several vermicomposts in México. Compost science & utilization, Vol. 15, No. 1, 47-52 p.

Sánchez-Hernández R., V. M. Ordaz-Chaparro, G. S. Benedicto-Valdés, C. I. Hidalgo-Moreno y D. J. Palma-López. 2005. Cambios en las propiedades físicas de un suelo arcilloso por aportes de lombricompuesto de cachaza y estiércol. Interciencia, Vol. 30 No. 12: 775-779 p.

Sandoval-Méndez, C., V. M. Cetina-Alcalá, R. Yeaton, L. Mohedano-

Caballero. 2000. Sustratos y polímeros en la producción de planta de *Pinus cembroides* Zucc. bajo condiciones de invernadero. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 6(2): 143-150 pp.

Sarwar, M., J. A. Kirkegaard, P. T. W. Wong y J. M. Desmarchelier. 1998. Biofumigation potential of brassicas: III. In vitro toxicity of isothiocyanates to soil-borne fungal pathogens. Plant and Soil 201: 103-112 p.

Sauri-Riancho M. R., H. A. Nájera-Aguilar, J. G. Ramírez-Herrera y G. M. Mejía-Sánchez. 2002. Aplicación del composteo como método de tratamiento de los residuos de frutas producidos en zonas de lata generación. Ingeniería revista académica de la Universidad Autónoma de Yucatán, vol. 6, número 001, Mérida, Yucatán, 13-20 p.

Scagel, R. K. y G. A. Davis. 1988. Recommendations and alternative growing media for use in containerized nursery production of conifers: some physical and chemical properties of media and amendments. In: Landis, T. D., tech. coord. Proceedings, combined meeting of the Western Forest Nursery associations; 1988 August 8-11; Vernon, BC. Gen. Tech. Rep. RM-167. Ft. Collins, CO-USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 60-65 p.

Schuldt, M., 2004. Lombricultura fácil. Workgraf, La Plata. 152 pp.

Schuldt M., R. Christiansensz; L. A. Scatturiez y J. P. Mayo. 2005. Pruebas de aceptación de alimentos y contraste de dietas en lombricultura. Revista electrónica de veterinaria REDVET. Vol 6, No. 7, 12 p.

Steiner, R. 1988. Curso sobre agricultura biodinámica. Editora Rudolf Steiner. Madrid, España. 282 p.

Strom P.F. 1985. Identification of thermophilic bacteria in solid-waste composting. Appl. Environ. Microbiol., 50: 906-913.

Sutton M. A. y D. Fowler. 2002. Introduction: fluxes and impacts of atmospheric ammonia on national, landscape and farm scales. Environmental pollution. 119, 7-8 p.

Tan, K.H. y V. Nopamombodi. 1979. Effect of different levels of Humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zea mays*). Plant and soil 51: 283-287 p.

Tisdale, S. L. y W. Nelson. 1966. Soil fertility and fertilizers. Segunda edición. Macmillan company. New York, Estados Unidos. 694 p.

Turkmen, Ö., A. Dursun M. Turan, y Ç. Erdinç. 2005. Calcium and

humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. Taylor & Francis group. 168-174 p.

Vázquez-Benítez N., C. M. Acosta-Durán, y R. Oliver-Guadararma. 2011. Rendimiento de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) como efecto de la aplicación de abonos orgánicos en Puebla, México. Investigación Agropecuaria. Volumen 8(1). 16-30 p.

Volke-Sepúlveda, T., J. A. Velasco Trejo. 2002. Tecnologías de remediación para suelos contaminados. Editorial INE-SEMARNAT. 37-38 p.

Waksman, S. A. 1936. Humus. Williams and Wilkins, Baltimore, MD., 234-237 p.

Whitcomb, C. E. 1988. Plant production in containers. Stillwater, OK: Lacebark Publications. 633 p.

Worrall, R. 1976. The use of sawdust in potting mixes. International Plant Propagators Society Combined Proceedings. 26: 379 - 381

Yánez-Chango, J. A. 2004. Respuesta del cultivo de la zanahoria (*Daucus carota*) variedad chantenay royal a tres tipos de fertilizantes organicos. Tesis de licenciatura, de la Escuela de ingeniería agronómica de la facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador, 59 p.

Zavaleta-Beckler, P., L. J. Olivares-Orozco, D. Montiel-Salero, A. Chimal-Hernández y L. Scheinvar. 2001. Fertilización orgánica en xoconostle (*Opuntia joconostle* y *O. matudae*). Publicado como nota en Agrociencia 35: 609-614 p.

Zeman C., D. Depken y M. Rich. 2002. Research on how the composting process impacts greenhouse gas emissions an global warming. Compost Science and Utilization. 10, 72-86 p.

Zubillaga M. S. y R. S. Lavado. 2001. Biosolids compost as component of potting media for bedding plants. Gartenbauwissenschaft Stuttgart, Alemania, 66 (6). 304-309 p.

Biorracionales e insecticidas orgánicos

Cipriano García Gutierréz
Jaime Alberto Félix Herrán

Introducción

La agricultura surgió hace miles de años, y desde sus orígenes los insectos y los patógenos han estado asociados a los cultivos. Con el aumento de la población mundial fue necesario acelerar la producción de alimentos y en esta situación se generó la Revolución verde[1], que al tiempo que incrementó la productividad agrícola, causo contaminación y erosión de los suelos.

Para superar la crisis de la agricultura convencional se buscó producir de una forma amigable con el ambiente, y en lugar de empobrecer el suelo se intentó mejorar su fertilidad, lo que generaría plantas sanas y productos de mayor calidad. Estas formas de producción agrícola se denominan sistemas biológicos, ecológicos, orgánicos o biodinámicas.

La finalidad de estos métodos de producción se basa en el manejo integrado de plagas (MIP), que considera todos los métodos de control (físico, cultural, químico y biológico) y contempla las repercusiones económicas, sociales y ecológicas de estos. Un producto biorracional al ser orgánico es inocuo al ecosistema, por lo que no provoca desequilibrios ecológicos. De entre las sustancias y

1 Gran parte de la producción mundial de alimentos de la actualidad se ha logrado gracias a lo que se conoce como *Revolución verde*, ocurrida entre 1940 y 1970 en Estados Unidos. Esta consistió en utilizar variedades mejoradas de maíz, trigo y otros granos, cultivando una sola especie en un terreno durante todo el año (monocultivo), y la aplicación de grandes cantidades de agua, fertilizantes y plaguicidas. Con estas variedades y procedimientos, la producción es de dos a cinco veces superior que con las técnicas y variedades tradicionales de cultivo.

minerales permitidos en el manejo de plagas están: aceites minerales ligeros, aceites vegetales, ácido bórico, ácido peracético, ácidos naturales (vinagre), ajo, ajonjolí, alcoholes (etanol e isopropanol), aminoácidos azufrados, anona, arenas, azufre, bicarbonato de potasio, boratos, cacao, café, cal apagada, carbonato de amonio, cempasúchil, ceniza vegetal, ceniza volcánica, ceras, chile, cítricos, cloro, cola de caballo, cuasia, diente de león, dióxido de azufre, epazote, espinosad, estreptomicina, etileno, feromonas, fosfato férrico [ortofosfato de hierro (III)], gelatina, harina de alfalfa, hierba de cucaracha, higuerilla, jabones, lecitina, manzanilla, mentol, milenrama, minerales, nim, ortiga, paraíso, permanganato de potasio, peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), piretro, propóleo, resinas vegetales, roble, tabaco, tetraciclina (complejo de calcio de oxitetraciclina), tierra de diatomeas y valeriana.

Importancia de su uso

Los insectos plaga representan el principal factor de estrés biológico responsable de la pérdida de productividad de los cultivos agrícolas. Para el control de estos insectos durante la Revolución verde comenzó el uso de compuestos químicos a base de plomo, mercurio y cadmio, entre otros; con el paso del tiempo se observó que trazas de los compuestos que se utilizaban para controlar a las plagas quedaban en los alimentos, y estos al ser consumidos por el ser humano se iban acumulando en el cuerpo generando diversas enfermedades.

La necesidad de cultivar plantas más sanas que produjeran alimentos de mejor calidad llevó a los agricultores a buscar otras alternativas, una de estas fue el uso de caldos minerales y bioinsecticidas, los cuales vinieron a retomar tradiciones como la de poner la semilla en ceniza para prevenir el ataque por hongos y gorgojo, entre otros.

Las plantas producen una gran variedad de metabolitos secundarios los cuales están relacionados con los mecanismos de defensa de las plantas. Para obtener estos compuestos, se puede hacer por extractos (acuosos o polvos) o también se pueden usar disolventes para obtener diferentes compuestos según su polaridad.

De estos metabolitos algunos han mostrado efecto antimicrobiano, entre estos compuestos podemos encontrar: flavonoides, fenoles, terpenos, aceites esenciales, alcaloides, lectinas y polipéptidos. Los extractos de plantas han demostrado propiedades antifúngicas,

antibacterianas, estimulantes del desarrollo vegetal o también activan los mecanismos de defensa contra plagas y enfermedades de la planta.

Las plantas al evolucionar desarrollaron mecanismos de protección como la repelencia y la acción insecticida. Al extraer estos metabolitos algunos se utilizan como insecticidas orgánicos, los cuales constituyen una alternativa para el manejo de insectos, aun cuando solo se han probado pocas plantas de las 250 000 especies que existen.

Para que los compuestos de una planta puedan usarse como bioinsecticida deben reunir los siguientes requisitos:

a. Ser efectivos contra una amplia gama de plagas.

b. No debe ser tóxica para mamíferos, especies acuáticas y ser inocuo al ecosistema.

c. Ser renovable.

d. Tener alta concentración del ingrediente activo.

e. El ingrediente activo extraído debe ser estable, así como en almacén (el problema de las sustancias botánicas es su inestabilidad).

f. Su procesamiento debe ser fácil.

g.Las plantas deben ser fáciles de cultivar y adaptables a diferentes ambientes.

h. No deben de competir con plantas usadas como alimento.

Para el aprovechamiento óptimo de estas plantas estas deben tener las siguientes propiedades insecticidas, sin que ello implique un deterioro al ecosistema: repelente, atrayente, insecticida, fungicida, herbicida, rodenticida, causar esterilidad, afectar el desarrollo de la plaga, supresor del apetito del insecto y nematicida.

Caldos minerales

Los caldos minerales se preparan con el objetivo de controlar plagas y enfermedades, y además incorporar nutrimentos al suelo. Estos pueden ser calientes o fríos, son preparados a base de materia orgánica y minerales, los cuales reaccionan transformando la materia prima original en sustancias más simples que pueden ser fácilmente asimilables por la planta, para mejorar la adherencia de los caldos minerales se puede agregar savia de nopal, para lo cual se toman tres pencas de nopal y se cortan finamente, se colocan en una cubeta, se llena de agua la cubeta y se deja reposar 24 h. Se filtra el agua con un paño, esta agua se agrega a los caldos

minerales para mejorar su adherencia, a continuación se presentan algunos ejemplos de estos, también se puede emplear la savia de sábila, se agregan 250 mL de savia equivalente a dos a tres hojas de sábila/ L de caldo.

El azufre (S) es muy empleado, principalmente para tratar enfermedades en los cultivos como el mildeu y el moho, popularmente conocidos como cenicillas. También controla varios insectos: ácaros, trips, cochinillas, brocas, sarnas, royas, algunos gusanos masticadores, huevos y algunas especies de pulgones. El azufre es usado de distintas formas: en polvo y en la forma de varios compuestos a base de Ca, no es soluble en agua, lo podemos preparar en forma de excelentes emulsiones que le dan posibilidad de ser empleado en pulverizaciones.

El silicio (Si) es el elemento electropositivo más abundante en la corteza terrestre, que tiene funciones en la planta y en el suelo, en el suelo mejora la disponibilidad del P, reduce la lixiviación de los nutrimentos en suelos arenosos, especialmente N y K; en la planta mejora la resistencia natural contra el ataque de los patógenos *Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lév. (1851), *Diplocarpon rosae* Wolf (1912) *y Botrytis cinerea* (De Bary) Whetzel (1945), y de insectos como el minador de la hoja *Liromyza trifolii* Burgess (1880), entre otros.

Este subproducto es la principal fuente de energía para la fermentación de los abonos orgánicos, favoreciendo la multiplicación de la actividad microbiológica.

Caldo sulfocálcico

Este caldo consiste en la mezcla de azufre y cal que se pone a hervir en agua durante 30 min, al combinarse forman un compuesto denominado polisulfuro de calcio. Esta es una manera muy práctica de hacer soluble el azufre en agua, a través de la cal y la presión del calor que recibe durante el tiempo en que está hirviendo la mezcla. La cal debe ser viva (CaO) y debe contener al menos 90% de CaO y menos del 5% de Mg, porque el Mg favorece la formación de compuestos insolubles que aumentan la cantidad de sedimentos.

Si no usa cal viva puede usar cal apagada (cal hidra o de construcción), pero debe ser de la mejor calidad y debe usarse una tercera parte más en peso de lo indicado en la fórmula.

No use cal vieja que ha sido apagada por el aire, ya que al absorber CO_2 se ha convertido en carbonato de calcio ($CaCO_3$).

El azufre lo podemos encontrar en diferentes formas comerciales como las flores de azufre o azufre vegetal, el más común es en terrones y el azufre finamente molido. La flor de azufre es la de mejor calidad para la preparación del polisulfuro, si está molido finamente y pulverizado, puede usarse, siendo más barato.

Forma de preparación

Mezclar 20 kg de azufre con 10 kg de cal en seco, agregar 100 L de agua hirviendo, mezclar hasta que el azufre se disuelva bien. Revolver 30 min (al momento de hervir tiende a subir la espuma por lo que se recomienda batir más fuerte para aplicarle más aire y evitar que se tire). El producto terminado es de color teja o ladrillo.

Usos

El caldo es acaricida, fungicida y mata garrapatas en ganado, en plantas estimula la síntesis de proteínas. Una restricción es que no se debe aplicar en épocas de floración. Disolver 5 L en 100 L de agua, y de esa solución aplicar 5-7 L/ha.

El caldo sulfocálcico, por sus múltiples modos de acción (repelente, nutricional, acaricida, fungicida e insecticida) es fundamental emplearlo a diferentes concentraciones para cada caso específico.

Después de retirar todo el líquido en el fondo del recipiente donde se preparó el caldo, queda un sedimento arenoso de color verde amarillento, esta pasta sulfocálcica también puede ser usada.

Como pasta se puede emplear para protección de árboles recién podados, estimula la cicatrización, se recomienda mezclar 1 kg de pasta sulfocálcica en 2 L de agua. Se aplica directamente sobre la zona afectada con una brocha o pincel grueso. Se recomienda pintar los troncos y ramas de árboles que puedan ser afectados por cochinilla y como repelente de insectos. Se recomienda diluir 1 kg de pasta sulfocálcica en 3 L de agua. La pasta sulfocálcica se puede emplear para recuperación de frutales que tienen el tronco y ramas cubiertos de musgo y liquen. Se recomienda limpiar los árboles con un cepillo con cerdas de acero y después con ayuda de una brocha se cubre la zona afectada con la pasta.

Caldo sulfocálcico + sulfato de zinc

El sulfato de zinc ($ZnSO_4$) es una mezcla con azufre, que se puede emplear para corregir las deficiencias nutricionales de muchos cultivos por carencia de este nutrimento, en especial en cítricos.

La deficiencia de zinc en los árboles de naranja se manifiesta en la forma de manchas cloróticas llamadas foliocelosis. Aunque esta también puede estar asociada a la falta de calcio en el suelo.

Forma de preparación

Se agregan 25 kg de sulfato de zinc a 100 L de caldo sulfocálcico, se calienta y agita vigorosamente.

Usos

Controlar principalmente mohos y mildeu en el cultivo de la parra. En Brasil esta mezcla está recomendada para estos mohos en los cultivos de fríjol, cebolla y ajo. Se usan 2 L/árbol en aguacate y mango. Se disuelve en agua y se aplica con brocha, para control de gomosis en frutales (cítricos).

Caldo silico-sulfocálcico

El procedimiento de preparación de este caldo es igual al descrito anteriormente para el caldo sulfocálcico, la única diferencia consiste en cambiar 50% de la cantidad de cal por 50% de ceniza vegetal, esta ceniza puede provenir de cascarilla de arroz o de cola de caballo.

Tanto el procedimiento, el tiempo de cocción, el enfriamiento, el envasado y las recomendaciones de la aplicación para los cultivos son las mismas. La diferencia de este caldo con el caldo sulfocálcico es su acción protectora y fortalecimiento de toda el área de la lámina foliar en los cultivos. Las hojas quedan más gruesas y resistentes contra el ataque de enfermedades y algunos insectos raspadores de hojas.

El silicio forma complejos con otros elementos, como manganeso, aluminio, potasio, cobre y zinc. Este caldo favorece la resistencia de los cultivos a la falta de agua y a las plagas.

Forma de preparación

Mezclar en seco 5 kg de cal viva, 20 kg de azufre, y 20 kg de ceniza vegetal; hervir 100 L de agua, agregar la mezcla y calentar máximo 30 min. Dejar enfriar y aplicar, ayuda en la resistencia de planta para insectos chupadores. Se puede guardar de seis meses a un año.

Usos

Se puede aplicar disolviendo 2 L del caldo en 20 L de agua. Disolver 3.5 L de caldo en 100 L de agua.

Efectividad

Restrepo-Rivera y cols. (2007) han demostrado que el uso de este caldo en los cultivos de plátano y banano ha mejorado la resistencia de estos cultivos contra la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (1969).

Mientras que Heredía-Álvarez (2008) evaluó el efecto del caldo bordelés 2%, caldo sulfocálcico y del caldo visosa sobre las enfermedades mancha aceitosa *Xanthomonas campestris* (Pammel 1895) Dowson 1939 *emend*. Van den Mooter y Swings 1990), antracnosis (*C. gloeosporioides*) y mancha ojo de pollo (*Phomopsis* spp.).

Castro-Blandón (2007) menciona que el azufre presente en el caldo sulfocálcico ayuda en el manejo de ácaros en chile dulce, habichuela, tomate, cebolla, ajo y rosas; insectos como áfidos, trips y mosca blanca; además se puede emplear como repelente para insectos masticadores, chupadores y mamíferos como conejos de campo; en ganado bovino se puede emplear en el control de la garrapata y en cerdos para ácaros de la sarna; también se emplea en enfermedades producidas por hongos como el tizón temprano y tardío, mancha de hierro y roya en cafetos.

Restrepo (2007) menciona que la pasta sulfocálcica se emplea en el tratamiento de troncos y ramas de árboles atacados por cochinillas, brocas o taladradores, y árboles podados, principalmente en aguacate, mango y cítricos; el caldo silicosulfocálcico a diferencia del caldo sulfocálcico, se emplea para fortalecer el área foliar de los cultivos, lo que las hace más resistentes a enfermedades e insectos.

Caldo ceniza (potasio y sales)

La ceniza de plantas (madera, rastrojos, entre otros) tiene un alto contenido de potasio, calcio, magnesio y otros minerales esenciales para las plantas (Figura 9). Puede utilizarse como fertilizante si no contiene metales pesados u otros contaminantes (resinas, barniz, u otros). La ceniza suele presentar pH alcalino, por lo que se puede mezclar con agua y dejarla un tiempo al aire para que se neutralice el pH al combinarse con el CO_2 del medio ambiente. También se puede mezclar con humus, lo que favorece la disponibilidad de nutrimentos, debido al carácter ácido del humus.

Figura 9. Ceniza de hojarasca de olivo negro, Bucida buceras*.*

Forma de preparación

Mezclar 20 kg de ceniza vegetal con 2 kg de jabón comercial de barra rayado, disolver en 200 L de agua.

Usos

Se emplea como protector para la planta contra mosca blanca y pulgón. Disolver 10 L de caldo en 100 L de agua.

Caldo emulsión ceniza

Con la ceniza también se puede preparar una emulsión con jabón y ceniza, el jabón es un insecticida de contacto para el control de plagas, el efecto que tiene sobre los insectos plaga es variado: en las hormigas actúa cerrando los espiráculos evitando la entrada de oxígeno; aunado a esto el jabón diluye la grasa corporal de los insectos volviéndolos más débiles causando la muerte por asfixia y deshidratación.

En insectos pequeños actúa pegando las alas, además sirve como adherente de otros productos que se aplican a los cultivos mejorando su efectividad en el control de mosca blanca, ácaros, trips, hormigas y otros insectos pequeños.

Forma de preparación

Calentar 100 L de agua, mezclar 20 kg de ceniza vegetal cernida y 2 kg de jabón de barra (no detergente), ya que baje la espuma agregar 2 L de diesel o 2 L de aceite mineral (funcionan como adherentes).

