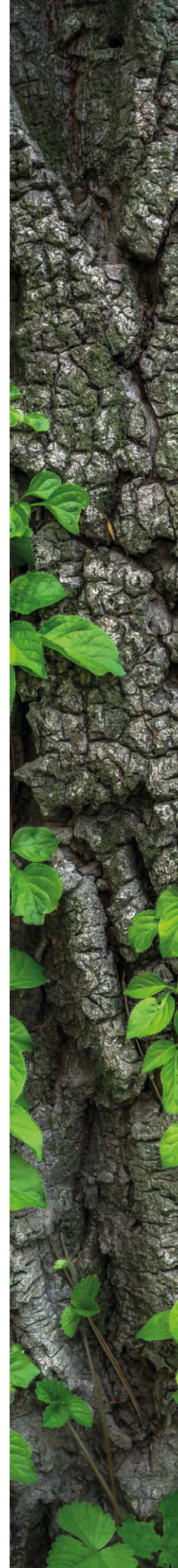


Manual de Buenas Prácticas Agroecológicas





Contenido

Propósito _____	4
Introducción _____	5
Pero.... ¿Qué es la agroecología? _____	5
¿Cuál es el objetivo y la importancia de la agroecología?	
Elementos que componen a la agroecología _____	6
Prácticas agroecológicas de siembra _____	7
Prácticas agroecológicas de nutrición _____	20
Compostas y otros sólidos _____	20
Lixiviado de lombriz _____	43
Prácticas agroecológicas para la prevención y corrección de plagas y enfermedades _____	45
Preservación de semilla _____	58
Glosario _____	68
Referencias _____	70



Propósito

La recuperación de la producción de múltiples hortalizas, frutos y otras materias primas (huertos multiproductivos) mediante prácticas agroecológicas representa ventajas en términos de mejoría de la alimentación, salud y economía familiar.

El enseñar y/o retomar estas prácticas promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales.

Por lo tanto, el propósito de este manual es dar a conocer las prácticas agroecológicas a las comunidades que realizan el rescate de semillas criollas, la producción de alimentos sanos, el rescate de la identidad cultural, así como el mejoramiento de suelos, economía y salud.

Introducción

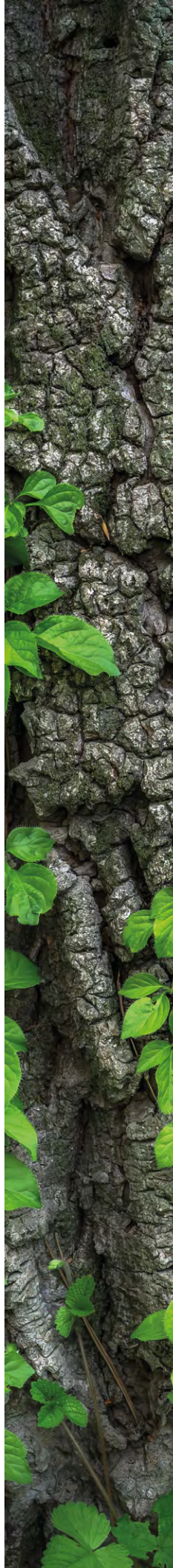
En la actualidad la alta demanda de alimentos a nivel mundial genera un alto grado de deforestación, contaminación y escasez de agua, pérdida de la fertilidad del suelo que genera pérdida de hábitats y biodiversidad.

La forma de producir estos alimentos se basa en tecnologías agrónomas no sostenibles.

Ante ello, la agroecología resulta la mejor alternativa ya que integra un enfoque en el cual se respetan las relaciones ecológicas, sociales, económicas y agrícolas para lograr un sistema justo y sustentable.

Este diseño agroalimentario se opone a la reducción de la biodiversidad y uso de agroquímicos, por su contaminación y pérdida del ambiente, así como al excesivo e inadecuado uso de la mecanización (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

Dicho por La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2023: "Los agricultores familiares son las personas que tienen las herramientas para practicar la agroecología. Ellos son los guardianes reales del conocimiento y la sabiduría necesaria para esta disciplina. Por lo tanto, los agricultores familiares de todo el mundo son los elementos claves para la producción de alimentos de manera agroecológica".



Pero.... ¿Qué es la agroecología?

La agroecología es un enfoque holístico que aplica conceptos y principios ecológicos y sociales al diseño y la gestión de sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles. Trata de optimizar las interacciones entre plantas, animales, seres humanos y medio ambiente, al mismo tiempo que aborda la necesidad de sistemas alimentarios socialmente equitativos en los que las personas puedan elegir lo que comen, cómo y dónde lo producen.

¿Cuál es el objetivo y la importancia de la agroecología?

Tiene el fin de reducir el uso de insumos externos al sitio y de optimizar la eficiencia de los sistemas de cultivo. Esto necesariamente repercute en el bienestar económico y social de los productores (Gutiérrez; et. al., 2008).

La agricultura ecológica asegura alimentos sanos, protege el suelo, el agua y el clima, no contamina, ni daña la biodiversidad con el uso de agrotóxicos ni transgénicos. Cuida a la gente, desde agricultores hasta consumidores, permite el desarrollo de las comunidades y la soberanía alimentaria (Greenpeace, 2021).

La agroecología descansa en tres pilares para el desarrollo sostenible: económico, social y ambiental. Provee las bases científicas para dirigir la producción en un agroecosistema biodiverso, capaz de mantener su propio funcionamiento, lo cual implica grandes cambios institucionales y políticos.

Los campesinos tradicionales han desarrollado y transmitido a través de las generaciones sistemas agrícolas complejos, adaptados a las condiciones locales; donde las estrategias agrícolas nativas exitosas, constituyen un tributo a la creatividad de los pequeños agricultores. Los sistemas agrícolas tradicionales, comúnmente sostienen una alta diversidad de cultivos y agroforestería los cuales estabilizan los rendimientos a largo plazo, promueve diversidad en la dieta y maximiza la recuperación, aún bajo niveles mínimos de tecnología y con recursos limitados (Gutiérrez; et. al., 2008).

Es importante que los ingenieros dedicados al manejo del campo comprendan los elementos socioculturales y económicos de los agroecosistemas, y las personas dedicadas a las ciencias sociales aprecien los elementos técnicos y ecológicos de éstos. La agroecología proporciona las bases ecológicas para la conservación de la biodiversidad en la agricultura. También juega un rol en la recuperación del balance ecológico de los agrosistemas, a manera de alcanzar una producción sustentable (Gutiérrez; et. al., 2008).



Elementos que componen a la agroecología

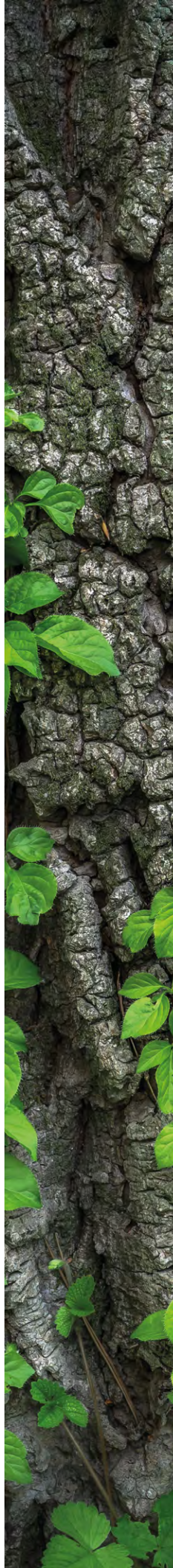
Para brindar orientación a los países para que transformen sus sistemas agrícolas y alimentarios, integren la agricultura sostenible a gran escala y logren el Reto del Hambre Cero y muchos otros Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en los seminarios regionales de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) sobre agroecología se establecieron los siguientes 10 elementos:



Figura 1. Elementos de la agroecología.
Fuente: FAO (s.f.).