Usos

Para el control de cochinilla, mosca blanca y pulgón. Se disuelve la cantidad de 1 L del caldo en 20 L de agua, para el caso de las bombas espalderas y para aplicaciones en volúmenes mayores se disuelven 5 L del caldo por cada 100 L de agua. Disolver 5 L de la emulsión en 100 L de agua.

Recomendaciones en cultivos

Este caldo se puede mezclar con las aplicaciones de los biofertilizantes y los caldos minerales (visosa y bordelés), cumpliendo con la función de adherente y al mismo tiempo refuerza la protección de los cultivos, principalmente el sistema de la lámina foliar.

Su principal función es controlar cochinillas, escamas y el gusano cogollero del maíz.

Para hacer más eficiente la aplicación de este caldo en el control de los insectos de cuerpo ceroso y escamas, se recomienda prepararlo en la forma de emulsión mineral; agregándole 2 L de petróleo o queroseno.

El queroseno o el petróleo, debe ser agregado al momento de bajar el recipiente del fuego, cuando el jabón y la ceniza estén mezclados.

Pasta mineral con cebo, ceniza y azufre

Esta pasta es útil para el control de plagas y enfermedades. Como se mencionó, la ceniza es fungicida y también se puede usar para preservar semillas.

Forma de preparación

En una lata metálica derretir 10 kg de cebo, después agregar 4 kg de ceniza vegetal agitando vigorosamente y por último añadir 1 kg de azufre, esta mezcla puede durar entre 20-30 min de cocimiento. La pasta está lista cuando la mezcla tenga una coloración verdosa. Retire la lata del fogón y cuando la pasta se comienza a solidificar, agregue gradualmente 2 L de alcohol, agitando muy bien la mezcla y deje enfriar.

El alcohol hace que el jabón esté en forma líquida, formando un quelato y facilitando su solubilidad para ser aplicado en los cultivos.

Usos

Las aplicaciones pueden iniciarse con intervalos semanales o

quincenales dependiendo de la necesidad de los cultivos. La cantidad que se puede utilizar por cada 100 L de agua, varía desde un ¼ a 3 L. Es ideal para la prevención y control de la mosquita blanca, cochinillas, pulgones y prevención de enfermedades fungosas. Es una excelente solución como adherente en los cultivos de hojas muy cerosas, como las plantas xerófitas o cultivos tropicales, donde su alta insolubilidad no permite disminuir la tensión superficial del agua de uso agrícola.

Efectividad

Javaid y Ramataklapela (1996) evaluaron la efectividad de la ceniza y arena contra gorgojos del frijol *Callosobruchus maculatus* Fabricius (1775) en semillas de frijol, encontraron que el efecto de la ceniza fue estadísticamente similar al efecto del malatión.

Poswal y Akpa (1991) probaron el extracto de nim, aceites vegetales, ceniza y soluciones jabonosas, como medida de control de plagas y enfermedades en cultivos importantes en Nigeria.

Verma (1998) menciona que en la región de los Himalaya en India, es común que se rocíen los cultivos con ceniza de madera mezclada en agua para incorporar nutrimentos (como fuente de fósforo) y para proteger las plantas de plagas y enfermedades, como gusanos, orugas y grillos.

Restrepo (2007) menciona que el caldo ceniza se emplea para el control de cochinillas, escamas y el gusano cogollero en maíz; la pasta mineral se emplea para la prevención y control de la mosquita blanca, cochinillas, pulgones y para la prevención de enfermedades fungosas.

Ramón y Rodas (2007) probaron la aplicación de ceniza en el cogollo de maíz para el manejo del barrenador del tallo *Diatraea* sp., gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (1797), gusano cortador *Agrotis ipsilon* Hufnagel (1766).

También mencionan que para el manejo de quemazón *Pyricularia oryzae* Cavara (1891) en arroz, recomienda aplicar 100 g de ceniza vegetal /m^2 al año.

Caldo de estiércol de caballo

A este caldo también se le conoce como Agroplus casero, que se emplea como fuente de nutrimentos y en el manejo integrado de plagas, al ser usado como preventivo en el ataque de hongos foliares y nematodos.

Forma de preparación

Disolver 40 kg de estiércol de caballo en 100 L de agua y sacar las impurezas como palos y hojas. Se disuelven 6 L de melaza en 30 L de agua y se mezclan con 2 L de suero de leche. Luego se agregan 2 oz (onzas) (57 g) de agua oxigenada y se revuelve durante 15 min.

Al final se cubre el recipiente con una tela o malla para permitir la llegada de oxígeno y evitar la entrada de insectos.

Usos

Es un buen fertilizante foliar y actúa además como insecticida y fungicida. Como foliar se combinan 10 L de caldo en 20 L de agua, se aplican los 30 L/ha, en intervalos de 10 días.

En suelos se combinan 10 L de caldo en 30 L de agua, se aplican los 40 L/ha, en intervalos de 10 días.

Para pastos, frutales y hortalizas se mezclan 10 L de caldo en 10 L de agua, y se aplican los 20 L/ha. Para cafetales se mezclan 10 L de caldo en 60 L de agua, y se aplican los 70 L/ha.

Efectividad

Salas-Ardila (2006) evaluó el uso del estiércol fermentado y obtuvo buenos resultados para repeler plagas y enfermedades en mora, uchuva y tomate. Weltzien (1990) reporta que mediante la aplicación de extracto de estiércol, se puede reducir la intensidad de ataque de algunas enfermedades foliares, como *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary 1876, en papa y tomate.

Caldo bordelés al 1 y 2 %

El caldo bordelés fue inventado por el químico bordelés Ulysse Gayon y el botánico Alexis Millardet en 1880, es una mezcla entre sulfato cúprico y cal, que se ha utilizado ampliamente para el control de insectos plaga. Para preparar el caldo bordelés se mezclan agua, sulfato de cobre y cal colar y aplicar (disolver en 10 L de agua tibia una noche antes) (Cuadro 27).

Cuadro 27. Compuestos para preparar 100 L de caldo bordelés al 1 y 2%.

Componentes	Cantidad	
	1%	2%
Agua	100 L	100 L
Sulfato de cobre ($CuSO_4$)	1 kg	2 kg
Cal	1 kg	1 kg

Forma de preparación

Se disuelve el sulfato de cobre en una cubeta, luego se agrega la cal y se vierte el agua restante, debe colarse antes de su aplicación.

Usos

Se ha utilizado ampliamente para el control de enfermedades provocadas por hongos (Cuadro 28). Para su uso el caldo bordelés al 1 y 2% se mezclan 10 L del caldo en 10 L de agua.

Cuadro 28. Cultivos en los que se utiliza caldo bordelés para el control de patógenos causantes de enfermedades.

Cultivo	Enfermedad		Dosis
	Nombre común	Nombre científico	
Algodón *Gossypium hirsutum* L. (1763)	Pudrición de la bellota	*Aspergillus niger* P.E.L. Van Tieghem (1729)	200 L/ha a los 80 días de la siembra, en intervalos de 10-14 días
Aguacate *Persea americana* Mill. (1768)	Antracnosis	*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. (1884)	600-800 L/ha cuando los frutos tengan el tamaño de una canica, en intervalos de 10-12 días

Cultivo	Enfermedad		Dosis
	Nombre común	Nombre científico	
Ajo *Allium sativum* L. (1753)	*Alternaria* o mancha purpura	*Alternaria porri* (Ellis) Cif. (1930)	200 L/ha cuando se reporte la enfermedad en el área de cultivo, en intervalos de siete días
Cebolla *Allium cepa* L. (1753)	*Alternaria* o mancha purpura Cenicilla vellosa Botrytis	*Alternaria porri* (Ellis) Cif. (1930) *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. ex Berk. (1860) *Botrytis* spp.	200 L/ha cuando se reporte la enfermedad en el área de cultivo, en intervalos de siete días
Apio *Apium graveolens* L. (1753)	Mancha de la hoja Tizón	*Septoria apiicola* Speg. (1887) *Cercospora oryzae* Miyake (1910)	200-300 L/ha cuando aparezcan las enfermedades en intervalos de siete días
Avena *Avena sativa* L. (1753)	Mancha parda o circular Piricularia mancha parda o circular Mancha de las hojas Roya o chahuixtle	*Helminthosporium oryzae* Breda de Haan (1900) *Pyricularia oryzae* Cavara (1891) *Helminthosporium spp.* *Septoria* spp. *Puccinia* spp.	200 L/ha empezar aplicaciones en etapa de amacollamiento, en intervalos de 7-10 días

Cultivo	Enfermedad		Dosis
	Nombre común	Nombre científico	
Cacahuate *Arachis hypogaea* L. (1753)	Cercospora, Manche café de la hoja Mancha de la hoja	*Cercospora personata* (Berk. & M.A. Curtis) Ellis y Everh (1885) *Cercospora arachidicola* Hori (1917) *Alternaria* spp.	200 L/ha cuando aparezcan los primeros síntomas de la enfermedad, en intervalos de 7-10 días
Cafeto *Coffea arabica* L. (1753)	Mancha de hierro Pudrición húmeda Mal de hilachas Mal rosado	*Cercospora coffeicola* Berk. & Curtis (1880) *Rhizoctonia solani* Kühn (1858) *Corticium koleroga* (Cooke) Höhn. (1910) *Corticium salmonicolor* Berk. & Broome (1873)	600-800 L/ha cuando aparezcan las enfermedades, en intervalos de 20-30 días
Cacao *Theobroma cacao* L. (1753)	Antracnosis Pudrición negra	*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. (1884) *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler (1919)	600-800 L/ha cuando aparezcan las enfermedades, en intervalos de 20-30 días
Caña de azúcar *Saccharum officinarum* L. (1753)	Desinfección de la semilla prevención roya	*Puccinia melanocephala* Syd. & Syd. (1907)	400 L/ha aplicar en la banda sobre la semilla antes de tapar

Cultivo	Enfermedad		Dosis
	Nombre común	Nombre científico	
Maíz *Zea mays* L. (1753)	Tizones de la hoja	*Sclerospora graminicola* (Sacc.) J. Schrot. 1886 *Helminthosporium maydis* Y. Nisik. & C. Miyake (1926)	200-300 L/ha cuando aparezcan las enfermedades, en intervalos de 10 días
Mango *Mangifera indica* L. (1753)	Antracnosis Fumaginas Mancha de la hoja Roña del fruto	*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. (1884) *Gloedes pomigena* (Schw.) Colby (1920) *Cepnodium spp.* *Cercospora spp.* *Elsinoë mangiferae* Bitanc. & Jenkins (1946)	600-800 L/ha cuando aparezcan los síntomas de las enfermedades, en intervalos de 15-20 días
Papa *Solanum tuberosum* L. (1753)	Tizón tardío	*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (1876)	200-400 L/ha cuando las plantas tengan de 10-15 cm de altura, en intervalos de 7-10 días

Cultivo	Enfermedad		Dosis
	Nombre común	Nombre científico	
Papaya *Carica papaya* L. (1753)	Antracnosis del fruto Mancha de la hoja Negrilla o moho negro Pudrición del fruto	*Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk (1903) *Cercospora spp. Meliola spp. Phytophthora palmivora* (E. J. Butler) E. J. Butler 1919	200-400 L/ha a la aparición de los primeros síntomas de las enfermedades, en intervalos de 15 días
Tomatillo *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem. (1819)	Tizón tardío	*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (1876)	200-300 L/ha 15 días después del trasplante, en intervalos de 10 días

Pasta bordelés

Se trata de una pasta hecha a base de sulfato de cobre y cal. Se emplea principalmente para desinfectar los cortes en los árboles que se han podado o que han sufrido cortes o heridas y los tejidos están podridos o lesionados, como sucede con la gomosis de los cítricos.

Por otro lado, esta pasta también se puede usar para pincelar los troncos, las ramas más gruesas y la base de muchas raíces que están expuestas sobre el suelo, con la finalidad de evitar futuras enfermedades. Esta pasta es excelente para ser recomendada en el cultivo del café después de las podas y las socas (podas drásticas que sufren los cafetales para su renovación).

La preparación de esta pasta bordelés tiene el mismo procedimiento que el del caldo bordelés 1%.

Forma de preparación
Disuelva 2 kg de cal y 2 kg de sulfato de cobre en 12 L de agua, aplicar la pasta con una brocha; se usa para cicatrización de árboles.

Caldo bordelés-sulfocálcico

Desde 1940, en algunas regiones de España se recomienda preparar una mezcla de caldo bordelés al 1% con caldo sulfocálcico 1.5%, para controlar principalmente moho y mildeu en el cultivo de la vid; en Brasil la misma mezcla está recomendada para los cultivos de fríjol, cebolla y ajo.

Forma de preparación
Mezcle 100 L de caldo bordelés al 1% con 4 L de caldo sulfocálcico, se usa inmediatamente como foliar.

Usos
Aplicar 104 L de caldo/ha cuando aparezca la enfermedad.

Caldo bordelés-permanganato de potasio

Las preparaciones a base de caldo bordelés más el permanganato de potasio son recomendadas para los casos de fuertes ataques simultáneos de mildiu y moho, lo mismo que para los ataques muy severos del tizón temprano *Alternaria* spp. y tardío o gota *Phytophthora* spp., principalmente para el caso de los cultivos de tomate, papa y chile.

Forma de preparación
En 1 L del agua disolver 120 g de permanganato de potasio, agregar esta solución a 99 L de caldo bordelés al 1%.

El permanganato de potasio es usado para sustituir el azufre en el control del moho, cuando la temperatura ambiente es inferior a 20 °C, pues abajo de esta temperatura el azufre pierde mucha eficiencia como fungicida.

Permanganato de potasio como fungicida

Forma de preparación
Primero hay que disolver 125 g de permanganato de potasio en 1 L de agua tibia y después se agrega al recipiente 1 kg de cal viva o apagada, previamente diluida en 99 L de agua, para completar 100 L de caldo. Se aplica puro y directamente sobre el cultivo.

Efectividad

Salas-Ardila (2006) menciona que el caldo bordelés ayuda en el manejo de enfermedades causadas por hongos, como la roya en mora, uchuva y tomate de árbol.

Castro-Blandón (2007) indica que se puede emplear en el manejo de enfermedades producidas por hongos de los géneros *Botrytis* sp., *Oidium* sp. *Phytophtora* sp., *Cercospora* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium* sp.; bacterias de los géneros *Erwinia* sp., *Pseudomonas* sp. y *Xanthomonas* sp.; asi como áfidos y masticadores como diabróticas.

Restrepo (2007) menciona que el caldo bordelés 1% se puede emplear en cítricos para el manejo de la la verrugosis y el paño fungoso o fieltro, en guayaba controla principalmente royas y pecas, en mango y fresa se usa contra la antracnosis; la pasta bordelés se emplea para desinfectar los cortes de los árboles cuando son podados o cuando se les ha practicado alguna cirugía y el tejido está necrótico o lesionado, como sucede en la gomosis de los cítricos, también se puede usar para barnizar el tronco de los árboles para evitar enfermedades; el caldo bordelés-sulfocálcico se emplea para el manejo de mohos y mildius en el cultivo de la parra, frijol, cebolla y ajo; el caldo bordelés-permanganato de potasio se emplea para el manejo del mildeu, moho, tizón temprano *Alternaria* sp. y tardío *Phytophthora* sp. en cultivos de tomate, papa y chile.

Caldo visosa

Este preparado o caldo mineral, actúa como fungicida para el control de la roya del café *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome (1869), ha sido adaptado por los agricultores en muchos países para su aplicación, en cafetales y otros cultivos como la parra, las hortalizas y los frutales, debido a que además de cotrolar problemas por hongos también nutre a la planta con micronutrimentos.

Forma de preparación

Disolver 500 g de cal en 10 L de agua, en 90 L de agua disuelva 500 g de sulfato de calcio, 600 g de sulfato de zinc, 400 g de sulfato de magnesio y 400 g de bórax (borato de sodio o tetraborato de sodio), mezcla ambas disoluciones, para completar 100 L de caldo. El color verde lo da el Zn. Este caldo no debe guardarse, debe aplicarse inmediatamente.

Usos

Es de amplio espectro. En hortalizas (tomate, pimentón o chile dulce, repollo, coles, papa) y gramíneas se diluyen 10 L de caldo en 10 L de agua, para frutales se usa puro para controlar royas. Para café se emplea puro en el control de la roya *Hemileia vastatrix* Berk. Broome (1869), y la mancha de ojo pardo de la hoja *Cercospora coffeicola* Berkeley y Cooke (1881). En plantaciones de plátano, se emplea para controlar sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. Morelet (1969), se aplica puro o enriquecido con 1 kg de jabón o melaza de caña de azúcar al 2% para facilitar su adherencia, principalmente en lugares muy lluviosos.

Efectividad

Castro-Blandón (2007) menciona que el caldo visosa se puede emplear en el manejo de la roya en el café.

Salas-Ardila (2006) menciona también que este caldo es efectivo en el manejo de la roya en frutales como la mora, uchuva y el tomate de árbol. Restrepo (2007) afirma que el caldo se emplea en el manejo de la roya y el ojo pardo del café, y también sirve para corregir deficiencias de minerales.

Caldo bicarbonato de sodio-canela

El uso de sales inorgánicas para la protección contra algunas enfermedades en plantas se le conoce con el nombre de fitomineraloterapia. Estas sales al tener baja toxicidad en mamíferos y al ambiente se les llaman compuestos biocompatibles. Entre las sales que se han venido utilizando para el manejo de enfermedades en plantas tenemos al bicarbonato de sodio, es un compuesto que aumenta su alcalinidad cuando se almacena, agita o calienta en presencia de agua. Estos compuestos tienen efectos tóxicos sobre la estructura del patógeno, reducen la susceptibilidad del hospedante y debido a su alcalinidad modifican el pH en la superficie de la hoja.

Forma de preparación

Disolver 1 kg de bicarbonato de sodio en 100 L de agua y agregar ¼ kg de trozos de canela, agitar hasta obtener una mezcla homogénea y transparente. Se usa en el control de cenicilla en calabaza y melón.

Usos

El caldo se aplica puro (sin disolver) en los cultivos, para el control de antracnosis, mildiu, oídio, tizón temprano y tizón tardío, principalmente en los cultivos de calabaza, pepino, uva, estropajo, melón, sandía, frijol, fresa, tomate, chile, ajo, cebolla y ejote, entre otros cultivos.

Efectividad

Horst y cols. (1992) evaluaron el efecto de una disolución de bicarbonato de sodio sobre el moho *Sphaerotheca pannosa* (Wallroth) Leveille (1851), y la mancha negra *Diplocarpon rosae* Wolf (1912), encontrando resultados positivos con aplicaciones semanales de una solución 0.063 M de bicarbonato de sodio 1.0% (v/v).

Palou y cols. (2001) evaluaron el efecto del tratamiento de inmersión de la naranja en agua caliente, carbonato de sodio y bicarbonato de sodio sobre moho verde y azul de la naranja *Penicillium italicum* Wehmer (1894).

Obagwu y Korsten (2003) probaron el efecto de los aislados de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg 1835) Cohn 1872 F1, L2, y L2-5, solos y en combinación con bicarbonato de sodio contra el moho verde y azul de la naranja (*P. digitatum* y *P. italicum*), el aislado F1 combinado con bicarbonato de sodio presentó el mismo efecto que el fungicida control (Quazatine Plus Imazalil) que fue del 100% para ambos mohos.

Restrepo (2007) menciona que el caldo bicarbonato se emplea para el control de mildius o cenicillas y el control de *Botrytis* sp., principalmente en los cultivos de calabaza, pepino, uva, melón, sandia, frijol, fresa, tomate, chile, ajo, cebolla y ejote.

Montes-Belmont y Flores-Moctezuma (2001) evaluaron el efecto del bicarbonato de sodio, extractos acuosos, etanólicos, polvos y aceites esenciales de canela *Cinnamomum zeylanicum* Blume (1826), clavo *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry (1939), epazote *Chenopodium ambrosioides* L. (1753), oregano *Origanum vulgare* L. (1753) y tomillo *Thymus vulgaris* L. (1753), solos y combinados entre sí, así como de los aceites esenciales de yerbabuena *Mentha piperita* L. (1753) y ruda *Ruta chalepensis* L. (1767) sobre dos patógenos del sorgo: *Claviceps africana* y *Fusarium thapsinum*; el bicarbonato de sodio, los extractos acuosos, etanólicos y polvos tuvieron efecto fungistático pero después de dos o tres días los

hongos recuperaron su capacidad de crecimiento; todos los aceites tuvieron efecto fungicida al igual que la combinación de los aceites de canela y clavo.

Caldo mineral a base de Zn

El sulfato de zinc ($ZnSO_4$) es una mezcla con azufre, muy útil para corregir las deficiencias nutricionales de muchos cultivos con carencia de este nutrimento, en especial en la citricultura. La deficiencia de este elemento en los naranjales se manifiesta en la forma de manchas cloróticas llamadas foliocelosis. Sin embargo, este signo también puede estar asociado a la falta de calcio en el suelo. Para el control de la foliocelosis, se recomienda hacer una buena corrección del calcio en el suelo y pulverizar los cítricos.