De acuerdo con la FAO, cada uno de los elementos se puede entender así:

1. **Diversidad:** la diversificación es fundamental en las transiciones agroecológicas para garantizar la seguridad alimentaria y la nutrición y, al mismo tiempo, conservar, proteger y mejorar los recursos naturales.
2. **Creación conjunta e intercambio de conocimientos:** las innovaciones agrícolas responden mejor a los desafíos locales cuando se crean conjuntamente mediante procesos participativos.



3. Sinergias: crear sinergias o acciones conjuntas, potencia las principales funciones de los sistemas alimentarios, lo que favorece la producción y múltiples servicios ecosistémicos.
4. Eficiencia: las prácticas agroecológicas innovadoras producen más utilizando menos recursos externos.
5. Reciclaje: reciclar más significa una producción agrícola con menos costos económicos y ambientales.
6. Resiliencia: mejorar la resiliencia de las personas, las comunidades y los ecosistemas es fundamental para lograr sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles.
7. Valores humanos y sociales: proteger y mejorar los medios de vida, la equidad y el bienestar social es fundamental para lograr sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles.
8. Cultura y tradiciones alimentarias: mediante el apoyo a unas dietas saludables, diversificadas y culturalmente apropiadas, la agroecología contribuye a la seguridad alimentaria y la nutrición al tiempo que mantiene la salud de los ecosistemas.
9. Gobernanza responsable: para lograr una alimentación y una agricultura sostenibles es necesario adoptar mecanismos de gobernanza responsables y eficaces a diferentes escalas, de la local a la nacional y la mundial.
10. Economía circular y solidaria: las economías circulares y solidarias que reconectan a productores y consumidores ofrecen soluciones innovadoras para vivir dentro de los límites de nuestro planeta y, al mismo tiempo, afianzan las bases sociales para el desarrollo inclusivo y sostenible.

Los 10 elementos constituyen una guía para los encargados de formular políticas; son de interés de especialistas e interesados en la planificación, gestión y evaluación de las transiciones agroecológicas.

Prácticas agroecológicas de siembra

Creación de huertos multiproductivos (huertos de traspatio)

A continuación, se brinda información por parte del Instituto Corazón de la Tierra y el Instituto Nacional de las Mujeres, sobre la creación de huertos multiproductivos.

El huerto multiproductivo (de traspatio) es un espacio de terreno cerca de la casa que se usa para sembrar semillas criollas (preferentemente), plantas medicinales, hortalizas y árboles frutales. Entendiendo que la semilla criolla es aquella "autóctona o propia" de un lugar determinado. Son semillas fuertemente adaptadas a las condiciones propias de su sitio de origen y pueden producir descendencia fértil (se puede volver a sembrar).

La recuperación del traspatio como espacio de producción múltiple representa ventajas en términos de mejoría de la alimentación y la economía familiar, así como de fortalecimiento de un espacio de generación y aplicación de conocimientos. El traspatio funciona asimismo como reserva genética de plantas alimenticias, medicinales y árboles de valor.

La importancia de tener un huerto multiproductivo en casa reside en su capacidad para proporcionar alimento sano, de calidad y diverso. Además, nos proporciona un lugar de terapia y recreación.



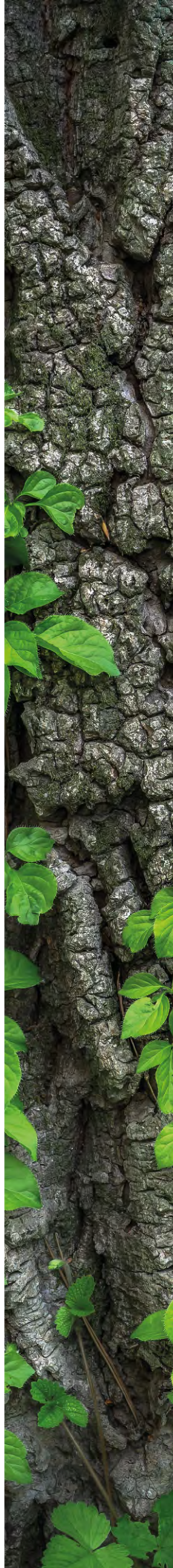
Foto 1. Creación de huertos multiproductivos.
Fuente: Archivo ICT.

¿Dónde podemos sembrar?

Jardineras rectangulares o camas de cultivo

Las camas de cultivo son espacios, generalmente cuadrados o rectangulares delimitados por cercos de madera y piedra, entre otros elementos, que están rellenos de un sustrato adecuado.

Estos tipos de construcciones se pueden utilizar en zonas con pendientes para controlar la erosión que se produce por el agua de lluvia. Permiten conservar los nutrientes de la tierra y optimizar el agua para el riego.



Las medidas generalmente son de 60 a 80 cm de alto.



Foto 2. Jardineras rectangulares.
Fuente: Archivo ICT.

Muros verdes

Los muros verdes pertenecen al rubro de la arquitectura sustentable. Estos se construyen de forma vertical. Se recomienda utilizar estructuras metálicas, madera o mixtas para evitar la humedad excesiva en las paredes de la casa. Se recomienda para vegetales livianos, aromáticos u ornamentales.

Macetas

En ellas se puede sembrar poco, pero pueden estar en cualquier espacio. Se debe de tomar en cuenta que las plantas necesitan cuando menos de 4 o 5 horas de luz al día.



Surcos en el suelo

El mejor terreno es aquel que está en lugares abiertos, soleados y protegidos de los fuertes vientos, evitando que las plantas sembradas reciban sombra de grandes árboles.



Foto 3. Producción de vegetales en surcos.
Fuente: Archivo ICT.

Selección del lugar para establecer el huerto multiproductivo

De preferencia el terreno debe ser plano, libre de piedras y vegetación, contar con agua suficiente y de buena calidad así como una buena iluminación. Si esto no fuera posible, sería necesario construir terrazas o andenes. Si puede elegir el lugar dónde hacer el huerto, lo primero que deberá tener en cuenta es el tamaño ideal, esto nos permite obtener variadas hortalizas, plantas medicinales, nopales y fruta local, durante todo el año para el consumo de la familia. Usted deberá determinar el porte de su huerto de acuerdo al tamaño de su familia.

El terreno deberá de ser protegido de vientos fuertes y animales que puedan dañar nuestros frutos. También necesitará un buen drenaje para evitar encharcamientos que pudieran aumentar la cantidad de humedad y generar enfermedades.



Foto 4. Protección y adecuación del terreno.
Fuente: Archivo ICT.



Un análisis del suelo permite conocer las características físicas, químicas y biológicas, y las mismas limitaciones que puede presentar un suelo; de forma tal que se pueda establecer cuál es el uso, tipo de cultivo y manejo más adecuado que permita una buena productividad y calidad de nuestros productos. Con base en esta información podrá tomar de forma más fácil decisiones como cantidad de labranza, cantidad de nutrientes a aplicar, etc.

Una vez que se ha mencionado la importancia de las pruebas se aborda cada una de ellas.

Prueba de pH

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución.

La sigla significa "potencial de hidrógeno". Conocer el pH del terreno es importante porque puede afectar la salud de las plantas. Cuando el suelo es básico (alcalino), los minerales como hierro y manganeso se disuelven en el agua de la tierra, en pequeñas cantidades, ayudan a las plantas a crecer. Pero si el suelo es muy ácido, estos minerales abundan y pueden hacer daño, o hasta matar a las plantas.

Las coles de color morado o violeta, contienen en sus hojas un indicador que nos ayudará a determinar el pH del suelo de nuestro huerto. Para extraer el indicador realizaremos los siguientes pasos:

Materiales

- 2 tazas de col roja, picada.
- 1 taza de agua.
- Vinagre casero.
- 1 sobre de sal de uvas.
- 1 cucharadita de suelo seco para hacer la prueba.
- Estufa.
- Olla con tapa.
- 1 coladera o tela vieja.
- 1 plato blanco.
- 1 cuchara.
- 1 gotero.

¿Cómo se hace la prueba de pH?

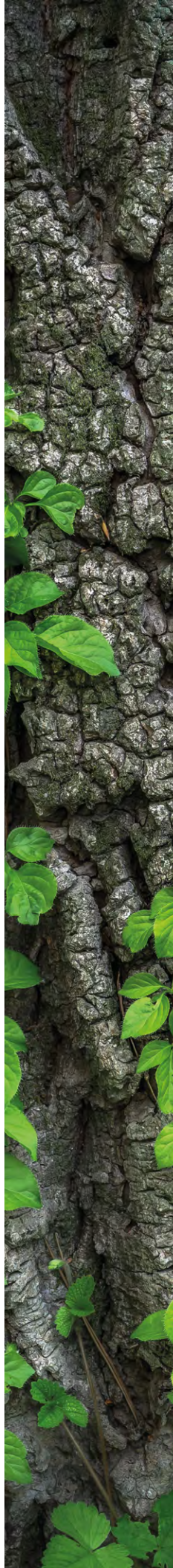
1. Hervir una taza de agua en la olla. Echar la col. Tapar la olla y hervir hasta que el agua se ponga morada.

2. Se cuele esta agua en el colador y se deja enfriar. Esta agua se va a usar para medir el pH del suelo.
3. Se pone un par de cucharadas de agua de col en un plato blanco. Se le añade 1/8 de cucharadita de sal de uvas. Ahora se añaden unas gotas de vinagre case-ro de una en una, hasta que el agua cambie de color.
4. Se pone media cucharadita de suelo en un plato blanco limpio. Se echa más agua de col, de gota en gota, hasta que la tierra quede mojada, pero no enchar-cada. Se mueve el plato un poquito de lado a lado (un minuto) para que el agua reaccione con el suelo.
5. Se ladea el plato para que una gota del agua de la col fluya de la tierra y se ob-serva el color del agua.
6. Si la gota es roja, el suelo es ácido (0-6, ver nivel de crecimiento de cultivos). Si la gota es de color verde o azul, es básico (8-14, ver nivel de crecimiento de cul-tivos). Si la gota es de color morado, la tierra es ideal para el cultivo (7, ver nivel de crecimiento de cultivos).



Figura 2. Colores según el rango de pH de las soluciones.
Fuente: Infographics – Compound Interest (compoundchem.com)

A continuación se presenta una figura donde se pueden observar los niveles óptimos de pH para algunos cultivos.



Niveles de pH óptimos para diversos cultivos

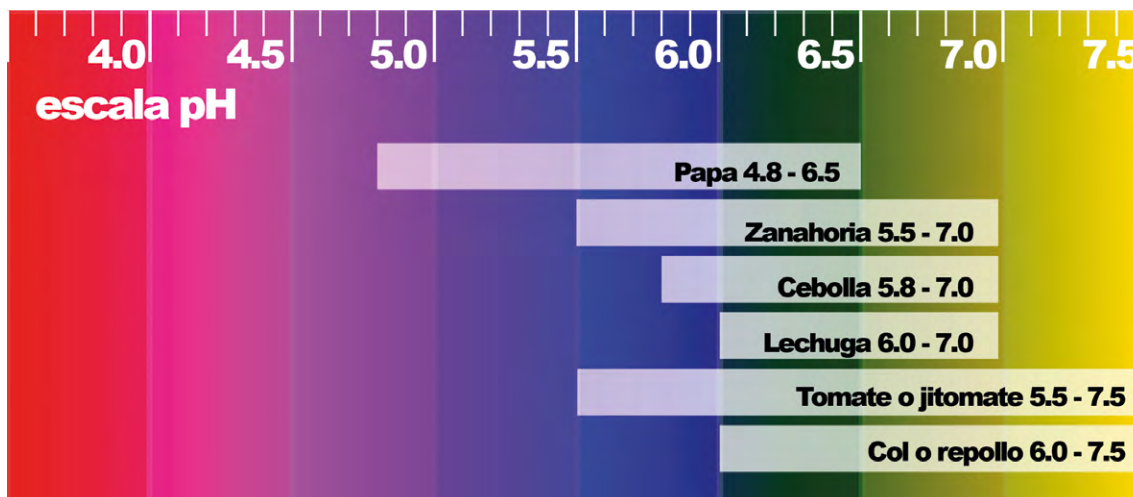


Figura 3. Niveles óptimos de pH para algunos cultivos.

Fuente: Instituto Corazón de la Tierra e Instituto Nacional de las Mujeres (s.f).

Prueba para determinar la presencia de materia orgánica

La materia orgánica es toda la materia muerta en vías de descomposición proveniente de plantas, animales y sus productos de residuo en el ambiente natural.

Es importante porque nos brinda una idea de qué tanto alimento disponible hay en el suelo para nuestros cultivos.

La prueba de presencia de materia orgánica es una de las más importantes, indica si hay liberación de nutrientes para las plantas por parte de los organismos del suelo. Se mide en porcentaje y va del 0% al 5%. El mayor porcentaje indica que hay más materia orgánica y, por lo tanto, es más fértil ese suelo.

Materiales

- Muestra de suelo.
- Agua oxigenada (puede ser adquirida en la farmacia).
- Dos tapaderas de plástico de refresco grande.
- Una cuchara chica.

¿Cómo se hace la prueba de materia orgánica?

Se toman dos cucharadas de tierra, cada una se deposita en una tapadera de plástico, se le agregan de 1 a 5 gotas de agua oxigenada. Hay que tener cuidado de solo mojar

la tierra y no encharcarla de agua oxigenada, la otra tapadera se queda de testigo. Enseguida, el suelo hará burbujas; se espera un minuto o hasta que deje de hacer burbujas y se toma inmediatamente el dato de cuantas veces subió el suelo de tamaño, comparando esa tapadera con otra que no se puso agua oxigenada. Se anota el resultado. Si sube de 3 a 5 veces más, es señal que tiene buena cantidad de materia orgánica.

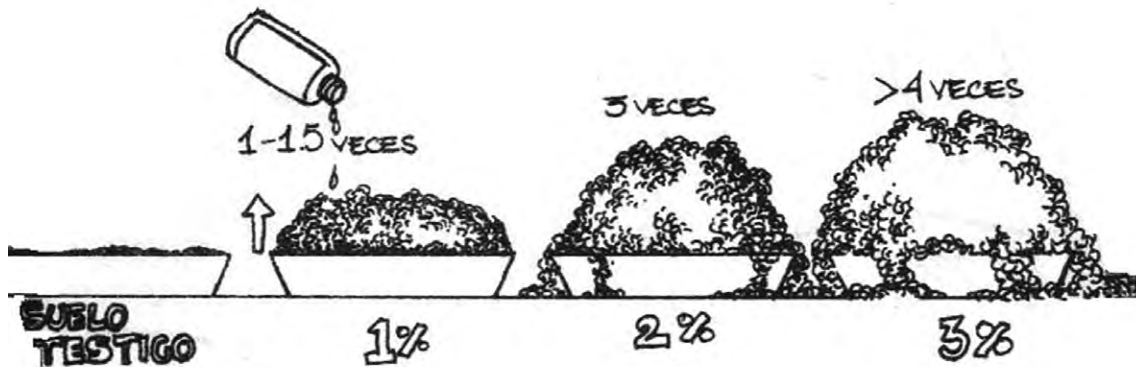


Figura 4. Prueba de materia orgánica.
Fuente: Archivo ICT.

Prueba para textura del suelo

¿Qué es la textura?

La textura se refiere al tamaño de las partículas del suelo. Tiene que ver directamente con qué cantidad de nutrientes y agua puede retener para bien de las raíces. Nos da una idea de qué tanto espacio hay en el suelo para que a la planta le llegue oxígeno. El suelo óptimo para la mayoría de las plantas es textura franca, es decir, tiene aproximadamente 30% de arena, 30% de arcilla, y 30% de limo. A medida que se aleja de estas proporciones causa problemas a la planta.

Materiales

- Muestra de suelo.
- Un vaso con agua de la llave.

¿Cómo se hace la prueba de textura?

Se toma un puño de tierra en las manos, se amasa incorporando poco a poco agua. Una vez bien amasada, se intenta formar, primero, un palito de grosor uniforme y se toma con los dos dedos índice y gordo de la parte de arriba.



Figura 5. Prueba de textura.
Fuente: Archivo ICT.

Arenoso

Si no se troza se procede a formar una letra "C".