Forma de preparación

Disolver de forma separada de 300-600 g de sulfato de zinc en 10 L de agua, preferiblemente tibia, y en un recipiente mayor, en lo mínimo con capacidad de 100 L, disolver 200-300 g de cal viva o apagada en 90 L de agua y revolver constantemente hasta conseguir una mezcla homogénea. Luego, en la solución de la cal , se vierte el preparado del sulfato de zinc, para completar 100 L de este caldo.

Usos

Se aplica puro, directamente sobre la cobertura de los árboles. Otra alternativa que existe para trabajar con el sulfato de zinc es hacer una colada o pasta, mezclando el sulfato con la pasta sulfocálcica o silicosulfocálcica que se obtiene mezclando 1 kg de sulfato de zinc con 1 kg de pasta sulfocálcica o silicosulfocálcica en 12 L de agua. Esta preparación es en frío, no hay que llevarla al fuego, esta colada o pasta se aplica pura y de forma directa, pintando los troncos de los árboles frutales. Sirve para el tratamiento del cáncer de los troncos y tallos, es muy útil para la cicatrización de los cultivos después de las podas. Con el tiempo, esta pintura se transforma en una especie de reserva de nutrimentos donde gradualmente, con la humedad, los minerales contenidos en esta pasta se incorporan a la nutrición de la planta. Con el tiempo, lo que se ha verificado directamente en el campo es un aumento de la resistencia de los frutales contra el ataque de la mosca de las frutas.

Efectividad

Duffy y Défago (1997) evaluaron el efecto de fertilizaciones minerales traza con Zn en una cepa de *Pseudomonas fluorescens* Migula (1895), encontraron que el mecanismo primario de biocontrol de muchas enfermedades es la producción de compuestos antimicrobianos 2,4-diacetylphloroglucinol (PHL), pyoluteorin (PLT), y cianuro de hidrógeno; y que la producción de PHL y PLT es estimulada por el Zn y la producción de ácido salicílico es estimulada por el Mo y Mg, mientras que la disponibilidad de Fe es importante para la producción de cianuro de hidrógeno; el Zn aplicado solo no redujo la incidencia de la enfermedad pero al aplicarlo con la cepa CHA0 redujo en un 25% la enfermedad.

Saikia y cols. (2009) evaluaron la influencia del Zn y Cu sobre el marchitamiento del garbanzo por *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris Matuo y K. Sato (1962) y el rol de esos elementos en la producción de 2,4-diacetilfloroglucinol (DAPG), ácido salicílico (SA), piochelin (PLN) y pioluteorin (PLT) por la cepa de *P. fluorescens* 4-92 ; encontraron que el Zn y Cu aplicados en combinación con la cepa de *P. fluorescens* 4-92, tuvo mejor efecto en el control del *Fusarium* que al aplicarlos solos, demostrando que el Zn y Cu aumento la actividad de biocontrol al reducir la producción de ácido fusárico producido por el patógeno *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*.

Restrepo (2007) menciona que el caldo de Zn se puede emplear en el manejo de la deficiencia de este elemento en cítricos, que se manifiesta como manchas cloróticas conocidas como foliocelosis.

Recomendaciones generales para la aplicación de los caldos minerales

Todos los caldos deben aplicarse de preferencia en la mañana, entre las 5-10 am, o bien en la tarde, después de las 4 pm, en los horarios más frescos del día. Antes de aplicar los caldos se recomienda colarlos o pasarlos por un paño, con la finalidad de evitar la obstrucción de las boquillas de las máquinas fumigadoras, o si se aplican a mano, favorece la aplicación uniforme del caldo, sin dejar grumos o apelmazamiento en el área tratada.

Insecticidas orgánicos

En agricultura orgánica se promueve el uso de productos naturales que sirven para ahuyentar plagas, como el cempasúchil, albahaca, orégano y estafiate, buscando la independencia de insumos como

los plaguicidas.

En esta sección se presentan algunos preparados de estas plantas que sirven para controlar a varias plagas de importancia agrícola. Algunas partes contienen metabolitos secundarios que son tóxicos a los insectos y al extraer estas sustancias se obtienen los bioinsecticidas o insecticidas botánicos.

La mayoría de estos compuestos actúan por contacto o atacan el sistema respiratorio o digestivo del insecto, por lo que es amplia la gama de insectos que pueden matar o afectar. Sin embargo, su toxicidad es baja pero a diferencia de los insecticidas químicos su impacto negativo en los organismos benéficos es muy bajo si se aplican selectivamente.

Estos compuestos orgánicos son biodegradables, por lo que se vuelven inactivos en cuestión de días o incluso horas después de ser aplicados. Los extractos acetónicos, etanólicos, aceites esenciales, emulsiones y extractos crudos de plantas de las familias Anonnaceae, Asteraceae, Poaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Solanaceae, Verbenaceae y Piperaceae son algunas de las plantas que han demostrado tener potencial como larvicida, adulticida, regulador del crecimiento, repelente, quimioesterilizante, inhibidor de la oviposición, entre otras. Los insectos vectores contra los que se han realizado la mayoría de estudios corresponden a los géneros *Aedes, Anopheles, Culex, y Stegomyia*.

Es recomendable que antes de aplicar alguno de estos bioinsecticidas se hagan pruebas de efectividad en un área pequeña para evaluar su efecto.

Para mejorar la adherencia de los productos naturales se puede agregar savia de nopal, para lo cual se toman tres pencas de nopal y se cortan finamente, se colocan en una cubeta se llena de agua la cubeta, y se deja reposar 24 h Se filtra el agua con un paño, esta agua se agrega a los caldos minerales para mejorar su adherencia.

Laurel Rosa *Nerium oleander* L. (1753)

El laurel rosa (Figura 10a) tambien conocido como adelfa o narcizo es una planta de uso ornamental pero que es tóxica, debido a los heterósidos cardiotónicos que contiene, como la oleandrina y neriosina. Se usan los pétalos y hojas de la planta.

Forma de preparación
Macerar de 100-150 g de hojas en 1 L de disolvente (agua o alcohol), se le puede adicionar jabón en polvo y tierra de diatomeas. Se recomienda usar jabón en polvo porque no es abrasivo, al contrario del detergente, también se puede utilizar la savia de nopal como adherente.

Usos
Disuasivo de alimentación y repelente de chicharritas, gorgojos, afidos y palomilla dorso de diamante, nematodos del género *Rotylenchulus* spp. y *Helicotylenchus* spp.

Efectividad
Harish y cols. (2008) probaron extractos de laurel rosa y guamúchil *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (1844) contra el hongo *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker (1959), que es el agente causal de la enfermedad de la mancha marrón del arroz, y ambos extractos inhibieron el crecimiento micelial (77.4 y 75.1%).

Gómez y Vásquez (2011) mencionan que el extracto de laurel rosa tiene propiedades insecticida y repelente para insectos de cuerpo blando como el gusano de la mariposa del repollo *Plutella xylostella* L. (1758) y algunos insectos alados como moscas, áfidos y bacterias; se recomienda picar y moler 2 lb (0.907 kg) de hojas, mezclar con 2 L de agua y dejar reposar 1 h, colar y envasar el extracto, para aplicarlo se debe diluir 1 L de extracto en 17 L de agua, se debe asperjar entre 4-6 pm.

Ajo *Allium sativum* L. (1753)
El ajo (Figura 10b) pertenece a la familia de las liliáceas, cuyos bulbos o tubérculos contienen un aceite esencial que es soluble en aceites fijos e insoluble en glicerina, con un marcado olor a mercaptanos, que contiene alicina, disulfuros de alilo, propilo y dialilo, trisulfuro de dialilo, garlicina, sulfuro de dimetilo y otros componentes azufrados. De estos compuestos, la alicina y garlicina tienen efecto insecticida. Parte de la planta que se utiliza: cabeza o bulbo.

Forma de preparación
Macerar, cocer o pulverizar 100 g de ajo por L de agua. Se puede agregar jabón en polvo o aceite vegetal. El producto se diluye en 10 L de agua para asperjarlo fermentado.

Usos
Repelente, irritante, disuasivo de la alimentación; se utiliza contra gorgojos, chinches, áfidos, gusano soldado, gusano cogollero, trips, mosquitos y moscas, nematodos del género *Meloidogyne* spp.

Té de ajo
Forma de preparación
Cocer 10 dientes de ajo en 1 gal de agua por 20 min. Se debe colar cuando este frío y aplicar directamente a la planta de manera uniforme.

Usos
Para el combate de áfidos y pulgones

Te de ajo, cebolla y vinagre
Forma de preparación
Machaque, muela o licue 1 cebolla grande y 4 dientes de ajo en 2 L de agua y posteriormente agregue 200 mL de vinagre.

Usos
Se debe colar cuando este frío y aplicar directamente a la planta de manera uniforme. Se emplea en el manejo de mosca blanca, trips, chinches y chicharritas.

Efectividad
Ramón y Rodas (2007) probaron extractos de ajo, cola de caballo, nim y helecho para el manejo del barrenador del tallo *Diatraea* sp., gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (1797), gusano cortador *Agrotis ipsilon* Hufnagel (1766) en maíz; en arroz evaluaron el extracto acuoso de cebolla, cocinaron 6 oz (170.09 g) de cebolla en un gal de agua, dejar enfriar y filtre, asperjar sin diluir cada ocho días, para el control de ácaros *Schizotetranychus oryzae* Rossi de Simons (1966). Brechelt (2004) evaluó el extracto acuoso de 2 lb (0.907 kg) de bulbo con 20 g de jabón en polvo en 1 gal de agua, esperó 4 h, mezcló y filtró; para aplicarlo se diluye 1 L de concentrado en 20 L de agua, y se aplica con bomba cada 6-8 días, para el control de larvas de lepidópteros, áfidos y chinches. Ramón y Rodas (2007) probaron el uso de fermentos de ajo con chile para el control de trips en maíz.

Anona *Annona squamosa* L. (1753), chirimoya *Annona cherimolla* Mill. (1768) y guanábana *Annona muricata* L. (1753)

Las especies del género *Annona*, como la anona (Figura 10c), chirimoya (Figura 10d) y la guanabana (Figura 10e), además de controlar a insectos de importancia agrícola también son efectivas contra insectos de importancia médica como los mosquitos del género *Anopheles*, *Pediculus humanus* L. (1758), *Pulex irritans* L. (1758), *Cimex lectularius* L. (1758) y *Blattella germanica* L. (1767), entre otros. Para lo cual se preparan extractos orgánicos de varias partes del vegetal, cuyos principios activos son considerados inhibidores del crecimiento y con efecto antialimentario comparables en actividad a los mostrados por la *Isoflavona rotenona,* e incluso superiores en toxicidad a *Azadirachta indica* Juss. (1832).

Los principios activos son alcaloides llamados murcina y muricinina, el fruto posee acido málico, vitaminas; las frutas inmaduras, las semillas, hojas y las raíces de los árboles contienen substancias efectivas para el control de plagas. Parte de la planta que se utiliza: las semillas.

Forma de preparación

1 kg de semilla pulverizada o macerada en 4 L de alcohol o agua durante cinco días, 1 L del preparado se disuelve en 20 L de agua.

Usos

Inhibidor del crecimiento, disuasivo de la alimentación, repelente, afecta a gorgojos, afidos, palomilla de dorso de diamante, gusano soldado, gusano cogollero, mosquitos, moscas y cucarachas.

Efectividad

Brechelt (2004) evaluó el extracto acuoso de 2 oz (56.69 g) de semillas descascaradas y molidas de guanábana y mamón *Annona reticulata* L. (1753), mezcló en 1 L de agua, dejó reposar 24 horas. Filtró y aplicó por debajo de las hojas, para el control de larvas de lepidópteros, áfidos, trips, saltamontes y escamas.

Bobadilla y cols. (2005) evaluaron el efecto del extracto acuoso de guanabana sobre *Aedes aegypti* L. (1762), encontraron mayor mortalidad de larvas al aplicar el extracto de semillas comparado con el extracto foliar (flores y hojas), la mayor mortandad se registró con el extracto de la semilla.

Perez-Pacheco y cols. (2004) evaluaron los extractos etanólicos y acuosos de 51 especies de plantas de Oaxaca en el mosquito *Culex quinquefasciatus*, encontraron que con los extractos acuosos al 15% de *A. squamosa* y *A. muricata*, se obtiene el 10 y 15% de mortalidad, respectivamente.

Hincapié-Llanos y cols. (2008) evaluaron el efecto de los extractos con hexano, acetato de etilo y alcohol etílico de semillas de guanabana contra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (1855), el extracto obtenido con hexano fue el que presentó mejor efectividad con una mortalidad de 100% a concentraciones de 5000 ppm (partes por millón) de extractos obtenidos con alcohol etílico.

Cebolla Allium cepa L. (1753)

La cebolla es una planta hortícola de la familia de las liliáceas, el jugo fresco contiene alicina, aliina, ácido sulfociánico y sulfocianato e isosulfocianato de alilo, su aceite esencial es soluble en aceites fijos y en etanol, insoluble en glicerina y propilenglicol, de olor muy fuerte, es rico en compuestos sulfurados de la aliina como cicloaliína, metilaliína, propilaliína. Parte de la planta que se utiliza: el bulbo (Figura 10f y 10g).

Forma de preparación

Pulverizar y macerar 500 g de cebolla y disolver en un L de agua por 24 h.

Usos

Repelente de gorgojos, afidos y diabróticas, ácaros; se puede usar un adherente como jabón, sábila o aceite de soya.

Té de cebolla

Forma de preparación: cocine 2 oz (57 g) de cebolla en 1 gal de agua por 20 min.

Usos

Se debe colar cuando este frío y aplicar directamente a la planta de manera uniforme. Se emplea en el combate de áfidos y pulgones.

Efectividad

Ramón y Rodas (2007) evaluaron el extracto acuoso de 100 g de bulbo en 6 L de agua o 500 g de hojas de cebolla en 8 L de agua,

se cierne y se fumiga por las mañanas, para el control de pulgones en tomate.

Gómez (2011) menciona que el extracto acuoso de cebolla actúa como fungicida, bactericida e insecticida; su extracto acuoso tiene efecto sobre *Alternaria tenuis* Nees (1816), *Aspergillus niger* Tiegh. (1867), *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. (1884), *Fusarium oxysporum* Schltdl. (1824), *Helminthosporium* sp., pulgones, y al gorgojo castaño de la harina.

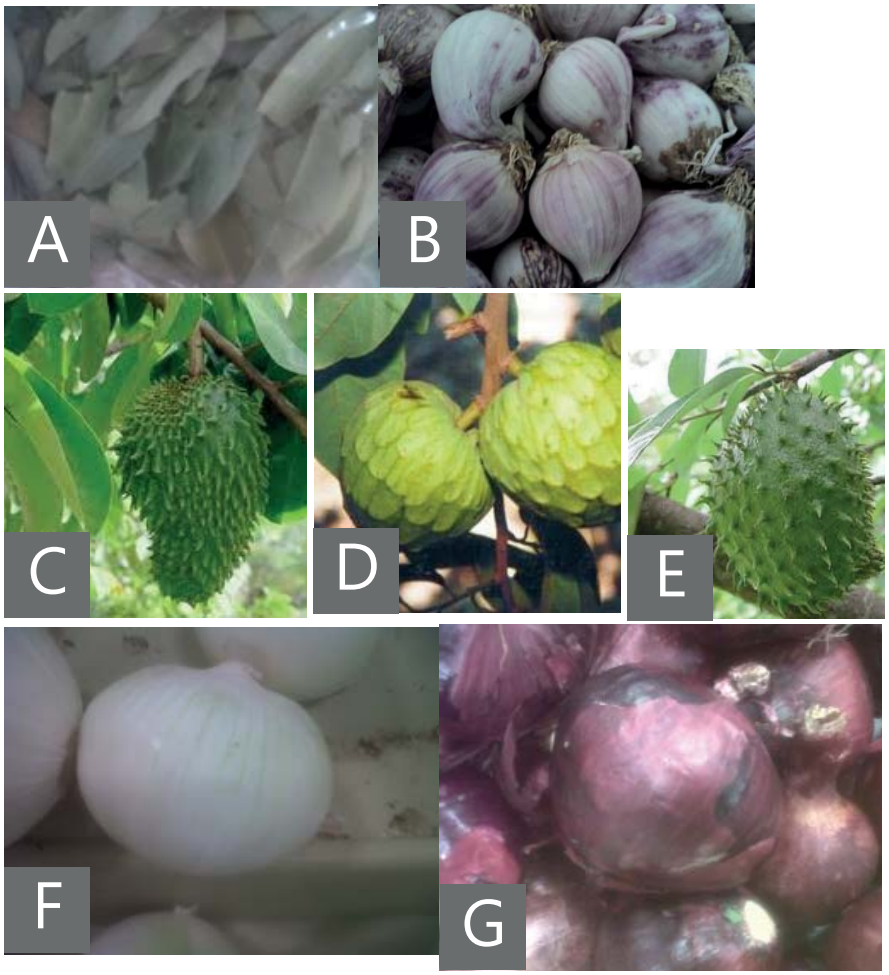

Figura 10. a) Hojas de laurel rosa. b) Bulbo de ajo. c) Fruto de anona. d) Chirimoya. e) Fruto de guanabana . f) Bulbo de cebolla blanca. g) Bulbo de cebolla morada.

Crisantemo *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Trevir.) Sch.Bip. (1844)

El crisantemo o pelitre (Figura 11a) es una herbácea anual de la família de las compuestas, cuyas flores secas y pulverizadas se usan como insecticida por contener piretrinas. Las piretrinas son derivados de ácido crisantémico, actuan por inhalación, ingestión y contacto (Badui, 1988). Las piretrinas son foto y termosensibles, se descomponen rapidamente después de aplicarlas. Parte de la planta que se utiliza: la flor.

Forma de preparación

Al igual que en el piretro, en las flores se localiza el compuesto activo. Se emplean las flores maduras en cocción o macerado; 300 g de flores secas en 10 L de agua, se puede agregar tierra diatomea o talco si se pulverizan.

Usos

Repelente y tóxico agudo para palomilla dorso de diamante, pulgas saltonas, trips, pudriciones de la papa, cucarachas, diabróticas, moscas, insectos chupadores y masticadores en general.

Efectividad

Brechelt (2004) evaluó el extracto acuoso de 300 g de flores de crisantemo en 10 L de agua para el control de larvas de lepidópteros, áfidos, saltamontes y mosquitos, obteniendo mortalidad superior al 70%.

Ramón y Rodas (2007) mencionan que el extracto de crisantemo se emplea en el control del ácaro *Schizotetranychus oryzae* Rossi de Simons (1966) en arroz.

Fleitas y Almada (2011) mencionan que la tintura de crisantemo se emplea como insecticida (pulgones y trips); para prepararla se requieren 100 g de flores en 1 L de alcohol y se deja reposar una semana, se cuela, y para aplicarse se diluyen 300 mL en 20 L de agua.

Eucalipto *Eucalyptus globulus* Labill. (1800)

El eucalipto (Figura 11b) es un árbol de la familia Mirtaceae, por arrastre de vapor se obtiene hasta 3% de aceite esencial que contiene 80% de eucaliptol, terpineol, alcoholes sesquiterpénicos y aldehídos alifáticos, algo astringente y aromático, soluble en etanol e insoluble en agua. Parte de la planta que se utiliza: hojas y tallos.

Forma de preparación

Pulverización, macerado, fermentación; durante ocho días fermentar 1 kg de hojas, tallos y ramas en 5 L de agua, el producto se diluye en 20 L de agua o bien se pulveriza, ya seco se diluye en agua. Para extraer el aceite esencial se destilan 100 g de hojas trituradas en 300 mL de agua destilada, la mezcla se lleva a ebullición durante 120 min.

Usos

Induce desorientación y es repelente reportado contra gorgojos y palomillas de granos almacenados. Tambien se emplea en el manejo de insectos, bacterias, hongos, ácaros y nematodos. Rociar la solución acuosa como preventivo y cuando se presente la enfermedad.

Efectividad

Ramón y Rodas (2007) menciona que el extracto de eucalipto se emplea en el manejo de gorgojo de los granos *Sitophilus zeamais* Motschulsky (1855) en maíz.

Ghalem y Mohamed (2008) evaluaron el efecto antibacteriano de los aceites esenciales de hojas de dos especies de *Eucaliptus* (*globulus* y *camaldulensis*) contra las bacterias *Staphylococcus aureus* Rosenbach (1884) Gram (+) y *Escherichia coli* (Migula 1895) Castellani & Chalmers (1919) Gram (-).

Navarro y cols. (1996) evaluaron el efecto antimicrobiano de 12 extractos metanólicos de plantas utilizadas en medicina tradicional en Morelos, México, contra *S. aureus, E. coli, Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter 1872) Migula (1900) y *Candida albicans* (Robin) Berkhout (1923), los extractos con mayor actividad antimicrobiana fueron los de eucalipto, granada, estafiate y llorasangre o palo amarillo.

Reyes-Guzmán y cols. (2012) evaluaron la fracción volátil de los aceites esenciales de *Eucalyptus globulus* Labill. (1800) y *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (1832) contra el barrenador de los granos *Rhyzopertha dominica* Fabricius (1792), solo el extracto de *E. globulus* ocasionó la muerte de los insectos.

Aguirre y cols. (2012) evaluaron el efecto *in vitro* (en condiciones de laboratorio) de los extractos de eucalipto, ajo y crisantemo sobre *Botrytis cinérea, Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl. (1824) y *Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lev. (1851) hongos que afectan al cultivo de rosas, encontrando que los tres extractos presentaron efecto antifúngico, aunque el efecto dependió de la concentración del extracto.

Cempasúchil Tagetes erecta L. (1753)

Al *cempasúchil* (Figura 11c) también se le conoce como flor de muerto, es un arbusto mexicano, de cuyas flores se obtiene por destilación con arrastre de vapor un aceite que contiene tagetonas, ocimeno, linalol, limoneno, α y β-pinenos, citral y canfeno. Los pétalos contienen luteína (xantofila de color amarillo) que al ser consumidos por las aves pigmentan el tejido muscular y la yema de huevo. Las raíces contienen tiofenos, los cuales tienen propiedades fungicidas, nematicidas e insecticidas. Parte de planta que se utiliza: flores y raíces.

Forma de preparación

Macerado y cocción en agua y/o alcohol; con raíces y flores secas se puede agregar jabón, sembrar intercalado en suelos con nematodos. Se puede usar jabón en polvo o aceite vegetal para que se adhiera.

Usos

Repelente, regulador de crecimiento con actividad sobre áfidos, moscas, chinches, palomilla de dorso de diamante, moscas y nematodos principalmente.

Efectividad

Alzamora y cols. (2001) evaluaron la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de eucalipto *Eucalyptus globulus* Labill. (1800), zacate limón *Cymbopogon citratus* (D.C.) Staff (1906), cempasúchil *Tagetes erecta* L. (1753), huamanrripa y puna salvia, contra *Salmonella typhi* (Schroeter 1886) Warren y Scott (1930), *Salmonella typhi*murium (Loeffler 1892) Castellani y Chalmers (1919), *Salmonella enteritidis* (Gaertner 1888) Castellani y Chalmers (1919), *Vibrio cholerae* Pacini (1854), *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter 1872) Migula (1900), *Shigella flexneri* Castellani y Chalmers (1919), *Staphylococcus aureus* Rosenbach (1884), y *Candida albicans* (C. P. Robin) Berkhout (1923). Los aceites esenciales mostraron efecto variado sobre los patógenos, ninguno de los aceites inhibió a *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter 1872) Migula (1900).

Zavaleta-Mejia (1999) menciona que el cempasúchil es una planta con propiedades fungicidas, nematicidas e insecticidas y reporta que al rotar e incorporar los residuos de cempasúchil o al asociarlo con chile o tomate se reduce significativamente el agallamiento radical por los nematodos *Nacobbus aberrans* Thorne (1935) y

Meloidogyne incognita Kofoid y White (1919). Zavaleta-Mejia y cols. (1990) reportan que con la incorporación de residuos de crucíferas (Brasicáceas) como la col o el brócoli, se redujo significativamente el agallamiento inducido por *M. incognita* en tomate.

Estafiate *Artemisia mexicana* Willd. ex Spreng. (1826)

El estafiate (Figura 11d), también conocido como ajenjo, es una planta perenne de la familia de las compuestas, de cuyas hojas y flores se obtiene por destilación con arrastre de vapor, un aceite volátil, que contiene absintina, α y β-tuyonas, β-cariofileno, pineno, sabineno, felandreno, mirceno, canfeno y bisaboleno. Parte de la planta que se utiliza: hojas y flores.

Forma de preparación

Picar bien las hojas y flores, sumergir en agua por 36 h para extraer la sustancia activa, después se cuela y se aplican de 5-8 L de extracto/ha. Para preparar un té con 0.5 a 1 kg hojas y flores /ha.

Usos

Repelente de pulgones y araña roja.

Efectividad: Ramón y Rodas (2007) mencionan que para el manejo de gusano trozador *Agrotis ipsilon* Hufnagel (1766) en cacahuate y para el manejo de hormigas en frutales, recomiendan mezclar 300 g de ajenjo con 300 g de chile en 10 L de agua y agregue 300 g de cloruro de sodio (sal de mesa), aplique en chorro sin diluir. Martínez y colaboradores (1990) evaluaron el efecto de extractos de *Artemisia mexicana* 5% probados en macerado e infusión en larvas del primer estadio de la conchuela del frijol *Epilachna varivestis* Mulsant (1850), obteniendo el 78.6 y 71.5% de mortalidad, respectivamente.

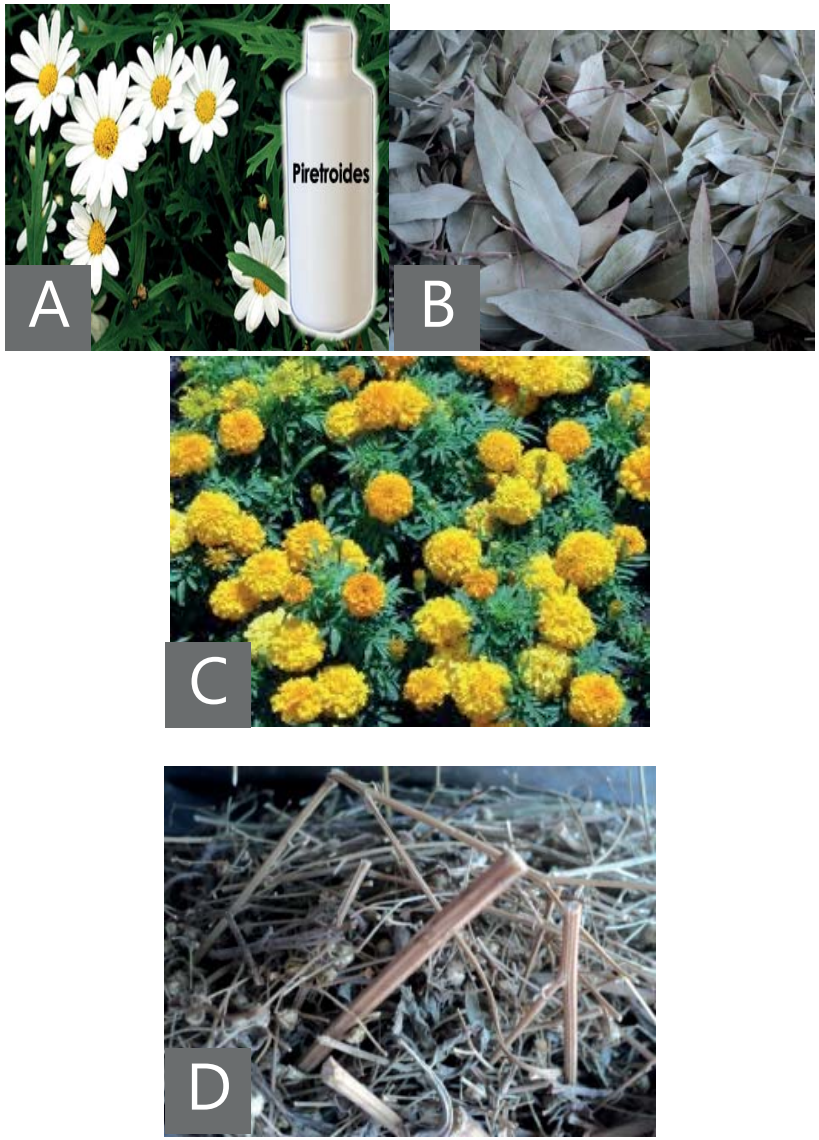

Figura 11. a) Flores de crisantemo. b) Hojas de eucalipto. c) Flores de cempasúchil. d) Ramas de estafiate.

GIRASOL *HELIANTHUS ANNUUS* L. (1753)

El girasol (Figura 12a), es una planta herbácea oleaginosa anual que puede crecer hasta 3 m, de las semillas se extrae un aceite saponificable que contiene 6.4% de ácido palmítico, 1.3% de ácido esteárico, 4% de ácido araquídico, 0.8% de ácido behénico, 66.2% de ácido linoleico y 21.3% de ácido oleico.

Aun cuando se han encontrado altas concentraciones de los hidrocarburos lactonas sesquiterpénicas y diterpenos en vellos glandulares y se ha demostrado que dichos compuestos son tóxicas e inhibidores del apetito de muchos insectos plaga del girasol. Parte de la planta que se utiliza: botones florales y flores tiernas.

Forma de preparación

Picar bien las flores y botones, o licuarlas, después se someten a extracción de la sustancia en recipientes de plástico con abundante agua, el tiempo de fermentación es de 12-24 h. Por ha se requieren 1 - 2 kg de flores.

Usos

Repelente de pulgones y de *Mythimna unipuncta* Haworth (1809).

Efectividad

Mullin y cols. (1991) evaluaron el uso de lactonas sesquiterpénicas, diterpenos y compuestos fenólicos de girasol sobre *Diabrotica virgifera* J. L. LeConte (1868), observaron que algunos compuestos actúan como inhibidores del apetito y algunos son neurotóxicos.

Gershenzon y cols. (1985) reportan que el girasol contiene altas concentraciones de lactonas sesquiterpénicas, diterpenos y compuestos fenólicos en los vellos glandulares de giral silvestre, encontrando que estos compuestos son tóxicos y tienen actividad disuasiva del apetito en insectos como el gusano soldado *Spodoptera eridania* Stoll (1781), chapulín *Melanoplus sanguinipes* Fabricius (1798), y la palomilla del girasol *Homoeosoma electellum* Hulst (1887).

Toloache *Datura meteloides* DC. ex Dunal (1852)

El toloache (Figura 12b), es una planta de la familia *Solanaceae*, es un arbusto distribuido en todo el mundo, su aceite esencial contiene dos alcaloides, llamados hyoscyamina y scopolamina. Parte de la planta que se utiliza: Se pueden usar los frutos tiernos y la planta entera en floración.

Forma de preparación

Se cortan los frutos y flores, se pican o licuan con agua, se somete a fermentación en recipientes de plástico en abundante agua,

para 1 ha se deben utilizar de 1-2 kg de frutos, flores y la planta. La fermentación dura de 12-36 h y se aplican al campo sobre los cultivos de 2-8 L/ha.

Usos
Repelente de insectos.

Efectividad
Bellila y cols. (2011) evaluaron la actividad citotóxica del extracto de toloache.

Bambawole y cols. (1995), Prithiviraj y cols. (1996) y Sarma y cols. (1999) probaron extractos crudos y etanólicos de *D. meteloides* y de otras plantas contra diversos hongos patógenos de plantas en invernadero.

Singh y Verma (1981) reportan que el extracto de hojas de *D. meteloides* posee propiedades que inhiben virus en planta. Srivastava y Srivastava (1998) probaron extractos de *Datura meteloides* en la germinación de esporas de *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. (1912), *Drechslera halodes* (Drechsler) Subram & Jain (1966) y *Helminthosporium spiciferum* (Bainier) Nicot (1953).

Higuerilla *Ricinus comunis* L. (1753)
La higuerilla (Figura 12c), es un arbusto anual leñoso que puede llegar a medir 6 m de altura, sus hojas contienen ácido gálico y otras sustancias que tóxicas para ácaros, hongos, nematodos e insectos. Parte de la planta que se utiliza: semillas y follaje seco.

Forma de preparación
Cocción, extracción de jugo de la semilla, pulverizado de semilla y follaje seco; 1 kg de hoja seca para 40-50 kg de grano almacenado.

Usos
Repelente y tóxico agudo contra áfidos, gorgojos, mosca blanca, moscas y mosquitos, nematodos de los géneros *Helicotylenchus* spp., *Heterodera* spp., *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp.

Efectividad
Aouinty y cols. (2006) evaluaron el efecto de los extractos acuosos de hojas de higuerilla *R. communis* y de corteza de thuya *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. (1892) sobre larvas en segundo y cuarto

estadio *de Culex pipiens* L. (1758), *Aedes caspius* Pallas (1771), *Culiseta longiareolata* Macquart (1838) y *Anopheles maculipennis* Meigen (1818). Se utilizaron además tres plantas locales que también son utilizadas contra los insectos, como: *Ammi visnaga* (L.) Lam. (1778), *N. oleander* L., y *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (1973). Encontraron que los extractos de las hojas de higuerilla y de thuya presentaron la mayor toxicidad, la concentración letal disminuyo a las 24 h de exposición al extracto.

Bigi y cols. (2004) evaluaron el efecto de extractos de hojas de higuerilla, y reportan que las contienen ácidos grasos y ricinina, que son tóxicos para la hormiga cortadora de hojas *Atta sexdens rubropilosa* L. (1758).

Zacate limón *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (1906)

El zacate limón (Figura 12d), es una hierba de las gramíneas de la que se obtiene por destilación con arrastre de vapor hasta 0.40% de un aceite esencial, cuyas características físicas dependen de la fuente, contiene principalmente citral, además de aldeídos isovalérico y C-10, furfural, mirceno, dipepteno, citronelal, linalol, geraniol, nerol y varios terpenos, es soluble en etanol. Parte de la planta que se utiliza: hojas frescas.

Forma de preparación

Cocción de hojas frescas durante 1 h, en una proporción 1:1, se filtra caliente, dejar enfriar, y aplicar. Las hojas frescas trituradas pueden frotarse en el cuerpo como repelente. Contiene citronela (se hacen veladoras con ella).

Usos

Repelente y tóxico agudo contra afidos, ácaros, moscas y mosquitos, nematodo *Meloidogyne incognita* Kofoid & White (1919).

Efectividad

Hernández-Díaz y Rodriguez-Jorge (2001) evaluaron el efecto de extractos vegetales de albahaca *Ocimum basilicum* L. (1753), albahaca morada *Ocimum tenuiflorum* L. (1753) y zacate limón *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, sobre cepas de *Staphylococcus aureus* Rosenbach (1884), *Staphylococcus epidermidis* (Winslow y Winslow 1908) Evans (1916), *Streptococcus faecalis* (Orla-Jensen, 1919) Schleifer y Kilpper-Bälz (1984), *Bacillus subtilis* (Ehrenberg,

1835) Cohn (1872), *Escherichia coli* (Migula 1895) Castellani & Chalmers (1919), *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter 1886) Trevisan (1887), *Serratia marcescens* Bizio (1823), *Enterobacter aerogenes* Hormaeche & Edwards (1960), *Citrobacter freundii* (Braak, 1928) Werkman & Gillen (1932), *Proteus vulgaris* Hauser (1885), *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter 1872) Migula (1900), *Shigella flexneri* Castellani y Chalmers 1919, la levadura *Candida albicans* (C.P. Robin) Berkhout (1923) y el hongo dermatofito *Trichophyton mentagrophytes* Malmeten (1845), las bacterias Gram (+) fueron más sensibles al extracto de *O. basilicum* L., en especial *B. subtilis*, también resultaron sensibles la levadura *Candida albicans* (C. P. Robin) Berkhout (1923), el dermatofito *T. mentagrophytes* y de las bacterias Gram (-) solo *P. aeruginosa* y *P. vulgaris*; frente al extracto fluido de *O. tenuiflorum* L. También las bacterias Gram (+) fueron las más sensibles, siendo *B. subtilis* la bacteria más inhibida, y de ahí siguen las bacterias Gram (-), *E. aerogenes, S. marcescens* y *K. pneumoniae*. Con el extracto de C. *citratus* (DC) Stapf también *B. subtilis* mostró mayor sensibilidad, seguido en orden decreciente por el hongo dermatofito *T. mentagrophytes*. Con relación a las bacterias Gram (-) solo *P. vulgaris* resultó inhibido por dicho extracto. Se observó también que el extracto provocó en el 71,4% de los microorganismos estudiados una acción microbicida.

Lemos y cols. (1990) encontraron que el aceite esencial de *C. citratus* tiene un efecto tóxico sobre *B. subtilis*, *S. aureus* y *T. mentagrophytes*, mientras con *E. coli* y *P. aeruginosa* el efecto fue débil.

Hammer y cols. (1999) evaluaron 52 aceites y extractos de plantas contra *Acinetobacter baumannii* Bouvet y Grimont (1986), *Aeromonas veronii* Hickman-Brenner y cols. (1988) biogrupo *sobria*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotipo *typhimurium*, *Serratia marcescens* y *Staphylococcus aureus*; los aceites que mejor inhibieron el desarrollo de los organismos fue el de zacate limón y orégano a concentraciones ≤ 2.0% (v/v).

TABACO *NICOTIANA TABACUM* L. (1753)

Es una planta (Figura 12e), de cuyas hojas se obtiene un alcaloide llamado nicotina que se obtiene por extracción alcalina de las hojas secas, se usa como insecticida de pulgones y cochinillas, actúa

por inhalación e ingestión, su derivado sulfato, que es efectivo se emplea en solución al 40%. Se utilizan hojas secas o cigarrillos.

Forma de preparación
Cocción de 20 cigarros en 10 L de agua durante 30 min y agregar 10 g de jabón.

Usos
Tóxico agudo y repelente para trips, escamas, pulgas saltonas, minador de los cítricos, minador de la hoja, diabróticas, chicharritas, mosca blanca, palomilla de arroz, gusano soldado y gusano cogollero, ácaros. Deben usarse plantas sanas, ya que algunas son hospederas del virus mosaico del tabaco (TMV), y puede infectar a la planta si se usa macerado; cocido no tiene tanto efecto. Se debe colar y aplicar el té directamente a la planta de manera uniforme. No lo use en cultivos de chile, papa y tomate, porque podría portar virus.

Efectividad
Brechelt (2004) evaluó el extracto acuoso de 12 oz (340.19 g) de tabaco seco cocido en 1 gal de agua, cocer por 20 min, y llevar a 60 L en agua, aplicar hasta tres veces cada ocho días, se ha observado efectividad para el control de adultos y larvas de lepidópteros y coleópteros.

Fleita y Almada (2011) mencionan que las hojas pulverizadas y el extracto de tabaco tiene actividad acaricida, fungicida e insecticida, sobre ácaros, moscas, trips y palomillas; en producción animal sirve para el control de garrapatas y moscas de los cuernos; en producción avícola el tabaco repele a los piojos y en producción apícola el humo de tabaco se emplea como sedante; la decocción de hojas de tabaco es insecticida (control de orugas, trips y cochinillas), para su preparación se hierven 100 g de hojas de tabaco picado en 2 L de agua 20 min, se deja enfriar y se filtra.

Paraíso *Melia azedarach* L. (1753)
Paraíso (Figura 12f) es un árbol también conocido como jacinto, jazmin o violeta de la família Meliaceae, que puede llegar a medir hasta 15 m, florece y fructifica casi todo el año, el compuesto activo que contienen sus semillas u hojas es el melantriol, actúa sobre larvas de lepidópteros, áfidos, ácaros, langostas, por mencionar algu-

nos. Parte de la planta que se utiliza: hojas, frutos maduros o verdes.

Forma de preparación

Se pican y muelen las hojas y los frutos, y se vierten en recipientes de plástico con abundante agua, para 1 ha se usa de 1-2 kg de hojas y frutos. La extracción dura de 12-24 h, después de este tiempo se cuela y se aplican de 5-6 L del extracto /ha.

Usos

Repelente arañas, barrenadores, cogolleros, garrapatas, gorgojos.

Efectividad

Ramón y Rodas (2007) probaron extractos de 30 g de semillas y 80 g de hojas de árbol del Paraiso en 1 L de agua y lo dejaron reposar de 8-12 h, lo filtraron y aplicaron concentrado cada seis días para el manejo del barrenador del tallo *Diatraea* sp., gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (1797) y gusano cortador *Agrotis ipsilon* Hufnagel (1766) en maíz.

Brechelt (2004) evaluó el extracto acuoso de 60 g de semillas o 100 g de hojas de Paraíso, espero cinco horas, mezcló y filtró, e hizo una aplicación cada ocho días, para el manejo de larvas de lepidópteros, áfidos, ácaros y langostas.

También mencionan que para el control de *Diabrotica* (*Diabrotica* spp.) en frijol, se recomienda que se muelan 30 g de semillas y 80 g de hojas de Paraíso, se agrega 1 L de agua, y se deja reposar entre 8-12 h, se filtra y aplica sin diluir cada ocho días.