Franco

Si no se troza se procede a hacer una letra "O".



Foto 5. Prueba de textura.
Fuente: www.portalfruticola.com

Características óptimas de un suelo listo para sembrar

- PH neutro (entre 6.5-7.5) en la mayoría de los cultivos (que la gota de la prueba de pH sea de color morada es óptima).
- Materia orgánica arriba de 3% (si las muestras de tapa con tierra y agua oxigenada creció de 3 a 5 veces).
- Textura franca (Si logró formar una "O" con la tierra amasada).

Manejo de un suelo con problemas

Si el suelo resulta ácido, se puede mejorar con cal agrícola. Si el suelo resulta bajo de materia orgánica se puede mejorar con aplicaciones al suelo de composta, rastrojos y abonos verdes. Si el suelo resulta arcilloso se puede mejorar con composta, abonos verdes o arena, si es que la superficie de cultivo es pequeña. Si resulta arenoso se puede mejorar con composta y arcilla.

Hay otras características aparte de las mencionadas anteriormente; que deben ser consideradas al momento de escoger un suelo para sembrar y las plantas logren un óptimo desarrollo. Estas características son las siguientes:

- Buena profundidad (de 1 a 2 metros).
- Permeabilidad.

Es muy importante comprobar que el suelo no tenga plaga como gallina ciega nixticuil, nematodos o que anteriormente existieran cultivos con problemas fuertes de enfermedades como lo es el cáncer del tomate *Clavibacter michiganensis*.

Selección de semilla

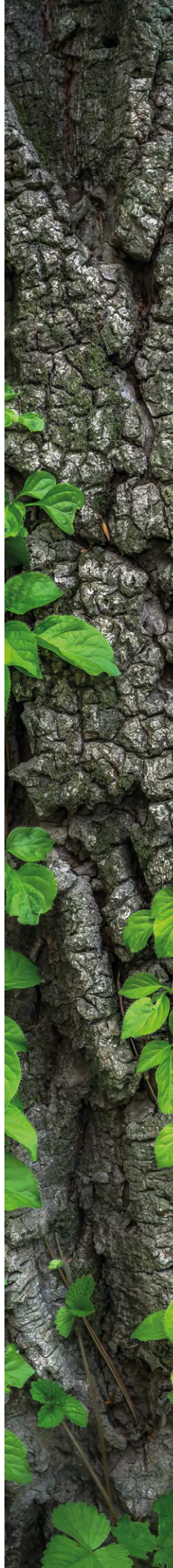
Es importante que la semilla pertenezca a plantas fuertes y sanas, para que las nuevas plantas tengan esas características, ya se trate de hortalizas, granos, plantas medicinales y/o árboles frutales. El proceso de selección manejo de las semillas es similar para todas, como ejemplo y debido a la importancia económica se muestra el maíz.

El proceso de selección inicia cuando se consideran los siguientes caracteres: tamaño de mazorca, número de hileras de la mazorca y diámetro de olote. Una buena selección de semilla ayuda al productor, con el tiempo a mejorar poco a poco, las características de la mazorca y grano de su maíz criollo. De esta manera también estará contribuyendo a la conservación de los maíces, ya que a través de una adecuada selección de semilla se evita que se sigan perdiendo las características particulares que los distinguen. Se recomienda usar semilla criolla.

Materiales y herramientas

Las herramientas básicas para poder llevar nuestras actividades en el huerto son:

- Pala
- Navaja o cuchillo
- Azadón
- Rastrillo
- Biello jardinero
- Cubetas
- Barras y/o picos



Estas son herramientas básicas para un cómodo y práctico trabajo, sin embargo, puede utilizar otras herramientas que faciliten esta labor.

Preparación del terreno

Si se opta por la producción directa en el suelo entonces:

- Eliminar toda la basura que se encuentre en el terreno (vidrio, alambre, plásticos y piedras).



Figura 6. Limpieza del terreno.
Fuente: Archivo ICT.

- Retirar las hierbas que estén en nuestro terreno de siembra.
- Aflojar la tierra con azadón a una profundidad de 30 cm aproximadamente. Así el agua, el aire y los microorganismos del suelo penetrarán hasta el fondo.



Figura 7. Preparación del terreno.
Fuente: Archivo ICT.



- Eliminar terrones y nivelar el terreno. Es mejor que se encuentre húmedo para hacer este paso.



Figura 8. Nivelación del terreno.
Fuente: Archivo ICT.

- Se harán 4 camas de 30 cm de ancho y una altura de 15 cm. Las camas deben de estar separadas unos 50 cm una de otra, (solo en caso de ser camas).

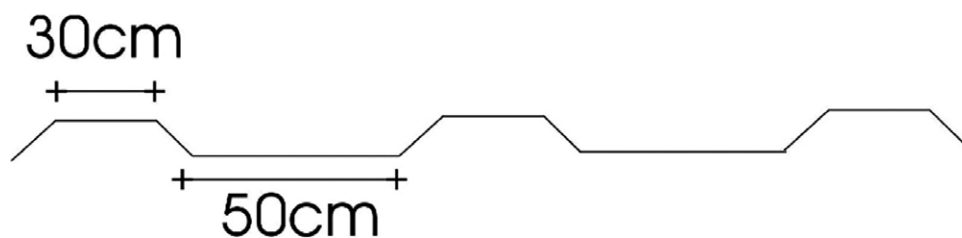


Figura 9. Elaboración de camas de siembra.
Fuente: Archivo ICT.

- Se sugiere marcar el terreno cercándolo. Fabricamos varas de 1.40 m de largo. Con esta vara y un hilo, marcaremos todo el terreno que queramos sembrar.



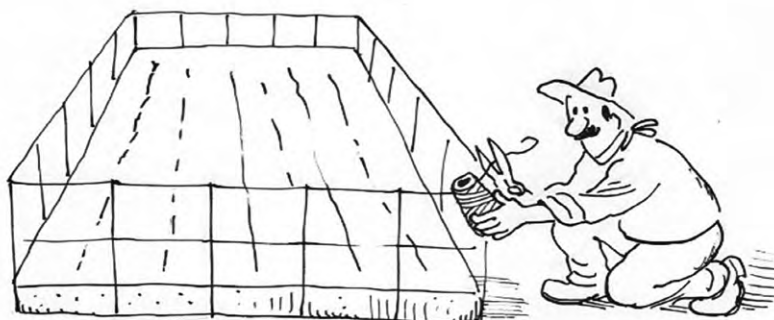


Figura 10. Marcaje del terreno.
Fuente: Archivo ICT.

Tipos de siembra

Siembra directa. Coloca la semilla en el sitio definitivo. Las semillas se entierran a una profundidad cinco veces mayor que su tamaño.

Siembra indirecta. Se usa un semillero, lo que permite germinar y generar una plántula (plantita vigorosa) para luego poder trasplantarla al destino final. El semillero puede ser en charolas de almácigos, cajas de madera, camas de siembra, etc. El sustrato para la germinación puede producirse con una mezcla de composta y arena.



Foto 6. Siembra indirecta.
Fuente: Archivo ICT.



La distancia y forma en las que se siembra dependerá del tipo de hortaliza y/o frutales. Cuando el cultivo está establecido es muy importante mantenerlo nutrido y sano. Esto lo podemos lograr mediante las siguientes prácticas agroecológicas.