120

Figura 12. a) Flores de girasol, b) Planta de toloache, c) planta de higuerilla, d) ramas de zacate limón, e) planta de tabaco, f) árbol de paraíso.

Nim *Azadirachta indica* A. Juss (1830)

El nim (Figura 13a), es un árbol de la familia Meliaceae siempre verde, de rápido crecimiento por lo que se ha utilizado en proyectos de reforestación, requiere poco agua y se adapta a casi todo tipo de suelos, su follaje y frutos contienen más de 25 sustancias y por lo menos nueve afectan el crecimiento y comportamiento de insectos, los ingredientes típicos son tripterpenoides (limonoides), de los cuales los derivados de azadiractina, nimbin y salannin, son los que tienen efecto repelente en insectos.

Parte de la planta que se utiliza: hojas (si no está fructificando) y si está fructificando se usa la semilla.

Forma de preparación

Polvo, extracción de aceite, macerado de un día a otro; 300-500 g de semilla molida en 1 L de agua; sirve para asperjar usando 10 L de agua. Se puede hacer tintura con el follaje macerado, este se pone en agua en un frasco color ámbar con el doble de agua o alcohol, y se deja reposar en obscuridad por 15 días, se puede agitar diario, en el atomizador se pone una parte de tintura de nim y dos partes de agua.

Usos

Tóxico agudo, esterilizante, repelente, disuasivo de la alimentación y oviposición, y regulador de crecimiento, reportan efecto sobre insectos como mosca blanca, gusano cogollero del maíz, gusano tabacalero, dorso de diamante, mosca minadora, gorgojos, ácaros y nematodos.

Efectividad

Nduagu y cols. (2008) probaron un extracto crudo de hojas, tallo, corteza y raíz de *Annona senegalensis* Pers. (1806), *A. indica*, *Chromolaena odorata* (L.) King y Rob. (1970), *Citrus limon* (L.) Burm. f. (1768), *Cochlospermum planchonii* Hook.f. ex Planch. (1847), *Hymenocardia acida* Tul. (1851), *Ocimum gratissimum* L. (1753), *Psidium guajava* L. (1753), *Ricinus communis* L. (1753), *Tephrosia vogelii* Hook.f. (1849) y *Vernonia amygdalina* Delile (1827), en *Colletotrichum capsici* (Syd.) E.J. Butler & Bisby (1931), agente causal de la antracnosis en pimiento, encontraron que los extractos crudos de tallo y raíz de A. *indica, V. amygdalina* y *C. planchonii* mostraron fuerte toxicidad contra *C. capsici*.

Suárez-Jiménez y cols. (2007) probaron extractos metanólicos de *Ambrosia confertiflora* D.C. (1922), *Azadirachta indica* A. Juss. (1832), *Baccharis glutinosa* Pers. (1807) y *Larrea tridentata* (DC.) Coville (1893) en la germinación de esporas y crecimiento de micelio de *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (1976).

Melathopoulos y cols. (2000) evaluaron el aceite de nim y el extracto de nim en el manejo de patógenos de la abeja *Apis mellifera* L. (1758), como *Varroa jacobsoni* Oudemans (1904) y *Acarapis woodi* Rennie (1921), aun cuando las abejas tambien sufrieron una disuación del apetito al ser alimentadas con miel de azúcar que contenía >0.01 mg/mL de nim; sin embargo, la aplicación tópica del aceite de nim a abejas infestadas probó que es altamente efectivo sobre ambas especies.

Ramón y Rodas (2007) evaluaron extractos de 30 g de semillas y 80 g de hojas de nim en 1 L de agua y lo dejaron reposar 8-12 h lo filtraron y aplicaron diluyendo 5-7 mL de extracto en 1 L de agua cada seis días para el control del barrenador del tallo *Diatraea* sp., gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (1797), gusano cortador *Agrotis ipsilon* Hufnagel (1766) en maíz.

Venadillo *Swietenia humilis* Jacq. (1760)

El venadillo (Figura 13b) es un arbol de la familia Meliaceae, la madera tiene un alto valor comercial. La infusión de extracto de semilla de venadillo se usa como tratamiento contra amibas (*Escherichia coli* y *Entamoeba hystolitica*) y lombrices. El venadillo contiene en su corteza y semillas, limonoides los cuales tienen actividad biocida. Parte de la planta que se utiliza: frutos y hojas.

Forma de preparación

Se muelen las hojas y frutos para que la superficie de contacto sea mayor, para 1 ha se usan 1-1.5 kg, el material se pone en un barril de plástico o un Rotoplast© y se llena con agua, el proceso de fermentación dura de 12-36 h, pasado el tiempo se cuela con una manta, se aplican de 5-7 L/ha.

Usos

En granos almacenados contra gorgojo y para el control de mosquita blanca, se emplea principalmente la semilla.

Efectividad

López-Pantoja y cols. (2007) probaron extractos crudos de nim y venadillo contra *Escherichia coli* (Migula 1895) Castellani & Chalmers (1919), *Staphylococcus aureus* Rosenbach (1884) y el bacteriófago P22, encontraron que los extractos etanólicos de nim y venadillo a concentraciones del 50% mantuvieron una reducción bacteriana y viral de manera constante.

Jimenez y cols. (1997) evaluaron el efecto de cuatro limonoides y humilinoides A-D de *S. humilis* y cedrenalonide de *Cedrela salvadorensis* Standl. (1929) sobre el taladro del maíz *Ostrinia nubilalis* Hubner (1796), encontraron que los dos compuestos a concentración de 50 ppm provocaron la mortalidad del 100% de las larvas de los insectos.

HINOJO *FOENICULUM VULGARE* MILL. (1768) Y CILANTRO *CORIANDRUM SATIVUM* L. (1753)

El hinojo (Figura 13c) y el cilantro (Figura 13d) son plantas herbáceas de la familia de las umbelíferas; del hinojo se obtiene por destilación con arrastre de vapor, hasta 5.5% de un aceite esencial que contiene de 50-60% de anetol, *d*-felandreno, *d*-limoneno, pineno y dipenteno, es soluble en etanol; mientras que de las semillas o fruto maduro del cilantro se obtiene, por destilación con arrastre de vapor, un aceite esencial que contiene *d*-linalol (55 – 75%), α y β-pinenos, dipenteno, geraniol y aldehído C-10, soluble en etanol. Parte de la planta que se utiliza: se cortan las plantas cuando están tiernas, cuando maduran baja su actividad repelente contra insectos.

Forma de preparación

Se pican finamente o licuan las plantas y se ponen en un recipiente de plástico con abundante agua, se deja en reposo de 4-12 h, se usa de 0.5-1 kg de planta/ha, después de este tiempo se cuela el agua, se aplican de 2-4 L /ha.

Usos

Repeler insectos en los cultivos.

Efectividad

Islam y cols. (2008) evaluaron el efecto del aceite esencial de orégano sobre larvas y adultos de *Tribolium castaneum* Herbst (1797), encontraron que con la dosis de 12 μg de aceite por ml de

agua, obtuvieron 95% de mortalidad de adultos a las 12 h, pero en larvas hasta los 16 días se obtuvo el 85% de mortalidad con esa misma concentración.

Devi y cols. (2011) evaluaron el efecto potencial como insecticida y las propiedades antiovipositorias de 18 especias sobre el gorgojo del arroz *Sitophilus oryzae* L. (1763): Ajowan *Carum copticum* L., laurel *Laurus nobilis* L., alcaparro *Capparis spinosa* L. (1753), canela *Cinnamomum zeylanicum* Blume (1826), clavo *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. y L. M. Perry (1939), orégano *Coriandrum sativum* L. (1753), comino *Cuminum cyminium* L. (1753), comino de prado *Carum carvi* L. (1753), hinojo *Foeniculum vulgare* Mill. (1768), ienogreco *Trigonella foenum-graecum* L. (1753), gengibre *Zingiber officinale* Roscoe (1807), nuez moscada *Myristica fragrans* Houtt. (1774), menta *Piper nigrum* L. (1753), chile *Capsicum annuum* L. (1753), anis estrellado *Illicium verum* Hook. f. (1888), cúrcuma *Curcuma longa* L. (1753), y encontraron que con el orégano y el hinojo a una concentración de 5% obtuvieron el 13.3% y el 86.6% de mortalidad de insectos.

Epazote *Chenopodium ambrosioides* L. (1753)

El epazote (Figura 13e), es una planta aromática perenne y más o menos pubescente de la familia Chenopodiaceae, se utiliza en América Latina y el Caribe como condimento y en medicina étnica. Su aceite esencial, que se obtiene por destilación con arrastre de vapor, compuesto principalmente de monoterpénos (C10) y sesquiterpénos (C15), principalmente ascaridol, un peróxido terpénico, en concentraciones de hasta el 70%, así como limoneno, transpinocarveol, aritasona, β-pineno, mirceno, felandreno, alcanfor y α-terpineol. Parte de la planta que se utiliza: se corta la planta cuando esta tierna (inicio de la floración).

Forma de preparación

Se pica el material verde en trozos pequeños o bien se pueden licuar, se pone en una cubeta con abundante agua, por hectárea se utilizan de 0.3-0.7 kg. El proceso de fermentación dura de 8-24 días, después de este tiempo, se cuela el líquido. Se aplican de 3-5 L/ha.

Usos

Repelente de mosquita blanca.

Efectividad

Silva-Aguayo (2005) evaluaron polvos vegetales de *C. ambrosioides* L., *Chenopodium album* L. (1753) y *Chenopodium quinoa* Willd. (1798) para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, (1855), la mayor mortalidad de insectos se obtuvo con los polvos de la inflorescencia y la mezcla de hojas y tallos de *C. ambrosioides* L. al 2% (p/p) con valores de 69.4 y 67.9% respectivamente. Silva y cols. (2003) y Orrego (2004) encontraron propiedades insecticidas sobre diversas especies de insectos asociadas a granos almacenados.

Gómez-Tovar y Rodríguez-Hernández (2013) mencionan que una solución de 500 g de epazote en 10 L de agua, se dejan reposar tres horas, se emplea como repelente de la conchuela del frijol, gusano cogollero y nematodos.

Chile *Capsicum annuum* L. (1753)

El chile (Figura 13f), es un arbusto solanáceo, cuyos frutos comestibles son ricos en alcaloides como la capsaicina, dihidrocapsaicina, nordihidrocapsaicina, homocapsaicina y otras amidas.

Además de participar en el picor del fruto, los capsaicinoides tienen diversas propiedades biológicas con efectos beneficiosos para la salud humana. Parte de la planta que se utiliza: hay muchas especies del género *Capsicum*, se recomienda usar los frutos más picosos o bien los frutos se pueden hervir en agua o tatemarlos en el fuego para que aumente su picor. Se puede utilizar el fruto (verde, seco, maduro o en polvo), también se puede utilizar la hoja y la flor.

Forma de preparación

Los frutos, hoja y las flores se pican, machacan o licuan, se vierten en una cubeta con agua abundante, y se deja en reposo de 12-24 h para que se extraiga la sustancia activa, después de este tiempo se cuela el líquido, para 1 ha se usa de 0.7-1.0 kg de material fresco y de 150-200 g de polvo. Se aplican de 5-7 L/ha.

Usos

Repelente de mosquita blanca.

Otra forma de preparar este bioinsecticida a base chile es:

Muela seis chiles picantes en 1 gal de agua. La mezcla se deja reposar por una noche. Aplicación: Se debe colar cuando este frío y aplicar directamente a la planta de manera uniforme.

Té de chile y alcohol

Forma de preparación: Se muelen 453 g de chiles, después se luego se agrega 1 L de alcohol y 3 L de agua y se deja en reposo por tres días a la sombra.

Usos

La mezcla se debe colar y se aplica a una dosis de 150 mL con bomba de 20 L. Se emplea en el manejo de coleópteros de la familia Chrysomelidae, como: *Agelastica alni* L. (1758), *Bruchus pisorum* L. (1758), *Chrysolina americana* L. (1758), *Chrysolina fastuosa* Scopoli (1763), *Chrysomela populi* L. (1758), *Clytra laeviuscula* Ratzeburg (1837), *Leptinotarsa decemlineata* Say (1824), *Crioceris asparagi* L. (1758), *Cryptocephalus vittatus* Fabricius (1775), *Lilioceris lilii* Scopoli (1763), *Luperus longicornis* Fabricius (1781), *Sphaeroderma rubidum* Graells (1853), *Timarcha* sp., *Xanthogaleruca luteola* Müller (1766), entre otros.

Té de ajo-cebolla-chile

Forma de preparación

Se muelen seis chiles picantes, 12 dientes de ajo y 1 cebolla grande, después se mezclan con 3 gal de agua. Luego se le agrega ½ barra de jabón rayado. Se revuelven todos los ingredientes y se dejan reposar por 12 h.

Usos

Actúa como repelente de insectos en general.

Efectividad

Celis y cols. (2008) evaluaron el efecto de extractos de ajo *A. sativum*, el chile *C. frutescens*, la higuerilla *R. communis*, el nim *A. indica* y el Paraíso *M. azedarach* en el manejo de ácaros, roedores, nematodos, bacterias, hongos e insectos.

Castro-Blandón (2007) menciona que el extracto alcohólico de cebolla, chile y ajo controla las siguientes plagas: gusano del repollo *Plutella xylostella* L. (1758), gusano rayado del repollo *Leptophobia aripa* Boisduval (1836), mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius, (1889), áfidos.

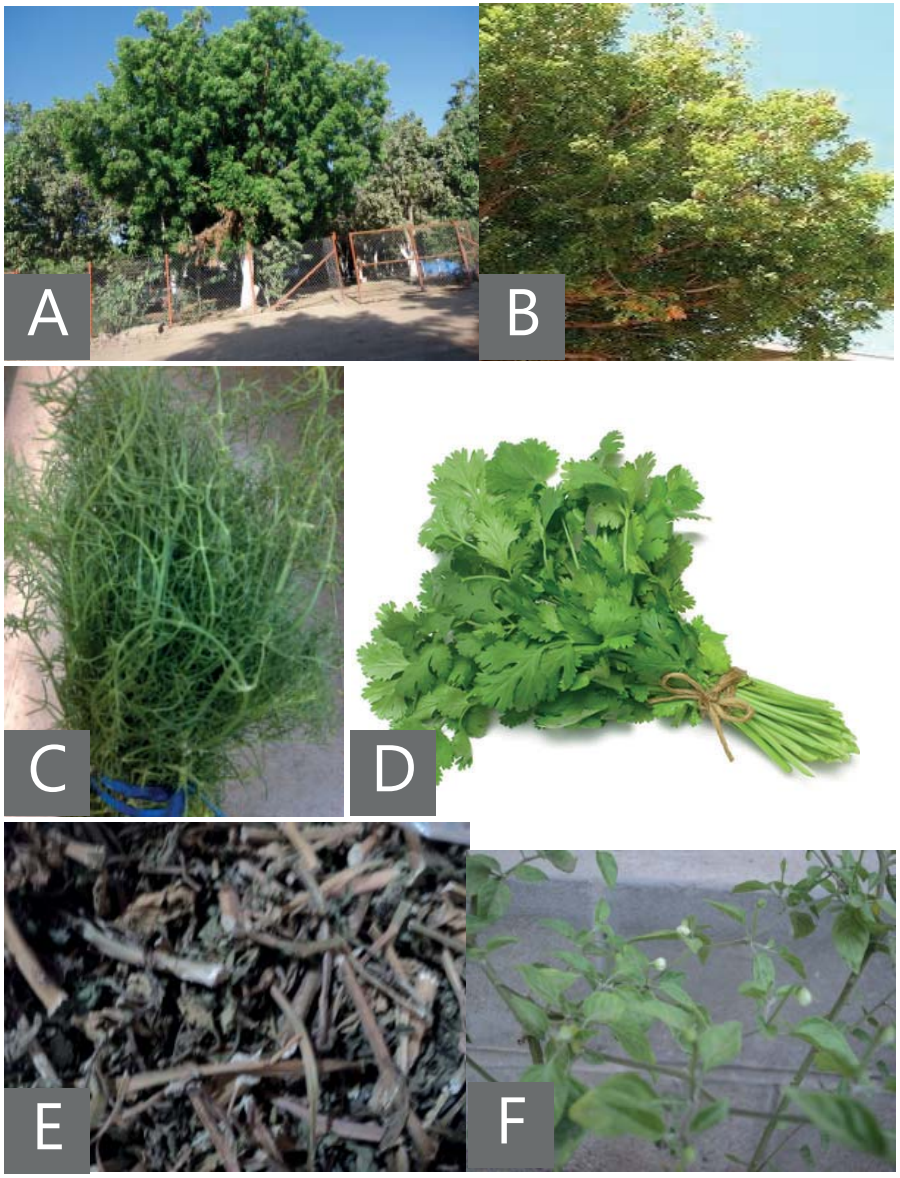

Figura 13. a) Árbol de nim. b) Árbol de venadillo. c) Planta de hinojo. d) Planta de cilantro. e) Ramas secas de epazote. f) Planta y flor de chile chiltepín.

Jícama *Pachyrhizus erosus* L. (1753) Urb. (1905)

Solamente el tubérculo es comestible, sus hojas, tallos, vainas y semillas contienen rotenona, sustancia con propiedades insecticidas que puede ser tóxica para el humano, actúa como inhibidor del sistema de transporte de electrones de la mitocondria, actúa por contacto e ingestión.

La semilla de jícama contiene un insecticida natural llamado rotenona en concentración de 0.5% por kg de semilla, al molerla libera este compuesto que se puede usar para combatir plagas, actúa por contacto e ingestión.

Este compuesto solo se encuentra en la semilla, el tubérculo contiene de 86-90% de agua, vitamina C, y algunos nutrimentos (Ca, P, K y Fe), y bajo contenido de proteínas y lípidos. Parte de la planta que se utiliza: semillas

Forma de preparación

Se muele 226 g de semillas de jicama y se mezclan con 5 gal de agua, remueva la mezcla por tres minutos. Se debe colar y aplicar directamente a la planta de manera uniforme.

Usos

Se emplea en el manejo de gusanos masticadores y pulgones.

Efectividad

Castro-Blandón (2007) menciona que el extracto de jícama es efectivo en el manejo de mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (1889), áfidos de diferentes especies, chinches, larvas de cogollero, gusano del repollo, y el incorporar el rastrojo al suelo puede tener efecto nematicida.

Fernández-Andrés y cols. (2009) evaluaron el efecto de la oleorresina de la semilla de jícama sobre el gorgojo del frijol *Acanthoscelides obtectus* Say (1831), encontrando que a 24 h obtuvieron 95% de mortalidad de los insectos con una concentración de 0.06 mg de extracto/ml de agua.

Jabón de barra y aceite vegetal

El jabón es un insecticida de contacto efectivo para el control de plagas, el efecto que tiene sobre los insectos plaga es variado: en las hormigas actúa cerrando los espiráculos evitando la entrada de oxígeno, aunado a esto el jabón diluye la grasa corporal de los

insectos volviéndolos más débiles causando la muerte por asfixia y deshidratación. En insectos pequeños actúa pegando las alas, además sirve como adherente de otros productos que se aplican a los cultivos mejorando su efectividad en el control de mosca blanca, ácaros, trips, hormigas y otros insectos pequeños. El jabón hace que las alas de los insectos se peguen y el aceite vegetal mejora su adherencia.

Forma de preparación

En una botella plástica se mezclan 75 mL de aceite vegetal, 50 mL de detergente en polvo y ½ L de agua.

Usos

Aplicar la solución en 15 L de agua, para el manejo de insectos chupadores.

Efectividad

Ramón y Rodas (2007) menciona que para el manejo de bacteriosis en yuca se recomienda una solución con 0.907 kg, con 200 g de jabón en barra, mezclar con 1 gal de agua, dejar reposar seis horas y diluir 1 L de solución en 20 L de agua cada 6-8 días; en frutales recomiendan hacer aplicaciones de soluciones jabonosas para el manejo de fumagina.

Castro-Blandón (2007) menciona que el jabón es un insecticida de contacto, que es efectivo en el manejo de mosca blanca, áfidos, ácaros, trips y otros insectos pequeños.

Menta *Mentha x piperita* L. (1753)

Es una planta herbácea de la familia Lamiaceae, de cuya parte superior se obtiene un aceite esencial, líquido incoloro-amarillo, contiene mentol, α y β-pineno, isomentona, limoneno, cineol y mentona, soluble en etanol e insoluble en agua. Parte de la planta que se usa: hojas

Forma de preparación

Se dejan secar las hojas a la sombra por 48 h, después se guardan en bolsas de polietileno para su posterior uso.