Prácticas agroecológicas de nutrición

Compostas y otros sólidos

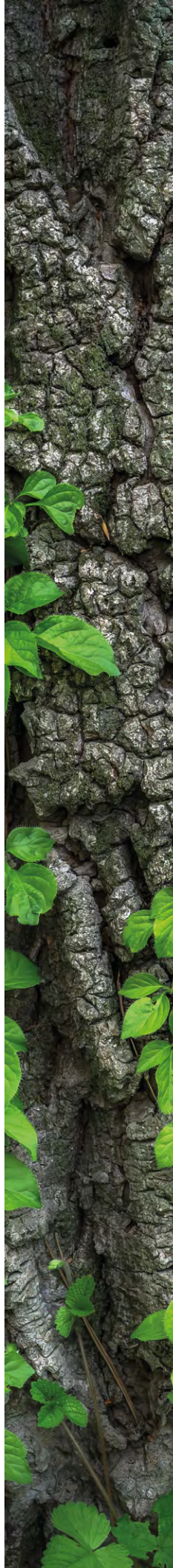
Los beneficios de la fertilización orgánica son:

- La aplicación de materia orgánica aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen un suelo fértil.
- Mejora la estructura del suelo facilitando la formación de terrones con lo que mejora la permeabilidad de éstos. Aumenta la fuerza de unión a suelos arenosos y disminuye en suelos arcillosos.
- Mejora la retención de la humedad del suelo y la capacidad de retención de agua.
- Estimula el desarrollo de las plantas.
- Mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial.
- Su acción aumenta la disponibilidad de micronutrientes como hierro, cobre y zinc.
- El humus aporta elementos minerales en bajas cantidades y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo.
- Ayuda a las plantas a fortalecer y activar su sistema de defensa.

Dentro de los fertilizantes agroecológicos podemos encontrar los siguientes.



Foto 7. Elaboración de agrofertilizantes.
Fuente: Archivo ICT.



Composta

Una composta es el conjunto de restos de materia orgánica que se descomponen de manera natural por la actividad de los microorganismos.

El uso de composta como abono orgánico permite el aprovechamiento de residuos orgánicos de casi cualquier origen (no se recomiendan cáscaras de cítricos por su acción germicida), ya sean de la ciudad, rurales o industriales. La composta es el producto final de los procesos bioquímicos que sufre la materia orgánica al descomponerse y finalmente reincorporarse a la tierra.

El compostaje es una técnica utilizada desde siempre por los agricultores. Consiste en el amontonamiento de los estiércoles, los restos de cosecha y los residuos domésticos, para su posterior descomposición y transformación en productos más fácilmente manejables, sin restos gruesos y aprovechables como abono.

El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aeróbico que combina fases mesófilas (15°C a 45°C) y termófilas (45°C a 70°C) para conseguir la transformación de un residuo orgánico en un producto estable, aplicable al suelo como abono. La base principal del proceso de fabricación de la composta es una buena aireación de la masa.

La materia orgánica puede ser reciclada y retornada a la tierra en forma de humus para nuestras plantas y cosechas, por cada 100 kg de restos orgánicos se puede obtener 30 kg de abono.



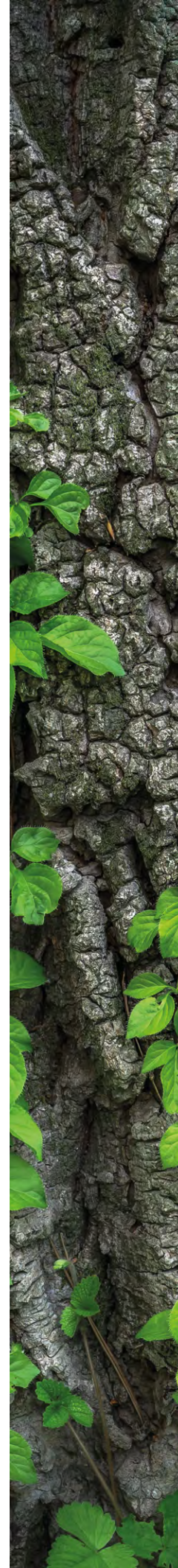
Foto 8. Elaboración de composta.
Fuente: Archivo ICT.

Material

- Material orgánico (cáscaras de frutas, estiércol y hojarasca, entre otros).
- NO MATERIALES DE ORIGEN ANIMAL.
- Tierra.
- Agua.
- Palas o maquinaria con la que se cuente para voltear la composta.

¿Cómo preparar la composta?

1. El proceso de composteo inicia limpiando la superficie donde trabajaremos. Puede ser directamente en el suelo o planchas de concreto. El tamaño de la superficie dependerá de la cantidad de composta que se desee elaborar y herramientas con las que se cuente para poder revolver el material a trabajar.
2. Se coloca una capa de 8 cm de ramas o materia gruesa sobre la superficie para facilitar la ventilación del montón en la parte baja. Se moja moderadamente con agua evitando escurrimientos.
3. Se forma encima una capa de 10 cm de vegetación seca. Se moja moderadamente con agua.
4. Se pone después una capa de 5 cm de vegetación fresca y desperdicios de cocina. Se moja moderadamente con agua.
5. Se cubre el montón con una capa de tierra. De nuevo, se moja moderadamente con agua.
6. Se añaden nuevas capas de vegetación seca, vegetación fresca con desperdicios de cocina y tierra, cuando se disponga de estos materiales hasta agotarlos y siempre mojándolos de manera moderada.
7. Se deja la composta fermentándose de tres a seis meses mezclando y mojando moderadamente cada tercer día evitando escurrimientos. Este tiempo puede variar dependiendo de la temperatura del medio ambiente, ya que en zonas calientes el proceso se acelerará y puede estar listo hasta en un mes.
8. Es importante verificar que exista un aumento en la temperatura a través del proceso. Con este tiempo de mezclado tendríamos que tener temperaturas hasta de 70 °C. La composta estará lista una vez que la temperatura haya bajado y se mantenga.
9. Una vez que pasa el tiempo de composteo es importante tamizar la composta para homogenizar el tamaño de las partículas.
10. Terminado esto se podrá guardar el producto en costales o aplicarlo directamente sobre el suelo.



Nota: es muy importante mezclar la composta ya que esto ayudará a oxigenar y habrá un aumento en la temperatura eliminando así los patógenos, semillas de malezas y otros organismos dañinos para el cultivo.

Bocashi

La palabra "bocashi" proviene del idioma japonés; cuando se hace referencia a la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, significa "cocer al vapor los materiales del abono", aprovechando el calor que se genera con la fermentación aeróbica de los mismos.

La mayoría del tiempo, el bocashi se prepara con cascarilla de arroz, gallinaza, tierra de bosque, levaduras, carbón, carbonato de calcio, sémola de trigo y miel de caña.

Con el bocashi se contribuye a la conservación y reducción de la acidez del suelo.

Materiales y herramientas

- Dos palas rectas.
- 2 bieldos.
- Un machete.
- Palo para batir.
- Plástico negro o blanco para cubrir el abono.
- Una regadera o jícara para humedecer.
- Cubeta plástica de 20 litros.
- Un medidor de temperatura de tiro largo o de aguja.
- Potenciómetro o tiras medidoras de pH.

Ingredientes para una tonelada de bocashi

- 7 costales de 50 kilogramos de estiércol seco (borrego, vaca, aves de corral, caballo o chivo. NUNCA de puerco).
- 7 costales de 50 kilogramos de paja o rastrojo seco.
- 5 costales de 50 kilogramos de cascarilla de arroz.
- 2 costales de 50 kilogramos de carbón vegetal.
- 1 costal de 50 kilogramos de harina de roca.

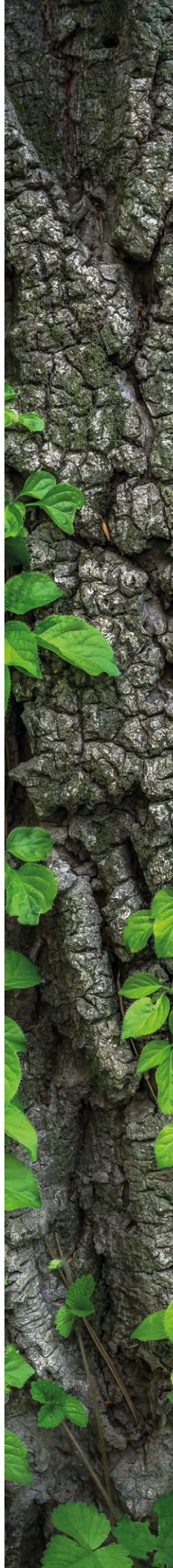
- 7 costales de 50 kilogramos de tierra de monte o composta.
- 500 gramos de levadura o 5 litros de pulque.
- 2 litros de melaza o 2 kilogramos de piloncillo.
- Agua natural NO clorada (la que se necesite).