Usos

El extracto etanólico actúa en el control de hormigas, polillas,

gorgojos, pulgones, moscas de la fruta, mariposas del repollo, garrapata en animales domésticos. Como arvense se puede sembrar intercalada con un cultivo, como tomate, repollo, repele pulgones, y a la mariposa de la col. Las hojas frescas al frotarlas sobre la piel sirven para protegerla de la picadura de insectos. Para el control de garrapatas en animales domésticos se espolvorea la piel del animal y las zonas donde descansa con hojas secas trituradas, también se puede preparar una infusión concentrada de la planta y usar el agua para bañar los animales. Para el control de la polilla, se colocan bolsas de tela con hojas secas de menta dentro de los armarios y entre la ropa.

Efectividad

Mimica-Dukić y cols. (2003) evaluaron extractos de tres especies de menta contra cepas de *Escherichia coli* (Migula 1895) Castellani & Chalmers (1919), *Shigella sonnei* (Levine 1920) Weldin (1927) y *Micrococcus flavus* Liu y cols. (2007).

Ramón y Rodas (2007) probaron extracto de nim, eucalipto y menta para el manejo del gorgojo de los granos *Sitophilus zeamais* Motschulsky (1855), y el extracto redujo la población de los gorgojos.

Clemente y cols. (2003) evaluaron la actividad biológica de los extractos con triclorometano e infusiones de orégano, romero, laurel rosa, tomillo y menta sobre el falso gorgojo de la harina *Tribolium castaneum* Herbst (1797), encontraron que los extractos con triclorometano de menta presentó mayor mortalidad de insectos (75%) que con extracto de lavanda (60%).

Albahaca *Ocium basilicum* L. (1753)

Planta de la familia Lamiaceae, de ella se obtiene por destilación con arrastre de vapor, un aceite amarillo, soluble en aceites fijos, insoluble en glicerina, posee acción repelente, insecticida y acaricida. Parte de la planta que se usa: hojas y flores

Forma de preparación

Adicionar 1 kg de hojas y flores a 4. 5 L de agua, y dejar fermentar durante ocho días, diluir 1 L de esta solución en 15 L de agua y agregar 28.34 g de jabón neutro.

Usos

Afecta a organismos tales como polillas, moscas, mosquitos,

escarabajos, pulgones, gusanos y ácaros, se aplica cada ocho días. Se colocan ramas dentro de la casa para repeler moscas y mosquitos. Se puede utilizar como arvense, asociada al cultivo de tomate.

Efectividad

Gómez (2011) menciona que el albahaca posee acción repelente, insecticida y acaricida, y afecta a polillas, moscas, mosquitos, escarabajos, pulgones, gusanos y ácaros.

Nwachukwu y Umechuruba (2001) evaluaron el efecto de los extractos de hojas de albahaca, zacate limón, nim y papaya sobre los hongos: *Aspergillus niger* Tiegh. (1867), *Aspergillus flavus* Link (1809), *Lasiodiplodia theobromae* (Patouillard) Griffon & Maublanc (1909) y *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (1976) de semillas de frijol africano *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. ex A. Rich.)

Harms (1899), también evaluaron su efecto en la germinación de las semillas y emergencia de la plántula *in vitro* e *in vivo*; encontraron que todos los extractos crudos o acuosos redujeron significativamente la incidencia de los hongos.

Cola de caballo *Equisetum arvense* L. (1753)

Es una planta perenne de la familia *Equisetacea*, que contiene más del 10% de sustancias inorgánicas (dos tercios son ácido silícico y sales de potasio), también contiene algunos esteroles como β-sitosterol, campasterol, isofucosterol, ácido ascórbico, ácidos fenólicos (ácido cinámico, ácido caféico, ácido di-E-caffeoyl-meso-tartarico y ácido 5-O-caffeoylshiquímico), ácido polienico, ácido equisetolico, flavonoides y stirilpironas, además la ceniza es rica en silicio. Parte de la planta que se usa: rama

Forma de preparación

Adicionar 50 g de rama a 3 L de agua, y dejar hervir por una hora, se cuelan y se añade agua hasta 20 L.

Usos

Enfermedades criptogámicas (roya, mohos, mildiu, entre otras) tanto en hortalizas como en frutales y vid. Se aplica el líquido una o dos veces al año al suelo.

Efectividad

Restrepo-Rivera (1993) menciona que el extracto acuoso de cola de

caballo se emplea como fungicida preventivo para frutales, papa, tomate y frijol; recomienda fumigar cada 15 días, con 120 g de cola de caballo con 500 g de jabón ceniza y 20 L de agua.

Fleita y Almada (2011) afirman que la decocción de cola de caballo se emplea como fungicida contra el ataque de hongos en almácigos, se prepara hirviendo por 30 min, 1 kg de cola de caballo en 10 L de agua, se deja enfriar y colar, para su aplicación se debe diluir a 20 L con agua.

Castro-Blandón (2007) menciona que el extracto de cola de caballo sirve en el manejo de ácaros, tizón temprano, tizón tardío y mildeu en cucurbitáceas.

Ortiga *Urtica dioica* L. (1753)

Tambien conocida como chichicaste, es una planta que pertenece a la familia *Urticaceae*. Su aceite esencial es rico en cetonas, ésteres y alcoholes libres; los tricomas contienen acetilcolina, histamina, serotonina, colina, ácido acético y ácido fórmico. Parte de la planta que se usa: hojas

Forma de preparación

Picar y moler 0.907 kg de hojas en 10 L de agua, dejar reposar de 2-5 días, filtrar.

Usos

Repelente que actúa sobre los pulgones, polillas y mosca blanca. Diluir 1.5 L de extracto en 16.5 L de agua para después aplicar en cultivos.

Efectividad

Gökçe y cols. (2007) evaluaron el efecto de 30 extractos de plantas sobre el tercer instar del escarabajo de la papa *Leptinotarsa decemlineata* Say (1824); los extractos que presentaron mayor toxicidad a la larva a las 24 h de incubación *fueron Artemisia vulgaris* L. (1753), *Hedera helix* L. (1753), *Humulus lupulus* L. (1753), *Lolium temulentum* L. (1753), *Rubia tinctorum* L. (1753), *Salvia officinalis* L. (1753), *Sambucus nigra* L. (1753), *Urtica dioica* L. (1753), *Verbascum songaricum* Schrenk. (1841), y *Xanthium strumarium* L. (1753).

Gómez y Vásquez (2011) indican que el extracto acuoso de la ortiga se emplea para el manejo de pulgones, ácaros y áfidos.

Ruda *Ruta graveolens* L. (1753)
Planta perenne de la familia Rutáceas de la que se obtiene por destilación con arrastre de vapor un aceite esencial que contiene pinenos, limoneno y cineol, soluble en alcohol etílico y en aceites. Parte de la planta que se usa: hojas verdes o secas

Forma de preparación
Moler 0.907 kg de hojas verdes o 200 g de hojas secas, agregar 2 L de alcohol etílico, dejar reposar de 12-24 h en oscuridad, filtrar y agregar 200 mL de savia de sábila, revolver la mezcla.

Usos
Repelente de moscas, polillas, larvas de mosquitos, escarabajos, áfidos, ácaros, gusano del repollo, cogollero del maíz. Diluir la mezcla en 25 L de agua, aplicar cada 6-8 días como preventivo, y cada 4-5 días cuando se presente la enfermedad.

Efectividad
Ramón y Rodas (2007) menciona que para el manejo de la Antracnosis *Gloeosporium manihotis* Henn. (1903) de yuca, se emplean extractos acuosos de ruda.
Fleita y Almada (2011) mencionan que el macerado de ruda se usa como insecticida (hormigas), para su preparación se ocupan 100 g de planta de ruda en 1 L de agua, se deja reposar 24 h, se cuela y se aplica.

Rasooli y Razzaghi (2004) evaluaron el efecto fungicida e inhibidor de producción de aflatoxinas del aceite esencial de tomillo reportan que el aceite de tomillo tiene efecto fungicida e inhibe la producción de la micotoxina.

Garcia-Lujám y cols. (2008) evaluaron la actividad antibacteriana de cuatro extractos etanólicos de gobernadora *Larrea tridentata* (DC.) Coville (1893), de ruda *Ruta graveolens* L. (1753), de tomillo *Thymus vulgaris* L. (1753) y de perejil *Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss (1866); y de los aceites esenciales de orégano *Lippia graveolens* Kunth. (1818) y de clavo *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. y L. M. Perry (1939) contra cepas con resistencia múltiple a *S. aureus*.

Sábila *Aloe* sp.
Planta de la famiilia *Liliácea*, tiene varias especies, *Aloe vera* (L.) Burm. f. (1768), *Aloe perryi* Baker (1880) y *Aloe barbadensis* Mill. (1768), de

cuyas hojas se obtiene un jugo amarillo y un extracto alcohólico de olor característico y sabor amargo, que se debe principalmente a la aloína. Parte de la planta que se usa: savia o baba

Forma de preparación

Diluir 1 0.453 kg de baba de sábila en 10 L de agua, agregar 85.04 g de azúcar y revolver la mezcla hasta que estén disueltos los solutos, llevar a 20 L con agua y colar.

Usos

En el manejo de bacterias y hongos, aplicar 150 mL por cada planta de hortalizas y 300 mL en el caso de frutales al momento del trasplante.

Efectividad

Gómez y Vásquez (2011) evaluaron el macerado de sábila con epazote controla gusanos en hortalizas, cogolleros y trips.

Castro-Blandón (2007) menciona que la sábila posee sustancias hormonales que promueven la formación de raíces en los cultivos en que se aplica y además posee propiedades antifúngicas, se emplea en el manejo de enfermedades bacterianas o fúngicas en hortalizas, café y frutales.

Jasso de Rodríguez y cols. (2005) evaluaron el efecto inhibitorio de la pulpa y la fracción líquida de Aloe en el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* Kühn (1858), *Fusarium oxysporum* Schltdl. (1824), y *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes (1958) encontraron que la pulpa inhibe a *F. oxysporum* a una concentración de 104 µL/L (microlitro por litro), además encontraron que la fracción líquida inhibio el crecimiento de R. solani, *F. oxysporum* y *C. coccodes* a una concentración de 105 µL/L (microlitro por litro).

Salvia *Salvia officinalis* L. (1753)

De la familia de las labiadas de cuyas hojas se obtiene por destilación con arrastre de vapor un aceite esencial que contiene α y β-tujonas, cineol, borneol y sesquiterpenos, soluble en aceites insoluble en agua. Parte de la planta que se usa: ramas y hojas

Forma de preparación

Se secan a la sombra las ramas y hojas de salvia.

Usos
Para el control de orugas, mosca blanca, pulgas, pulgones, caracoles, polillas y mosquitos. Su aplicación también puede ser con fines preventivos.

Efectividad
Gómez (2011) recomienda sembrarla intercalada en los cultivos y en los bordes, para repeler mosquitos recomienda quemar ramas de salvia, para controlar las polillas se puede colocar ramas secas de salvia dentro de los armarios.

Burt (2004) evaluaron extracto de hojas y semillas de cilantro, canela, orégano, salvia, clavo y tomillo contra *Listeria monocytogenes* (Murray y cols. 1926) Pirie (1940), *Salmonella typhi*murium (Loeffler 1892) Castellani & Chalmers (1919), *Escherichia coli* Migula (1885) O157:H7, *Shigella dysenteriae* Shiga (1898) Castellani & Chalmers (1919), *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus*, a niveles de 0.2 y 10 µL/mL, los organismos Gram positivo fueron más susceptibles que los Gram negativo, los aceites esenciales presentaron actividad antimicrobiana baja a concentraciones de 0.05–5 µL/mL.

Papaya *Carica papaya* L. (1753)
Fruto del árbol caricáceo (papayo), cuyo fruto es rico en vitaminas del complejo B y C, sales minerales de potasio, además contiene las enzimas proteolíticas papaína (E.C. 3.4.22.2) y quimopapaína (E.C. 3.4.22.6). Parte de la planta que se usa: hojas frescas

Forma de preparación
1 kg de hojas frescas desmenuzadas en 1 L de agua, filtrar con una manta, disolver 1 L de esta solución en 5 L de agua con ⅛ de jabón de barra, se deja reposar 2-3 h, después colar el extracto.

Usos
Se emplea en el control de hongos y nematodos. Se aplica el mismo día de su preparación.

Efectividad
Ramón y Rodas (2007) indican que para el combate del falso carbón *Ustilaginoidea virens* (Cooke) Takah. (1896) en arroz, se emplea un extracto de 0.907 kg de hojas de papaya con 125 g de jabón en barra rayado, agregar 1 gal de agua y se deja reposar tres horas, se

aplica sin diluir; para el manejo de nematodos *Meloidogyne* sp. en tomate se recomienda hacer una solución stock con 1 kg de hojas o semillas de papaya por L de agua; para la aplicación se debe mezclar un L de solución madre con 4 L de agua jabonosa.

Fleita y Almada (2011) mencionan que el macerado de hojas de papaya es fungicida (control de mohos), para su preparación se pica 1 kg de hojas, se colocan en un recipiente con 10 L de agua, se deja reposar tres días y se cuela, para su aplicación se debe diluir a 50 L con agua.

Mochiah y cols. (2011) evaluaron el efecto de una solución de hojas de papaya (92 g/L de agua) en áfidos, mosca blanca, chapulínes y arañas, encontraron que esta solución redujo al 70% de la población de insectos por planta, comparado con el control (insecticida no orgánico).

Ramírez-González y cols. (2007) evaluaron el efecto del extracto acuoso y fermentación aerobia y anaerobia del nim *Azadirachta indica* (*Meliaceae*), chile *Capsicum annuum* (*Solanaceae*), papaya *Carica papaya* (*Caricaceae*), matapiojo *Delphinium staphisagra* (*Ranunculaceae*), pimienta Pimienta dioica, maguey morado Rhoeo discolor (*Commelinaceae*), clavo *Syzygium aromaticum* (*Myrtaceae*), tomillo *Thymus vulgaris* (*Lamiaceae*), jengibre Zingiber officinale (*Zingiberaceae*) contra *Phytophthora* palmivora (E. J. Butler) E. J. Butler (1919) en cacao; los extractos preparados a partir de clavo, jengibre, maguey, nim, papaya, pimienta y tomillo inhibieron el crecimiento y formación de oosporas del hongo.

Cuasia *Quassia amara* L. (1762)

Árbol de la familia *Simaroubaceae*, que en su tejido contiene quasina, que es un compuesto de sabor amargo soluble en acetona, alcohol etílico y acetona. Parte de la planta que se usa: trozos de madera

Forma de preparación

Se usan 0.453 kg de trozos de madera seca y pulverizada, que se maceran en 5 L de agua, hervir 10 min, dejar enfriar; por separado disolver 20 g de jabon de barra en 1 L de agua, mezclar el agua jabonosa con el cocido de cuasia y completar 20 L con agua, colar.

Usos

Se emplea en el control de áfidos, ácaros, minadores, orugas, chupadores y escarabajos. También tiene acción larvicida y nematicida. Aplicar la mezcla sin diluir por las mañanas.

Efectividad

Brechelt (2004) menciona que el extracto acuoso de *Quassia* tiene efecto insecticida y nematicida.

López-Sáez y Pérez-Soto (2008) mencionan que los extractos de cuasia se emplean en el combate de 50 plagas diferentes de ácaros, coleópteros, hemípteros, himenópteros, lepidópteros y thisanópteros; y los extractos metanólicos de corteza y madera muestran actividad insecticida.

Díaz y cols. (2006) mencionan que diversos extractos de cuasia se han probado contra insectos, como áfidos y lepidópteros.

APIO *APIUM GRAVEOLENS* L. (1753)

Arbusto de la familia Umbeliferae, de cuyas semillas se obtiene, por destilación con arrastre de vapor, un aceite, que contiene d-limoneno (hasta 60%), selineno, apiol, santalol, dihidrocarvona y anhídridos sedanónico y sedanonólico; insoluble en agua pero soluble en aceites, de los compuestos que contiene el apiol tiene propiedades tóxicas. Se usa toda la planta

Forma de preparación

Se secan y muelen 2 kg de planta, macerar tres veces con 3 L de alcohol etílico al 95% a temperatura ambiente durante dos días. Filtrar al vacio con un embudo Buchner, se puede colocar en rotavapor a 60 °C, hasta que el solvente se haya evaporado.

Usos

Se emplea en el control de nematodos *Caenorhabditis elegans* Maupas (1900) y *Panagrellus redivivus* L. (1938), hongos *C. albicans*, Candida krusei (Castell.) Berkhout (1923) y *Candida parapsilosis* (Ashford) Langeron y Talice (1932), y mosquitos *Aedes aegypti* L. (1762) del cuarto ínstar larvario. Aplicar 120 ppm de extracto etanólico a un L de agua, y aplicar en extremidades como repelente de mosquitos.

Efectividad

Choochote y cols. (2004) evaluaron el efecto del extracto etanólico de apio contra larvas en el cuarto estadio de moscos *A. aegypti*, y encontraron que el efecto depende de la dosis, a mayor concentración del extracto (>120 ppm) observaron mortandad entre 93 y 100%.

Momin y cols. (2001) evaluaron el efecto del extracto metanólico de semillas de apio contra los nematodos *Panagrellus redivivus* L. Goodey (1945) y *Caenorhabditis elegans* Maupas (1900), larvas de mosquito en cuarto instar *Aedes aegypti* L. (1762) y hongos *Candida albicans* (C. P. Robin) Berkhout (1923) y *Candida parapsilosis* (Ashford) Langeron y Talice (1932), encontrando un efecto mosquicida, nematicida y antifúngica de dicho extracto, a 50 µL/mL en el nematodo, *C. elegans*, y para la larva del cuarto ínstar del mosquito *A. aegyptii*, también, inhibió el crecimiento de *C. albicans* y *C. parapsilasis* a 100 µL/mL.

Tomillo *Thymus vulgaris* L. (1753)

Es un arbusto labiado del que se obtiene un aceite esencial (0.8-2.5%) incoloro-rojo, sensible a la luz, que contiene timol (40%), carvacrol (2.5-14.6%), p-cimeno (15-50%), linalol (4%), 1,8-cineol (3%), terpineno (1-5%), borneol, acetato de bornilo, acetato de linalino, geraniol, α y β- pineno, limoneno soluble en alcohol. Parte de la planta que se usa: toda la planta.

Forma de preparación

Pesar 50 g de la planta en una balanza, colocarlos en un vaso de precipitados de 250 mL y añadir 150 mL de alcohol etílico al 40%, pasar la mezcla a un frasco ambar y dejar en reposo en obscuridad 72 h y agitar constantemente, después de este período filtrar la mezcla.

Usos

Se emplea en el manejo de hongos y bacterias. Aplicar cuando se presente la enfermedad.

Efectividad

Marino y cols. (1999) evaluaron la actividad biológica y la composición química del aceite esencial de tomillo en floración, evaluaron su efecto inhibitorio contra bacterias Gram negativas y positivas. El aceite de tomillo presentó actividad bacteriostática significativa, y

su efecto fue mejor sobre las bacterias Gram positiva.

Bhaskara Reddy y cols. (1998) caracterizaron y evaluaron el efecto fungicida de los aceites esenciales de dos tipos clonales de *Thymus vulgaris* (Laval-1 y Laval-2); encontraron altas concentraciones de p-cimeno, linalool, terpinen-4-ol y timol que constituye el 53.5 y 66.2% de los aceites esenciales de Laval-1 y Laval-2, respectivamente. Los aceites esenciales mostraron efecto fungicida sobre *Botrytis cinerea* Pers. (1794) y *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. (1902), a una concentración de 50 a 200 ppm de aceite esencial.

Giordani y cols. (2004) evaluaron el efecto antifúngico del aceite esencial de *Satureja montana* L. (1753), *Lavandula angustifolia* Mill. (1768), *Lavandula hybrida* Reverchon (1294), *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry (1939), *Origanum vulgare* L. (1753), *Rosmarinus officinalis* L. (1753) y seis quimiotipos de *Thymus vulgaris* L. contra el crecimiento de *Candida albicans*. El mejor efecto se observó con el aceite de *Thymus vulgaris* quimiotipo timol.

Bittner y cols. (2008) evaluaron el efecto de los aceites esenciales de *Gomortega keule* Molina (1782), *Laurelia sempervirens* (Ruiz y Pav.) Tul. (1855), *Origanum vulgare* L. (1753), *Eucalyptus globulus* Labill. (1800), y *Thymus vulgaris* L. (1753) sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (1855) y *Acanthoscelides obtectus* Say (1831), encontraron que hubo diferencias entre las dosis y el tiempo de exposición. Todos los aceites mostraron mayor efectividad sobre *A. obtectus* que contra *S. zeamais*, la actividad insecticida aumento al incrementarse la dosis y el tiempo de exposición, con una dosis de 32 µL/L de *L. sempervirens* o *G. keule* se obtiene el 100% de mortalidad de *A. obtectus* en 96 h, mientras que con una dosis de 32 µL/L de *T. vulgaris* o *E. globulus* se obtiene el 55% de mortalidad de *S. zeamais* en 96 h.