Consideraciones antes de la preparación:

- Una noche antes de la elaboración del bocashi, en una cubeta de 20 litros hay que disolver los 2 litros de melaza o los 2 kilogramos de piloncillo junto con los 500 gramos de levadura en 15 litros de agua tibia; mezclar hasta obtener una mezcla homogénea y dejarla reposar toda la noche.
- La paja o rastrojo seco deberá estar finamente picado para que su descomposición sea más rápida.
- Se recomienda hacer la mezcla en un lugar que no tenga corrientes fuertes de agua o lluvia.

Elaboración

1. Extender una primera capa de los ingredientes, de la siguiente manera: Paja o rastrojo seco – estiércol seco – tierra – harina de roca – cascarilla de arroz – carbón vegetal.
2. Posteriormente se rociará bien la primera capa con un poco de la mezcla de la melaza y levadura junto con 10 litros de agua, para continuar con una segunda capa de los mismos ingredientes la cual se volverá a rociar con la mezcla y 10 litros de agua. Se continuará capa por capa hasta terminar con todos los ingredientes.
3. Cuando estén listas todas las capas se deberá revolver con ayuda del bieldo hasta lograr una mezcla homogénea de todos los ingredientes.
4. Una vez mezclados los ingredientes, se revisará la humedad; para ello, se hará la prueba del puño que consiste en tomar un puño de abono y apretarlo con la misma mano. No debe escurrir ni tampoco sentirse seco, se debe sentir una consistencia fresca y moldeable, si sale abundante agua se tendrán que incorporar tierra hasta que tome la consistencia adecuada.
5. Una vez verificada la humedad de la mezcla, se tapaná con el hule y se le colocarán piedras y palos encima para evitar que se vuele con el aire.
6. Etapa de fermentación: Para el buen proceso de fermentación (17 días), se deberá airear el abono mezclando perfectamente de la siguiente manera:



	Semana 1							Semana 2							Semana 3		
Etapa	Etapa termófila							Etapa de maduración							Etapa de enfriamiento		
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Número de volteos	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hora de volteos	Mañana y tarde							Tarde							Mañana		

Cuadro 1. Días de aireación de la mezcla.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Cada vez que se voltea la mezcla se deberá comprobar la temperatura, la cual llegará la primera semana hasta 50 °C. Con el pasar de los días, la temperatura del bocashi se irá reduciendo hasta alcanzar una temperatura ambiente entre 19 y 23°C. Es importante NO agregar más agua durante todo el proceso de fermentación.

Los días de fermentación pueden variar dependiendo del clima de cada lugar; es importante que la temperatura no exceda los 50°C, si esto pasara, se deberá aplicar un poco de agua para disminuirla. En cuanto la temperatura haya disminuido y los ingredientes se vean desintegrados y pequeños, el bocashi estará listo para almacenarlo o aplicarlo.

Al finalizar el proceso el producto deberá tener las siguientes características:

- La temperatura deberá ser ambiente entre 19 a 23°C.
- Los ingredientes deberán estar a un 80% de desintegración.
- El aroma deberá ser a fermentado con un ligero olor a tierra de monte.
- El pH deberá estar entre 7.8 y 8.8.

Forma de aplicación

- Se recomienda aplicar un kilogramo de bocashi por cada metro cuadrado de terreno, es decir, 10 toneladas por hectárea.
- Su aplicación deberá ser 15 días antes de la siembra o trasplante.
- Se puede aplicar directamente en los surcos, camellones o camas ya sembradas, pero a una distancia de 15 cm de las plantas.
- Si se quiere utilizar como fuente de sustrato para semillero, se recomienda utilizar un kilo de bocashi en combinación con 10 kilos de otros ingredientes como tierra de monte, composta, vermicomposta, peat moss, agrolita, etc.
- Es recomendado para toda clase de cultivos.

Su almacenamiento puede durar hasta 3 años en costales.

Humus de lombriz (lombricomposteo)

¿Qué es el humus de lombriz?

Es material similar a la tierra, producido a partir de residuos orgánicos, gran contenido en nutrientes y utilizado comúnmente como mejorador de suelos o sustitutos de fertilizantes sintéticos. Este producto es un fertilizante alto en nitrógeno, potasio, fósforo y magnesio, además de minerales y micronutrientes necesarios para los cultivos, más fácilmente absorbidos por las plantas que los fertilizantes sintéticos (Ruiz Morales, 2011).

La lombricomposta o humus de lombriz contiene hormonas de crecimiento para los cultivos, así como enzimas y una alta población microbiológica benéfica y libre de patógenos.

Se obtiene a través de la descomposición de materiales orgánicos de la lombriz roja californiana (*Eisenia fétida*) y aunque existen más variedades de lombrices ésta presenta una gran producción de humus a comparación de las demás. Puede consumir entre 50% y 100% de su peso diario y duplicar su población en 90 días (Ruiz Morales, 2011).

Para la elaboración del humus se puede usar una vasta variedad de residuos orgánicos, sin embargo, es más conveniente limitarla a los desechos de frutas y verduras de la preparación de los alimentos; es decir, SOLAMENTE los desechos de origen vegetal en crudo, cáscaras y tallos: cáscara o trozos de melón, sandía, papaya, manzana, plátano; hojas de elote, lechuga, tallos de cilantro, perejil, jitomate, chile, etcétera, EVITANDO los cítricos.



Foto 9. Lombriz roja californiana.
Fuente: Archivo ICT.



Consideraciones previas a crear la cama para las lombrices

Contar con bastante agua libre de cloro durante todo el tiempo.

Asegurar durante todo el año un volumen considerable de materia orgánica que alimentará a las lombrices.

Evitar poner la cama de lombricomposta en lugares que se inunden o crucen corrientes de agua que puedan arrastrar el proyecto.

Evitar que animales como aves, insectos u otros se coman a las lombrices; por tanto, debemos asegurar con una malla.

Contar con un área para recepción y acumulación de restos vegetales.

El área de producción deberá estar protegida bajo un tejaban para evitar acumulación de agua de lluvia y luz del sol directa.

NOTA: Es necesario tener un lugar para precompostear el excremento de vaca, borrego, restos vegetales y fruta. Es muy importante no alimentar a las lombrices con estiércoles frescos ya que podrían alcanzar elevadas temperaturas en la cama de producción y matar a éstas.

Las camas de producción se pueden construir de diversos materiales como madera, concreto, geomembrana con estructura de metal o madera, etc. Para cualquier caso es importante que la producción este aislada del suelo directo para evitar la migración de la lombriz al suelo. Además, las camas se deberán de construir dando una pendiente del 2 al 5% para evitar encharcamientos y aprovechar el lixiviado que se obtiene entre cada riego.

Materiales y herramientas

- Flexómetro o cinta métrica.
- Pala.
- Estacas de madera o metal que se usarán como soporte en cada esquina y a la mitad de la cama si es que no se opta por la cama de concreto.
- Navaja.
- Arañas o rastrillos de limpieza.
- Geomembrana para las paredes y protección en el suelo (si es que no se opta por la de concreto). Si el piso es de concreto se omite el uso del plástico en el suelo.
- Manguera para riego o cubeta si es que no se cuenta con sistema de riego.
- Tambo de 200 litros con tapa para recolección del lixiviado.
- Tubo de PVC u otro material para el dren de la cama.

- Malla sombra para protección anti insectos y pájaros.
- Costales tipo arpillas para la cosecha de lombrices.
- Costales para la recolección de humus.

Ingredientes

- Una tonelada de desechos orgánicos precomposteados.
- Agua sin cloro, la cantidad necesaria para mantener la humedad.
- Pie de cría de lombrices: 2 kilogramos de lombriz por metro cuadrado. Para una tonelada de materia orgánica precomposteadada, se necesitan 7 kg de lombriz.