Gobernadora *Larrea tridentata* (DC.) Coville (1893)

Es un arbusto cuyas hojas están cubiertas de una resina que contiene una mezcla de compuestos fenólicos, saponinas, terpenoides y esteres que representan del 20-35% del peso seco de la hoja.

El 80% de la resina esta compuesta de aglicones fenólicos y como componente principal esta el ácido nordihidroguayaretico, que es un potente antioxidante y tiene efectos biocidas sobre diversos microorganismos. Parte de la planta que se usa: hojas secas

Forma de preparación
Para extraer la resina se colocan 10 g de hojas secas en el equipo soxhlet en 250 mL de metanol, se deja hervir entre 8-10 h, el solvente se puede evaporar en un rotavapor. Otra forma de preparación consiste en colocar 250 g y hojas secas en un recipiente con 2 L de agua.

Usos
Se emplea en el manejo de hongos y bacterias. Cuando se presente la enfermedad y como preventivo.

Efectividad
Lira-Saldivar y cols. (2006) evaluaron el efecto antifúngico del extracto de resina hidrosoluble de gobernadora y soluciones de quitosano, solos y combinados, contra *Botrytis cinérea, Colletotrichum coccodes* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, ambos compuestos presentaron actividad antifúngica por separado, pero al combinarlos presentaron una actividad fungicida sinérgica.

Hernández-Castillo y cols. (2008) evaluaron el efecto de cepas de *Bacillus subtilis* y extractos resinosos de *L. tridentata* (10 g de extracto, 1 L/ha) en *Rhizoctonia solani* en le cultivo de papa, encontraron que al combinar *B. subtilis* con el extracto de gobernadora, se reduce la severidad del daño en 50%, esta combinación también favoreció el rendimiento y calidad de la papa.

Clavo *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry (1939)
Su aceite esencial contiene eugenol y acetato de eugenol que ha sido identificado como un compuesto que presenta propiedades antifúngicas.

Parte de la planta que se usa: clavos

Forma de preparación
Para preparar una infusión de clavo se toman 10 g de clavo y se colocan en 100 mL de agua destilada, se deja en reposo 24 h a temperatura ambiente, se agita ocasionalmente, después de este período se filtra. Para obtener una decocción se hierven 10 g de clavo en 100 mL de agua destilada por 20 min, se retira el recipiente del fuego y se deja enfriar, para obtener una decocción clara se puede filtrar.

Usos
Se emplea en el manejo de bacterias, insectos y hongos. Se aplica como preventivo, y cuando se haya presentado la enfermedad.

Efectividad
Cai y Wu (1996) evaluaron el extracto metanólico crudo de clavo contra *Streptococcus mutans* Clarke (1924), *Actinomyces viscosus* (Howell y col. 1965) Georg y col. (1969), *Porphyromonas gingivalis* (Coykendall y col. 1980) Shah y Collins (1988) y *Prevotella intermedia* (Holdeman y Moore 1970) Shah y Collins (1990), el extracto presento actividad inhibitoria contra *Porphyromonas gingivalis y Prevotella intermedia*. Ranasinghe y cols. (2002) evaluaron el efecto de los aceites esenciales del clavo y la canela contra *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon y Maubl. (1909) y *Fusarium proliferatum* (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach y Nirenberg, (1976), responsables de la pudrición de la corona en plátano, encontraron que los aceites esenciales presentan actividad fungicida a concentraciones de 0.03-0.11% (v/v).

Saeed y Tariq (2008) evaluaron el efecto potencial de la infusión acuosa, decocción y del aceite esencial del clavo como un agente antibacterial contra 100 aislados de 10 especies diferentes de bacterias Gram negativas; el aceite esencial fue el que presentó mayor efecto inhibitorio contra todos los aislados bacterianos, el efecto de la infusión y la decocción varió.

Orégano *Origanum vulgare* L. (1753)
Planta herbácea de la familia de las labiadas cuyas hojas secas se emplean como condimento y para extraer por destilación con arrastre de vapor hasta 1% de un aceite esencial, que contiene carvacrol, bisaboleno, cariofileno, p-cimeno y borneol.

Parte de la planta que se usa: semillas

Forma de preparación
Se usan 200 g de semillas molidas y se hierven por 10 min en 1 L de agua, se deja enfriar y se filtra. Otra receta es tomar 5 g de orégano seco, agregarle 1 L de agua, filtrar y pulverizar sobre la planta.

Usos
Se emplea como repelente de insectos. Diluir 1 L en 2 L de agua caliente, dejar enfriar y rociar.

Efectividad

Radhakrishnan (2005) reportó el uso del extracto acuoso de orégano en el manejo de araña roja en plantas de té.

Kordali y cols. (2008) evaluaron el efecto de los extractos acuosos de *Origanum acutidens* Hand.-Mazz. contra *Sitophilus granarius* L. (1758) y *Tribolium confusum* Jaquelin Du Val (1868), encontraron que el aceite esencial de *O. acutidens* mostró 68.3 y 36.7% de mortalidad sobre *S. granarius* y *T. confusum,* respectivamente.

Paster y cols. (1990, 1995) evaluaron in vitro el efecto del aceite esencial del orégano sobre el desarrollo de *Aspergillus flavus* Link (1809), *A. ochraceus* G. Wilh. (1877) y *A. niger* Tiegh. (1867), encontrando que la concentración de 2000 ppm de aceite inhibe el crecimiento micelial de estos hongos.

Canela *Cinnamomum zeylanicum* Blume (1826)

La canela *Cinnamomum zeylanicum* Blume (1826) es un árbol lauráceo de la que se obtiene por destilación con arrastre de vapor hasta 2% de un aceite esencial rojo-café, contiene 75-90% de aldehído cinámico, eugenol, terpenos, cariofileno, β-felandreno, ρ-cimeno y benzoato de bencilo, el aceite esencial es soluble en aceites, insoluble en agua, de olor característico. Parte de la planta que se usa: corteza de canela

Forma de preparación

Los extractos acuosos y etanólicos se preparan mezclando 50 g de corteza de canela en 100 mL de agua destilada o de alcohol etílico 50%, después esta suspensión se filtra.

Usos

Se emplea en el control de hongos y bacterias. Aplicar cuando se presente la enfermedad.

Efectividad

Garcia-Camarillo y cols. (2006) evaluaron el efecto del aceite esencial de canela y orégano contra *Aspergillus flavus* Link (1809) y la producción de aflatoxinas, ambos aceites presentaron actividad fungicida *in vitro*, el aceite de orégano a partir de 1000 ppm y el de canela a partir de 2000 ppm.

Gende y cols. (2008) evaluaron la bioactividad del aceite esencial de canela contra *Paenibacillus larvae* (White 1906).

Ash y cols. 1994 emend. Genersch y cols. (2006); el aceite esencial presentó baja concentración mínima inhibitoria (MIC) y baja concentración mínima bactericida (MBC) 25-100 µL/mL y 125-250 µL/mL, respectivamente.

Sugerencias y recomendaciones

En todos los casos se debe realizar un monitoreo de insectos en campo para identificar y cuantificar el número de especies que arriban al cultivo.

Sembrar alguna planta alrededor del cultivo principal que sirva como barrera, por ejemplo cempasúchil, girasol, albahaca, entre otras.

Plantar nim alrededor del cultivo como una barrera, además funciona como hospedero para insectos benéficos y al mismo tiempo se pueden aprovechar las hojas y frutos para producir repelentes.

No utilizar mayor cantidad de material recomendado, porque podría traer repercusiones negativas al cultivo.

El consumo de frutos o plantas se recomienda hacerlo después de dos días de haber aplicado producto orgánico.

Los materiales que se emplean en la producción de caldos minerales y en el manejo integrado de plagas pueden ser más eficaces si se mezclan con jabón de barra o polvo biodegradable, sal, melaza, cal, aceite mineral o comestible en las siguientes proporciones por 100 L de producto preparado:

- Aceite mineral o comestible de 1-2 L
- Melaza de caña de 2-4 kg
- Jabón de barra o polvo de 0.2-0.4 kg
- Sal de 0.1-0.2 kg
- Cal de 0.5-0.7 kg

Los repelentes y demás preparados que se usan en el manejo integrado de plagas son extraídos de diferentes partes de las plantas (hojas, flores, semillas, corteza o frutos), no solo rechazan a los insectos o hacen que estos pierdan el apetito, sino que también podrían disminuir su actividad sexual o reducción de la cantidad de huevecillos depositados sea baja, o bien que las larvas eclosionan sean deformes o débiles, de esta forma actúan la mayoría de estos

extractos, pero también algunos materiales como el jabón de barra o en polvo al adicionarlo a los extractos tiende a actuar como destructor de la cutícula de los huevecillos y de los insectos.

Por lo anterior, se recomienda aplicar sustancias orgánicas para el control de diversas plagas importantes en la agricultura y salud.

Bibliografía

Abou-Jawdah Y, H. Sobh y A. Salameh. 2002. Antymicotic activities of selected plant flora, growing wild in Lebanon, against phytopathogenic fungi. J. Agric. Food Chem. 50: 3208-3213 p.

Aguirre V., V. Delgado, M. J. Anrango y N. Díaz. 2012. Obtención y evaluación in vitro de la eficiencia de extractos con principios activos de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), ajo (*Allium sativum*) y crisantemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) como fungicidas naturales para el control de *Botrytis cinerea*, *Phragmidium mucronatum* y *Sphaerotheca pannosa* presentes en el cultivo de rosas orgánicas. Centro de Investigaciones Científicas ESPE, Sangolquí, Ecuador, 17 p.

Altieri, M. y C. I. Nicholls. 2000. Agroecología Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1a edición. Editado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México, D.F. 257 pp.

Alzamora L., L. Morales, L. Armas y G. Fernández. 2001. Medicina Tradicional en el Perú: Actividad Antimicrobiana in vitro de los Aceites Esenciales Extraídos de Algunas Plantas Aromáticas. Anales de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, vol. 62, No. 2, 156-161 p.

Aouinty, B., Outara, S., Mellouki, F., y Mahari, S. 2006. Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés: *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Biotechnol. Agron. Soc. Environ, 10(2), 67-71.

Badui D., S. 1988. Diccionario de tecnología de los alimentos. Libro editado por Editorial Alhambra Mexicana. 300 p.

Bambawole O. M., P. Mohan y M. Chakraborthy. 1995. Eficacy of some medicinal cotton pathogens. Adv. Pl. Sci. 8: 224-229 pp.

Bauer, K., Garbe, D., Surburg, H., 2001. Common Fragrance and Flavor Materials: Preparation, Properties and Uses. Wiley-VCH, Weinheim, p. 293.

Bautista S., L. Barrera N., L. Bravo L. y K. Bermúdez T. 2002. Antifungal activity of leaf and stem extracts from various plant species on the incidence of *Colletotrichum gloeosporioides* of papaya and mango fruits after storage. Rev. Mex. Fitopatol. 20: 8-12 p.

Bautista S., E. Garcia D., L. Barrera N., R. Reyes C. y C. L. Wilson.

2003. Seasonal evaluation of the postharvest fungicidal activity of powders and extracts of huamúchil (*Pithecellobium dulce*): action against *Botrytis cinérea*, *Penicillium digitatum* and *Rhizopus stolonifer* of strawberry fruits. Postharv. Biol. Technol. 29: 81-92 p.

Bhaskara Reddy M. V., P. Angers y J. Arul. 1998. Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits. Phytochemistry, Vol. 47, Issue 8, 1515-1520 p.

Bellila A., C. Tremblay, A. Pichette, B. Marzouk, B. Mshvildadze, S. Lavoie y J. Legault. 2011. Cytotoxic activity of withanolides isolated from Tunisian *Datura metel* L. Phytochemistry. 72: 2031-2036 p.

Bigi, M. F., V. L. Torkomian, S. T. De Groote, M. J. A. Hebling, O. C. Bueno, F. C. Pagnocca y M. F. G. Da Silva. 2004. Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) and ricinine against the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*. Pest management science, 60(9): 933-938 p.

Bittner M. L., M. E. Casanueva, C. C. Arbert, M. A. Aguilera, V. J. Hernández y J. V. Becerra. 2008. Effects of essential oils from five plant species against the granary weevils *Sitophilus zeamais* and *Acanthoscelides obtectus*. Journal of the Chilean Chemical Society, 53(1): 1444-1448 p.

Bobadilla, M., F. Zavala, M. Sisniegas, G. Zavaleta, J. Mostacero y L. Taramona. 2005. Evaluación larvicida de suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus «guanábana» sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera, Culicidae). Revista Peruana de Biología, 12(1), 145-152 p.

Brechelt A. 2004. Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. Editado por Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL). República Dominicana, 36 p.

Brinker F. 1993. *Larrea tridentata* (D.C.) Coville (Chaparral or Creosote bush). British Journal of Phytotherapy 3: 10-30 pp.

Burt S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. International Journal of Food Microbiology 94: 223-253 p.

Cai L. y C. D. Wu. 1996. Compounds from *Syzygium aromaticum* Possessing Growth Inhibitory Activity Against Oral Pathogens. J. Nat. Prod., 59 (10): 987-990 p.

Castro-Blandón A. 2007. Prácticas Alternativas para el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Editado por Programa de

Manejo Integrado de Plagas en América Central y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Honduras, 114 p.

Celis A., C. Mendoza, M. Pachón, J. Cardona, W. Delgado, y L. E. Cuca. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. Agronomía Colombiana, 26(1): 97-106 p.

Céspedes, C. L., Calderón J. S., Lina L. y Aranda E. 2000. Growth effects on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* of some limonoids isolated from Cedrela spp. (Meliaceae). J. Agric. Food Chem., 48: 1903-1908 p.

Ching-hong C. y J. Lewin. 1969. Silicon as a nutrient element for *Equisetum arvense*. Canadian Journal of Botany, 47(1): 125-131 pp.

Choi Suk-Hyun, L., Bong-Soon, S., Kozukue, E., Kozukue, N., Levin, C. y M. Friedman. 2006. Analysis of the contents of pungent compounds in fresh korean red peppers and in pepper-containing foods. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 9024-9031 p.

Choochote, W., Tuetun, B., Kanjanapothi, D., Rattanachanpichai, E., Chaithong, U., Chaiwong, P. y Pitasawat, B. 2004. Potential of crude seed extract of celery, *Apium graveolens* L., against the mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). J Vector Ecol, 29(2): 340-346 p.

Chopra R. N., S. L. Nayar e I. C. Chopra. 1956. Glossary of Indian Medicinal Plants. Publications and Information Directorate, Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi, India. 256-257

Clemente S., G. Mareggiani, A. Broussalis, V. Martino y G. Ferraro. 2003. Efecto insecticida de especies Lamiaceae contra insectos de granos almacenados. Bol. San. Veg. Plagas, 29: 421-426 p.

CONAFOR. 2001. *Swietenia humilis* Zucc. SIRE-paquetes tecnológicos. México. 6 p.

Cowan, M. 1999. Plant Products as antimicrobial agents. Clinical Microbiological Reviews. 12(4): 564-582 p.

Devi, K. C., y S. S. Devi. 2011. Insecticidal and oviposition deterrent properties of some spices against coleopteran beetle, *Sitophilus oryzae*. Journal of Food Science and Technology, 1-5 p.

Díaz R., L. Hernández, R. Ocampo y J. F. Ciccio. 2006. Domesticación y fitoquímica de *Quassia amara* (Simaroubaceae) en el trópico húmedo de Costa Rica. Lankesteriana 6(2): 49-64 p.

Duffy, B. K., y G. Défago. 1997. Zinc improves biocontrol of *Fusarium* crown and root rot of tomato by *Pseudomonas fluorescens* and represses the production of pathogen metabolites inhibitory to bacterial antibiotic biosynthesis. Phytopathology 87: 1250-1257 p.

Echeverri-Echeverri, C. 2012. Caldos minerales: Una alternativa para el manejo de problemas fitosanitarios en la producción agrícola. Academia edu 21 p.

Estrada O., S. P. 2010. Determinación de la actividad antibacteriana in vitro de los extractos de romero (*Rosmarinus officinalis*) y tomillo (*Thymus vulgaris*). Tesis de licenciatura de la Facultad de Ciencias de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobambu, Ecuador, 87 p.

Félix-Herrán, J. A. 2008. Fertilización Orgánica en Pro del Ambiente. In: Martínez-Ruiz R., Rojo-Martínez G.E., Azpiroz-Rivero H.S., Barba-Robert M.E. y Ramírez-Valverde B. (Eds.). Avances de Investigación Forestal y Desarrollo Sustentable, editado por la Universidad Autónoma Indígena de México y la Comisión Nacional Forestal. México. 141-150 p.

Fernández-Andrés, M. D., J. A. Rangel-Lucio, J. M. Juárez-Goiz, R. Bujanos-Muñíz, S. Montes-Hernández y M. Mendoza-Elos. 2009. Oleorresina de jícama para controlar *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleóptera: Bruchidae) en semilla de frijol. Revista Agronomía Mesoamericana, 20(1): 59-69 p.

Fleita F. y C. Almada. 2011. Propuestas de manejo para la producción agroecológica. Editado por el Instituto de Cultura Popular, Bella Vista, Provincia de Corrientes, Argentina, 82 p.

Fonnegra O., R. y S. L. Jiménez R. 2007. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, 2da edición. 368 p.

García-Camarillo E. A., M. Y. Quezada-Viay, J. Moreno-Lara, G. Sánchez-Hernández, E. Moreno-Martínez y M. C. J. Pérez-Reyes. 2006. Actividad antifúngica de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y orégano (*Origanum vulgare* L.) y su efecto sobre la producción de aflatoxinas en nuez pecanera *Carya illinoensis* (F.A. Wangenh) K. Koch. Revista Mexicana de Fitopatología, 24: 8-12 p.

García-Lujám C., S. E. Alonso-Rojo, R. Rodríguez-Martínez, A. Martínez-Romero, P. Ramírez-Baca, J. V. Torres-Muñoz y Castro-Barraza. 2008. Actividad antimicrobiana de extractos vegetales en cepas hospitalarias de *Staphylococcus aureus* con resistencia múltiple. 3era reunión nacional del orégano, 22-24 de agosto de 2007, Saltillo, Coahuila, Edición especial, No. 1, 2 p.

Garg S. C., N. Siddiqui. 1992. Antifungal activity of some essential oil isolates. Pharmazie, 47:467-468 p.

Gende L. B., I. Floris, R. Fritz y M. J. Eguaras. 2008. Antimicrobial activity of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oil and its main components against Paeni*Bacillus* larvae from Argentine. Bulletin of insectology, 61(1), 1.

Gershenzon J., M. Rossiter, T.J. Mabry, C. E. Rogers, M. H. Blust, y T. L. Hopkins. 1985. Insect Antifeedant Terpenoids in Wild Sunflower. In: Bioregulators for Pest Control. 433-446 p.

Ghalem, B. R., y Mohamed, B. 2008. Antibacterial activity of leaf essential oils of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus camaldulensis*. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2(10): 211-215 pp.

Gleye C., A. Laurens, R. Hocquemiller, O. Laprevote, L. Serani y A. Cave. 1997. Cohibins A and B, acetogenins from roots of *Annona muricata*. Phytochemistry, 44(8): 1541-1545

Gnabre J. N., J. L. Brady y D. J. Clanton. 1995. Inhibition of human inmunodeficiency virus type 1 transcription and replication by NDA sequence-selective plant lignan. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 11239-11234 pp.

Gökçe A., M. E. Whalon, H. Çam, Y. Yanar, İ. Demrtaş y N. Gőren. 2007. Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to Colorado potato beetle larvae. Archives Of Phytopathology And Plant Protection, vol. 40, issue 6, 441-450 p.

Gómez-Castellanos J.R. 2008. Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 7 (1): 3-9 p.

Gómez D. y M. Vásquez. 2011. Manejo de plagas; serie producción orgánica de hortalizas de clima templado. Editado por PYMERURAL, 33 p.

Gómez-Tovar L. y C. Rodríguez-Hernández. 2013. Biopreparados vegetales y minerales para el manejo de plagas y enfermedades en la agricultura ecológica. Editado por Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México, 27 p.

Gómez-Rodríguez O. y E. Zavaleta-Mejía. 2001. La asociación de cultivos una estrategia más para el manejo de enfermedades, en particular con *Tagetes* spp. Revista Mexicana de Fitopatología, vol. 19, núm. 001, 94-99 p.

Gómez W. 2011. Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades en los Cultivos. Editado y publicado por Centro El Salvadoreño de Tecnologías Apropiadas (CESTA) con fondos de la Union Europea, El

Salvador, 20 p.

Guadano A., C. Gutierréz, E. De la Peña, D. Cortés y A. González-Coloma. 2000. Insecticidal and mutagenic evaluation of two annonaceous acetogenins. J. Nat. Prod. 63(6): 773-776.

Guerrero-Alarcón, L. 2001. Manual para hacer agricultura ecológica en Almería. Editado por CAJAMAR, Almeria, España, 172 p.

Hammer K. A., C. F. Carson y T. V. Riley. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. Journal of Applied Microbiology, 86: 985-990 p.

Harish S., D. Saravanakumar, R. Radjacommare, E.G. Ebenezar y K. Seetharaman. 2008. Use of plant extracts and biological agents for the management of Brown spot disease in rice. Journal of BioControl 53: 555-567 p.

Heredía-Álvarez J. C. 2008. Eficiencia de tres caldos minerales en el control de la mancha aceitosa (*Xanthomonas campestris*), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y mancha ojo de pollo (*Phomopsis* ssp.) en maracuyá (*Passiflora edulis*) en Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de Licenciatura de la Escuela de Ingeniería agropecuaria de la Facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 97 p.

Hernández-Castillo F. D., R.H. Lira-Saldivar, L. Cruz-Chávez, G. Gallegos-Morales, M. E. Galindo-Cepeda, E. Padrón-Corral, M. Hernández-Suárez. 2008. Potencial antifúngico de cepas de *Bacillus* spp. y extracto de *Larrea tridentata* contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) (Con 5 Tablas). Revista Internacional de Botánica experimental Phyton. 77: 241-252 p.

Hernández-Díaz L. y M. Rodríguez-Jorge.2001. Actividad antimicrobiana de plantas que crecen en Cuba. Rev. Cubana Plant Med; (2) 44-47 p.

Hincapié-Llanos C. A., D. Lopera-Arango y M. Ceballos-Giraldo. 2008. Actividad insecticida de extractos de semilla de *Annona muricata* (Anonaceae) sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Revista Colombiana de Entomología 34 (1): 76-82 p.

Homma, Y., Y. Arimoto, and T. Misato. 1981. Studies on the control of plant diseases by sodium bicarbonate formulation. 2. Effect of sodium bicarbonate on each growth stage of cucumber powdery mildew fungus (*Sphaerotheca fuliginea*) in its life cycle. J. Pestic. Sci. 6:2

Horst R. K., S. O. Kawamoto y L. L. Porter. 1992. Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. Plant disease, vol. 76, num. 3, 247-251 p.

Islam, M. S., Hasan, M. M., Xiong, W., Zhang, S. C., y Lei, C. L. (2009). Fumigant and repellent activities of essential oil from *Coriandrum sativum* (L.)(Apiaceae) against red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst)(Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Pest Science, 82(2): 171-177 p.

Jacobson M. 1958. Insecticides from plants. A review of the literatura. Agriculture mined book No. 154, US Government printing office, Washington, USA. 1941-1953 p.

Jasso de Rodríguez, D., Hernández-Castillo, D., Rodríguez-Garcıa, R., y Angulo-Sánchez, J. L. 2005. Antifungal activity in vitro of *Aloe vera* pulp and liquid fraction against plant pathogenic fungi. Industrial Crops and Products, 21(1): 81-87 p.

Javaid I. y K. Ramatlakapela. 1996. The Management of Cowpea Weevils [*Callosobruchus maculatus* (Fabricius)] in Cowpea Seeds by Using Ash and Sand. Journal of Sustainable Agriculture. Vol. 7, 147-154 p.

Jiménez A., R. Mata, R. Pereda, J. Calderón, M. B. Isman y R. Nicol. 1997. Insecticidal limonoids from *Swietenia humilis* and Cedrela salvadorensis. J Chem Ecol.; 49: 1981-1988 p.

Kagale S., T. Marimuthu, B. Thayumanavan, R. Nandakumar y R. Sami-yappan. 2004. Antimicrobial activity and induction of systemic resistance in rice by leaf extract of *Datura metel* against *Rhizoctonia solani* and *Xanthomonas oryza* epv. oryzae. Physiological and molecular plant patholoy. 65: 91-100 p.

Kordali, S., A. Cakir, H. Ozer, R. Cakmakci, M. Kesdek y E. Mete. 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. Bioresource Technology, vol. 99, Issue 18, 8788-8795 p.

Lemos T. L. C., T. J. A. Matos, J. W. Alenca, A. A. Craveiro, A. M. Clark, J. D. Chesney. 1990. Antimicrobial activity of essential oils of Brazilian plants. Phytother Res; 4: 82-84 p.

Lira-Saldivar R. H., M. Hernández-Suarez y F. D. Hernández-Castillo. 2006. Activity of *Larrea tridentata* (D.C.) Coville L. extracts and chitosan against fungi that affect horticultural crops. Revista chapingo, serie horticultura, año/vol. 12, No. 002, 211-216 p.

López-Pantoja Y., M. Angulo-Escalante, C. Martínez-Rodríguez,

J. Soto-Beltrán y C. Chaidez-Quiroz. 2007. Efecto antimicrobiano de extractos crudos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) y venadillo (*Swietenia humilis* Zucc) contra *E. coli*, *S. aureus* y el bacteriófago P22. Revista Bioquimia, Vol. 32 No. 4, 117-125 p.

López-Sáez J. A. y J. Pérez-Soto. 2008. Etnofarmacología y actividad biológica de *Quassia amara* (Simaroubaceae): Estado de la cuestión. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, Santiago, Chile. Vol. 7, Núm. 5, 234-246 p.

Marino M.; C. Bersani y G. Comi.1999. Antimicrobial Activity of the Essential Oils of *Thymus vulgaris* L. Measured Using a Bioimpedometric Method. Journal of Food Protection®, Vol. 62, No. 9, 1017-1023 p.

Martínez, A. 1996. Aceites esenciales. J. Nat. Prod, 59(1), 77-79 p.

Martínez, G. B., J. G. Hernández, I. Soto S. y J. C. Pedraza F. 1990. Determinación de la toxicidad causada por extractos vegetales sobre conchuela de fríjol (*Epilachna varivestis*) Muls. (Coleoptera: coccinellidae) en bioensayos de laboratorio. En: Memorias del XXV Congreso Nacional de Entomología. II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas, Oaxaca, Oax. 36 p.

Méndez R. 2006. Cultivos Orgánicos: Su control biológico en plantas medicinales y aromáticas. Ecoe ediciones, Ltda., Impreso en Colombia; 115 p.

Mimica-Dukić N., B. Božin, M. Soković, B. Mihajlović y M. Matavulj. 2003. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Three Mentha Species Essential Oils. Planta Med; 69(5): 413-419 p.

Mimica-Dukic N., N. Siminutos, J. Cvejic, E. Jovin, D. Orcic y B. Bozin. 2008. Phenolic Compounds in Field Horsetail (*Equisetum arvense* L.) as Natural Antioxidants. Molecules, 13: 1455-1464 pp.

Mittal, P. K., y Subbarao, S. K. 2003. Prospects of using herbal products in the control of mosquito vectors. Icmr Bull, 33(1): 1-10 p.

Mochiah M. B., B. Banful, K. N. Fening, B. W. Amoabeng, K. Offei Bonsu, S. Ekyem, H. Braimah y M. Owusu-Akyaw. 2011. Botanicals for the management of insect pests inorganic vegetable production. Journal of Entomology and Nematology Vol. 3(6), 85-97 p.

Mominutos, R. A., y M. G. Nair. 2001. Mosquitocidal, nematicidal, and antifungal compounds from Apium graveolens L. seeds. Journal of agricultural and food chemistry, 49(1): 142-145 p.

Montes-Belmont R. y H. E. Flores-Moctezuma. 2001. Combate de *Fusarium thapsinum* y *Claviceps africana* mediante semillas de

sorgo tratadas con productos naturales, Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 61, 23-30 p.

Mullin C. A., A. A. Alfatafta , J. L. Harman , S. L. Everett y A. A. Serino. 1991. Feeding and toxic effects of floral sesquiterpene lactones, diterpenes, and phenolics from sunflower (*Helianthus annuus* L.) on western corn rootworm. J. Agric. Food Chem., 39 (12): 2293-2299 pp.

Muñoz O., M. Montes y T. Wilkomirsky. 2004. Plantas medicinales de uso en Chile: química y farmacología. Monografia editada por Editorial universitaria, 2da edición, 330 p.

Nascimento, F. R. F., G.V.B. Cruz, P. V. S. Pereira, M. C. G. Maciel, L. A. Silva, A. P. S. Azevedo, E. S. B. Barroqueiro y N. M. Guerra. 2006. Ascitic and solid Ehrlich tumor inhibition by *Chenopodium* ambrosioides L. treatment. Life Sci., 78(22): 2650-2653 p.

National Academy of Sciences. 1979,Tropical Legumes: Resources for the Future, Washington D.C., 21-27 p.

Nduagu C., E. J. Ekefan y A. O. Nwankiti. 2008. Effect of some crude plant extracts on growth of *Colletotrichum capsici* (Synd) Butler & Bisby, causal agent of pepper anthracnose. Journal of Applied Biosciences, Vol. 6(2): 184-190 p.

Nwachukwu E. O. y C. I. Umechuruba. 2001. Antifungal Activities of Some Leaf Extracts on Seed-borne Fungi of African Yam Bean Seeds, Seed Germination and Seedling Emergence. Journal of Applied Sciencie Environment, vol. 5, No. 1, 29-32 p.

Obagwu J. y L. Korsten. 2003. Integrated control of citrus green and blue molds using *Bacillus subtilis* in combination with sodium bicarbonate or hot water. Postharvest biology and technology, vol. 28, issue 1: 187-194 p.

Orrego O. 2004. Búsqueda de plantas nativas y ornamentales para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en granos almacenados. Tesis (Graduación)-Universidad de Concepción, Chillán, Chile. 30 p.

Palou L., J. L. Smilanick, J. Usall y I. Viñas. 2001. Control of postharvest blue and green molds of oranges by hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate. Plant Dis. 85: 371-376 pp.

Paranagama P. A. 1991. Analysis of Sri Lankan Essential Oil by Gas Chromatography and Mass Spectroscopy. (Ed.) Senanayake, U. M., Industrial Technology Institute, Colombo, Sri Lanka, 36-40 p.

Paster N., B. J. Juven, E. Shaaya, M. Menasherov, R. Nitzan, H. Weisslowicks y U. Ravid. 1990. Inhibition effect of oregano and thyme essential oils on moulds and foodborne bacteria. Letters in

applied microbiology, 11: 33-37 p.

Pérez-Pacheco R., H. C. Rodríguez, J. Lara-Reyna, R. Montes-Belmont y G. Ramírez-Valverde. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Acta Zoológica Mexicana, 141-152 p.

Poswal M. A. T. y A. D. Akpa. 1991. Current trends in the use of traditional and organic methods for the control of crop pests and diseases in Nigeria. Tropical Pest Management, Volume 37, Issue 4, 329-333 p.

Prithiviraj B., S. Khiste, D. Ram y U. P. Singh. 1996. Effect of methanol extracts of *Aegle marmelos* leaves on mycelia growth and sclerotium formation of *Sclerotium rolfsii*. Int. J. Pharmacog. 36: 148-150 p.

Radhakrishnan, B. 2005. Indigenous preparations useful for pest and disease management. Planters' Chronicle, 101(4): 4-16 p.

Rajesh S., G. L. 2002. Studies on antimycotic properties of Datura metel. J Ethnopharmacol.; 80(2-3):193-7.

Ramírez V., J. y R. A. Sainz R. 2012. Propuestas para un sistema de producción bioagrícola en hortalizas. En: Memoria del Curso de agricultura orgánica y sustentable. Editado por Fundación produce Sinaloa. Culiacán, Sinaloa. 155 p.

Ramírez-González, S. I., O. López-Báez, V. Lee Rodriguez y M. G. Velez. 2007. Extractos vegetales para el manejo orgánico de la mancha negra *Phytophthora* palmivora del cacao. In: Agricultura sostenible. Volumen 1; Alternativas contra plagas. Rodríguez-Hernández, C., M.L.I. de Bauer, C.G.S. Valdés-Lozano, y S. Sánchez-Preciado (Eds). Sociedad Méxicana de Agricultura Sostenible, CP e ITA Tlaxcala. Montecillo, Texcoco, México. 55-67 p.

Ramón V. A. y F. Rodas. 2007. El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo. Guía práctica para los campesinos en el bosque seco. Editado por Naturaleza y cultura internacional; Darwin Net, GROEN HART. Perú y Ecuador, 26 p.

Ranasinghe L., B. Jayawardena y K. Abeywickrama. 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et L. M.Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. Letters in Applied Microbiology, vol. 35, issue 3, 208-211 p.

Rasooli I. y M. Razzaghi. 2004. Inhibitory effects of thyme oils on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. Food

Control 15: 479-483 p.

Restrepo-Rivera J. 2007. El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. 1a ed. Managua: SIMAS, 262 p.

Restrepo-Rivera J., Pinheiro S. y Castro-Medina B. 2007. Memoria del II Taller Internacional de Agricultura orgánica. Editado por ECOAgro un paso más, Guamúchil, Sinaloa, 122 p.

Restrepo-Rivera J. 1993. Proyecto de agroecología y tecnologías apropiadas. Boletín Técnico No. 1, Colombia, 8 p.

Reyes-Guzmán, R., J. Borboa-Flores, F. J. Cinco-Moroyoqui, E. C. Rosas-Burgos, P. S. Osuna-Amarillas, F. J. Wong-Corral y J. D. León-Lara. 2012. Actividad insecticida de aceites esenciales de dos especies de Eucalyptus sobre *Rhyzopertha dominica* y su efecto en enzimas digestivas de progenies. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 18(3): 385-394 p.

Riehemann K., Behnke B. y K. Schulze-Osthoff. 1999. Plant extracts from stinging nettle (*Urtica dioica*), an antirheumatic remedy, inhibit the proinflammatory transcription factor NF-kappaB. FEBS Lett; 442: 89-94 p.

Rodríguez C. 2000. Plantas contra plagas: potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Edit. De la RAPAM, México, D. F.

Rodríguez H., C. 2012. Sustancias vegetales y minerales en combate de plagas. En: Memoria del Curso de agricultura orgánica y sustentable. Editado por Fundación produce Sinaloa. Culiacán, Sinaloa. 155 p.

Ruiz-Figueroa, J. F. 1996. Agricultura organica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Universidad Autónoma de Chapingo. 1era. Edición. 111-117 p.

Rzedowsky J. y G. Calderón-Rzedowsky. 2008. Flora del bajío y de regiones adyacentes Fascículo 157: Compositae Tribu Heliantheae I (Acmella-Jefea). Editado por Instituto de Ecología A.C., Centro Regional de El Bajío, Patzcuaro, Michoacan, 180 p.

Saeed S. y P. Tariq. 2008. In vitro antibacterial activity of clove against gram negative bacteria. Pak. J. Bot., 40(5): 2157-2160 pp.

Saikia R., S. Varghese, B. P. Singh y D. K. Arora. 2009. Influence of mineral amendment on disease suppressive activity of *Pseudomonas* fluorescens to *Fusarium* wilt of chickpea. Microbiological research, vol. 164: 365-373 p.

Salas-Ardila J. 2006. Guía para la elaboración y aplicación de abonos orgánicos compostados, caldos microbianos y preparados vegetales y minerales para el control de plagas y enfermedades en

cultivos hortofrutícolas (mora, uchuva y tomate de árbol). Programa integral para la gestión ambiental empresarial-PIGAE, Bogotá, C.D., 13 p.

Sarma B., Pandey V.B., Mishra G.D. y U. P. Singh. 1999. Antifungal activity of berberine iodide, a constituent of Fumaria indica. Folia. Microbiol. 44: 194-166 p.

Segura R., Mata R., Anaya A. L., Hernández B., Villena R. y M. Soriano. 1993. New tretanortriterpenoids from *Swietenia humilis*. J Nat Prod; 56: 1567-1574 p.

Seymour J. 1980. Guía práctica ilustrada para la vida en el campo. Editorial Blume. 256 p.

Silva-Aguayo G. I., R. Kiger-Melivilu, R. Hepp-Gallo y M. Tapia-Vargas. 2005. Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de tres especies del género Chenopodium. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.40, n.10, p.953-960

Silva G., A. Lagunes y J. C. Rodríguez. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. Ciencia e Investigación Agraria, v.30, 153-160 p.

Singh I. y J. P. Verma. 1981. Virus inhibitor from Datura metel. Ind. Phytopathol. 34: 452.

Srivastava A. y M. Srivastava. 1998. Fungitoxic effect of some medicinal plants (on some pathogens). Philipp. J. Sci. 127: 181-187 p.

Stanley P. C. 1996. Trees and shurbs in Mexico. United States National Herbarium: Washington, DC.; 560 p.

Suárez-Jiménez G. M., M. O. Cortez-Rocha, E. C. Rosas-Burgos, A. Burgos-Hernández, M. Plascencia-Jatomea y F. J. Cinco-Moroyoqui. 2007. Antifungal activity of plant methanolic extracts against *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenb. and fumonisin B1 production. Revista Mexicana de Fitopatología 25: 134-142 p.

Surch, Y. y S. S. Lee. 1996. Capsaicin in hot chili pepper: carcinogen, co-carcinogenor anti-carcinogen? Food and Chemical Toxicology 34, 313-316 p.

Verma L. R. 1998. Indigenous technology knowledge for watershed management in upper north-west Himalayas of India. Edited by Aparna Negi and Prem N. Sharma Watershed Management Technology Center (WATMATEC) of the Dr. YSP University of Horticulture and Forestry, Solan, HP, India and Participatory Watershed Management Training in Asia (PWMTA) NETHERLANDS/FAO (UN), GCP/RAS/161/

NET, Kathmandu, Nepal, 1era edición, disponible en: http://www.fao.org/docrep/x5672e/x5672e00.htm#Contents

Wasilewski, J. 2005. Una nueva familia de insecticidas químicos representada por CONFIRM, agentedecontrol selectivo de orugas, y los agentes relacionados MACH 2 eINTREPID, ofrece una alternativa Verde frente a los insecticidas convencionales más usados. Curso de Bioquímica Química Verde. Departamento de Química, Universidad deScranton (en línea). Consultado: 27 nov 2013. Disponible: http://www.academic.scranton.edu/faculty/CANNM1/biochemistry/biochemistrymodulespan.html.

Weltzien, H. C. 1990. The use of composted materials for leaf disease suppression in field crops. In: Unwin, R. ed. Crop Protection in organic and Low input Agriculture: Options for reducing agrochemical usage. BCPC Monograph No. 45. The British Crop Protection Council, Farnham. P. 115-120 p.

Zavaleta-Mejia E., R. I. Rojas M. y M. Zavaleta M. 1990. Effect of volátiles emanated from brassicaceous (cruciferous) residues on some soil-borne pathogens. In: Reporto n the workshop on chemical interactions between organisms, Santiago, Chile. Chile International Foundation for Science-IFS, Stockholm, Sweden, 118-123 p.

Zavaleta-Mejia E. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas, Terra latinoamericana, año/vol. 17, No. 003, Chapingo, México, 201-207 p.

MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y BIORRACIONALES

Editado por Fundación Produce Sinaloa, A.C, siendo el coordinador del área de Divulgación José Nedel Sánchez Valencia,se terminó de Río Piaxtla #35 Pte. Col. Guadalupe C.P. 20220 Culiacán, Sinaloa, México en el mes de julio de 2014.
La corrección de estilo estuvo a cargo de Óscar Paúl Castro Montes.
El diseño, a cargo de Loreto Monzón Márquez,
se realizó con tipos Segoue de 11:13, 10:12 y 9:11 puntos.
La edición consta de 1000 ejemplares
impresos en papel bond de 70 kg.

Agradecimientos:
Al CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa, por las facilidades dadas para la realización de este libro, a través del proyecto: SIP Diseño y evaluación de bioinsecticidas micro y nanoencapsulados para el control de plagas del tomate en Sinaloa. Clave 20140490.
A la Fundación Produce Sinaloa A.C., por su valioso apoyo en la redacción de estilo y el cuidado en el proceso de edición.
Al INAPI Sinaloa, por el apoyo económico para la publicación de este libro. A los miembros del comité de arbitraje por su revisión y sugerencias y aportaciones a la obra.
A los participantes, por sus aportaciones y entusiasmo para la realización de la obra.

FUNDACIÓN PRODUCE Sinaloa A.C.

uaim Unidad Sinaloa

Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales

El libro manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales se centra en la revisión de los procedimientos más aceptados para elaborar este tipo de productos naturales útiles a la agricultura, se muestra la forma de su elaboración a bajo costo y los beneficio en la nutrición de plantas de cultivos de hortalizas, maíz y frutales. En la sección de biorracionales se indica la parte donde se encuentra el ingrediente activo que actúa como plaguicida y su forma de uso en los diferentes cultivos agrícolas, dando información sobre su efectividad en el control de patógenos y plagas importantes. Por esta razón, este documento es útil para las personas que practican la agricultura orgánica y convencional en México.

ISBN 978-607-8347-33-9

9 786078 347339 >