Preparación

1. El largo de las camas puede variar, dependiendo de la cantidad de humus que se quiera producir por cama y del material que se tenga para alimentar a las lombrices. Se sugiere que el ancho sea de un metro, de tal manera que podamos hacer bien el manejo (revisiones, riegos y cosecha); la altura de las camas puede ser variable, de 20 a 40 centímetros, y su interior puede recubrirse con cemento o geomembrana. Debe tener una pendiente del 2% al 5% para drenar y recolectar el humus líquido (lixiviado) resultante de los riegos que se le dan a la cama para mantener una humedad aproximada del 80%.

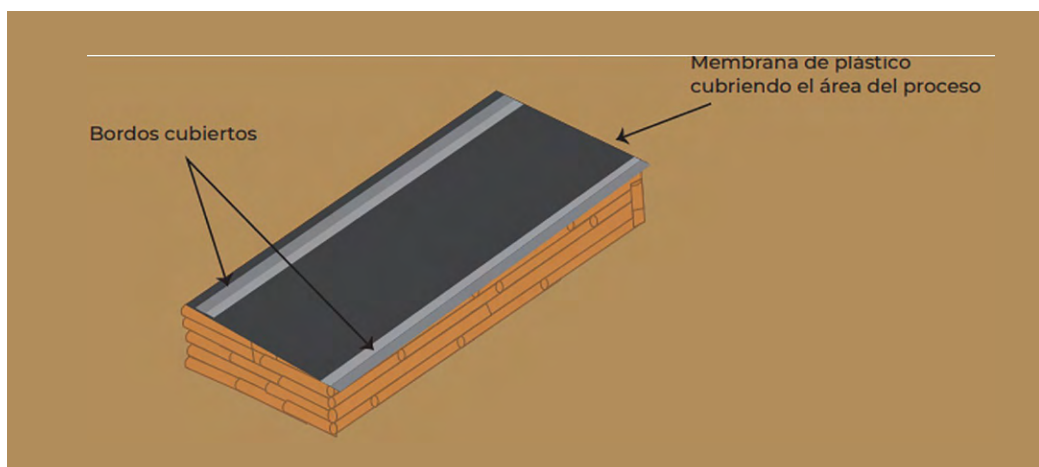
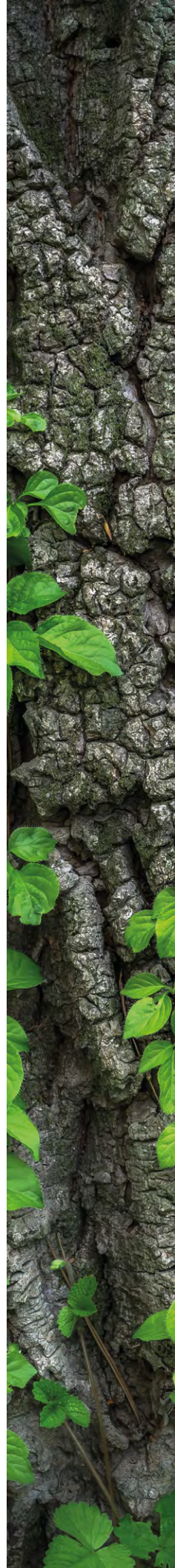


Figura 11. Ejemplo de cama para lombricomposteo.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).



2. Una vez listos los espacios para las camas, se agrega una capa de sustrato precompostado de 10 a 15 cm de espesor por toda la cama, el cual debe tener una temperatura ambiente de 70 a 80% de humedad y un pH de 6 a 8.
3. Una vez colocado el sustrato se procede a sembrar la lombriz, colocando una cantidad de 2 kg de lombriz por m².
4. Se coloca una ligera capa de material precompostado sobre ellas para evitar la deshidratación y daño de las mismas.
5. Desde la primera capa de sustrato, se debe mantener una humedad al 80% en la cama, el riego será diariamente, cada tercer día o semanal, dependiendo de la época del año. En invierno las necesidades de humedad son menores y, en el verano se tiene mayor demanda. Se puede recurrir a la prueba del puño para monitorear la humedad y ver si no hay exceso. Ésta consiste en tomar un puño del sustrato y apretarlo; si entre los dedos escurren alrededor de tres gotas de agua, está bien; cuando salen muchas gotas o hilos de agua, existe un exceso.

Alimentación

6. Las lombrices permanecen en el sustrato que se ha colocado inicialmente en el primer mes. En este tiempo la actividad principal es la reproducción. Transcurrido este mes, se coloca una capa de 5 a 8 cm de espesor de alimento, cada dos semanas durante 4 a 12 meses, hasta agotar la tonelada de residuos orgánicos. Las lombrices absorben y digieren este alimento gradualmente, de abajo hacia arriba y van dejando como resultado de este proceso digestivo el humus que es el producto final.

Recolección de humus

7. Antes de cosechar, se deja de proporcionar alimento a las lombrices durante una semana. La cosecha consiste en separar y sacar el abono que produjeron las lombrices. Para ello, hay que llevar a las lombrices a una nueva cama con el fin de que ahí empiecen a transformar el material y obtener humus.
8. Existen varias formas de retirar la lombriz, una de ellas es quitar, con un biello plano o pala, la capa superior donde se encuentran la mayor cantidad de lombrices (de 8 a 10 cm de profundidad) y se llenan los recipientes o cajas para trasladarlas a la nueva cama, previamente preparada.
9. Otra forma de retirar las lombrices de una cama madura es colocar arpillas o una malla con espacios lo suficientemente grandes para que pasen por ahí las lombrices. Se colocan en la parte superior de la cama, a lo largo del sustrato, y en esa malla se pone alimento para que las lombrices suban a comerlo. Como las lombrices han estado sin alimento, suben buscando el nuevo sustrato, primero pasan las más adultas y luego las más jóvenes. Las lombrices más pequeñas se quedan en el sustrato al igual que las larvas y cápsulas. La malla se deja de 5 a 7 días, para que de esta manera se pueda atrapar la mayor cantidad posible de lombrices. Se retira la malla o arpilla con las lombrices colectadas y se depositan en otra cama, en ese momento se tiene el abono listo para ser colectado.

Después de colectado el humus

10. Se suspende totalmente el riego a la cama a la que se ha retirado la lombriz. Se debe aflojar o remover el humus con azadón o talache para llevarla al área de cosecha para su cribado, embolsado o encostalado y posterior almacenamiento.

Para que el producto conserve su calidad es conveniente que la lombricomposta se mantenga con una humedad al 30% lo cual beneficia a la flora microbiana.

Características físicas y químicas del humus cosechado

Se consigue un material parecido a la tierra, tiene una estructura granulada, grumosa y esponjosa. Es de color café oscuro, agradable al tacto y no mancha, su olor es similar a tierra mojada u humedad.

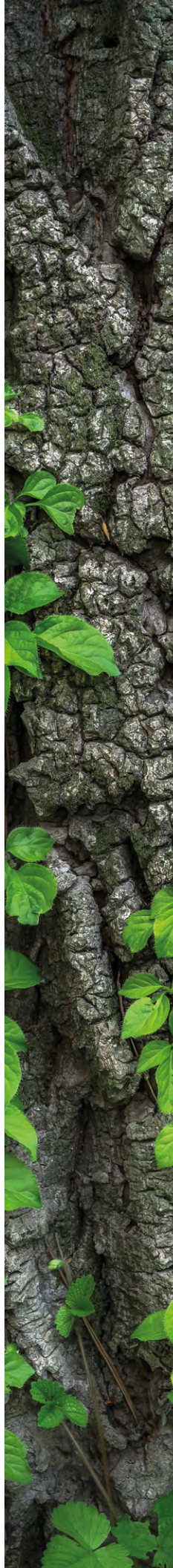
Debido a su gran bioestabilidad no se produce fermentación o putrefacción. Por ello, aunque pase el tiempo no generara malos olores.

Forma de aplicación del humus sólido

El humus, como cualquier otro abono, sirve para ser incorporado en los surcos de labranza. Según el cultivo se recomienda la siguiente cantidad:

Tipo de cultivo	Dosis
Hortalizas y legumbres	69/100 gr
Frijol	800 kg/ha
Cebolla	2000 kg/ha
Espinaca	450gr/m ²
Lechuga	360gr/m ²
Pepinos	75 gr/planta
Pimientos	95 gr/planta
Tomate	90 gr/planta
Frutillas	150 gr/planta
Ornamentales de interior	200 gr/maceta/mes
Rosales y arbustos	250 gr/planta
Melón y sandía	400 gr/planta
Césped por m ²	300 a 500 gr
Cítricos y otros frutales	1/2 a 1 kg por planta / 3meses
Trigo	1000 kg/ha
Maíz	2000 kg/ha

Cuadro 2. Dosificación de humus de lombriz para diferentes cultivos.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).



Almacenamiento

Se almacena en costales de polietileno. Puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades cambien drásticamente, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (<30%) y en un espacio cerrado, fresco y oscuro. Se recomienda poner etiquetas con el día de cosecha y almacenamiento para llevar un mejor control.

Biol o bioabono

Los biofertilizantes también conocidos como "Biol" o "bioabono" son sustancias líquidas orgánicas que se obtienen mediante la fermentación en agua de estiércoles, plantas u otros materiales orgánicos. El uso de los biofertilizantes ha tomado mucho interés, especialmente con pequeños y medianos agricultores que han obtenido excelentes cosechas, con bajos costos de inversión y mano de obra. Esta técnica se está difundiendo día a día en comunidades campesinas o pequeños productores agrícolas.

Sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas y la salud de los animales, al mismo tiempo que sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades.

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

Los biofertilizantes enriquecidos con cenizas o sales minerales, o con harina de rocas molidas, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días) estarán listos y equilibrados, por lo cual sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100,000 veces las cantidades de los micro nutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para ser aplicados al suelo y cultivos.

Materiales y herramientas

Los materiales permanentes para preparar los biofertilizantes son:

- A. Tanques o tambos de plástico de 200 litros de capacidad, con aro metálico o tapas roscadas, con la finalidad de quedar herméticamente cerradas para que se dé una buena fermentación del biofertilizante. Es importante recordar que la fermentación del biofertilizante es anaeróbica, o sea, se realiza sin la presencia de oxígeno.

Observación: En el caso de que los campesinos o productores no cuenten con tanques o tambos de plástico con capacidad de 200 litros para preparar los biofertilizantes, pueden hacer cálculos proporcionales en tambos más pequeños o más grandes.

- B. Una válvula metálica o un pedazo de niple roscado de más o menos 7 cm de largo y de 3/8 a 1/2 pulgada de diámetro, adaptado a la tapa, para permitir la salida de los gases principalmente metano y sulfhídrico, que se forman en el tanque durante la fermentación de la mierda de vaca. Productores y campesinos están adaptando la válvula a partir de materiales de PVC de media pulgada.
- C. Un pedazo de manguera de un metro de largo y de 3/8 a 1/2 pulgada de diámetro, acoplada al niple con una abrazadera metálica, la cual es la encargada de evacuar los gases que se forman durante el proceso de la fermentación, en el tanque o barril plástico.
- D. Una botella de plástico desechable de uno a dos litros de capacidad, donde irá un extremo de la manguera para evacuar los gases.
- E. Un palo para revolver la mezcla.
- F. 2 cubetas de 20 litros para hacer pre mezclas o diluciones.
- G. Una maya o cedazo para colar la mezcla final.

La preparación de los abonos orgánicos, fermentados se debe hacer en un espacio que esté protegido del sol, el viento y la lluvia, ya que los mismos interfieren en el proceso de la fermentación, paralizándola.

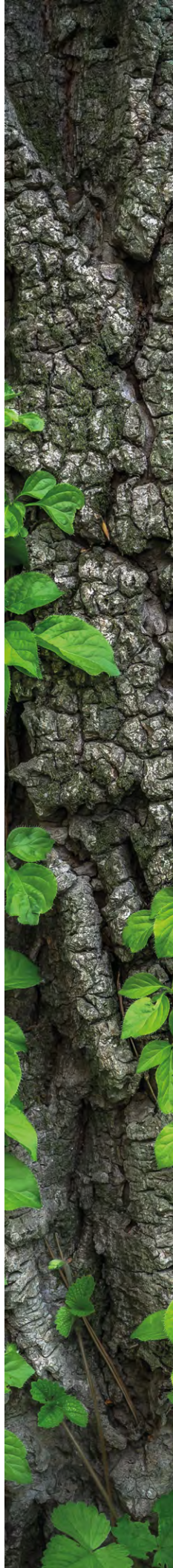
El piso preferiblemente debe estar cubierto con ladrillo o revestido de cemento, o en último caso, sobre piso de tierra bien firme, de modo que se evite al máximo la acumulación de humedad en el local donde se fabrican.

Ingredientes básicos

- Agua (sin tratar), 180 litros.
- Mierda de vaca, 50 kilos.
- Melaza (o jugo de caña), de 2 a 4 litros.
- Leche (o suero), de 2 a 4 litros.
- Ceniza de leña o harina de roca, 4 kilos

Observaciones

- A. Estos son los materiales y los ingredientes básicos necesarios para preparar los biofertilizantes foliares más sencillos, para ser aplicados en cualquier cultivo y



que pueden ser preparados por cualquier campesino en cualquier lugar.

- B. La adición de algunas sales minerales (zinc, magnesio, cobre, hierro, cobalto, molibdeno etc.), para enriquecer los biofertilizantes, es opcional y se realiza de acuerdo con las necesidades y recomendaciones para cada cultivo, en cada etapa de su desarrollo. Recuerde, las sales minerales o sulfatos pueden ser sustituidos por ceniza de leña o por harina de rocas molidas, con excelentes resultados.

Su preparación lleva dos etapas

Primera etapa (preparación de la mezcla base para el biofertilizante)

1. En el recipiente plástico de 200 litros de capacidad, disolver en 100 litros de agua de pozo no contaminada, los 50 kilos de mierda fresca de vaca, los 4 kilos de ceniza, y revolverlos hasta lograr una mezcla homogénea.



Figura 12. Preparación de la mezcla.
Fuente: Archivo ICT.

Observación: De ser posible, conviene recolectar la mierda bien fresca durante la madrugada en los establos donde se encuentra el ganado, pues entre menos luz solar le incida a la mierda de vaca, mejores son los resultados que se obtienen con los biofertilizantes.

2. Disolver en la cubeta plástica, 10 litros de agua no contaminada, los 2 litros de leche cruda o 4 litros de suero con los 2 litros de melaza, y agregarlos en el recipiente plástico de 200 litros de capacidad donde se encuentra la mierda de vaca disuelta con la ceniza. Revolver constantemente.

3. Completar el volumen total del recipiente plástico que contiene todos los ingredientes, agregar agua de pozo no contaminada, hasta 180 litros de su capacidad y revolverlo.



Figura 13. Aforo de la mezcla con agua.
Fuente: Archivo ICT.

4. Tapar herméticamente el recipiente para el inicio de la fermentación anaeróbica del biofertilizante y conectarle el sistema de la evacuación de gases con la manguera (sello de agua).



Figura 14. Proceso de fermentación anaeróbica con tambos herméticamente sellados y válvula de escape de gases.
Fuente: Archivo ICT.

5. Colocar el recipiente que contiene la mezcla a reposar a la sombra a temperatura ambiente, protegido del sol y las lluvias. La temperatura ideal sería la misma que la del rumen de los animales poligástricos como las vacas, más o menos 38 °C a 40 °C.
6. Esperar un tiempo mínimo de 20 a 30 días de fermentación anaeróbica, para luego abrirlo y verificar su calidad por el olor y el color, antes de pasar a usarlo. No debe presentar olor a putrefacción, ni ser de color azul violeta.

El olor característico debe ser el de fermentación, de lo contrario tendríamos que descartarlo. En lugares muy fríos el tiempo de la fermentación puede llevar de 60 hasta 90 días.

Segunda etapa (dilución para aplicación a cultivos)

La concentración de su aplicación en tratamientos foliares es del 5% al 10%, es decir, se aplican de 5 a 10 litros del biopreparado para cada 100 litros de agua que se apliquen sobre los cultivos. Otra medida para la aplicación es la de utilizar de 1 a 1 1/2 litros del biofertilizante por cada bomba de 20 litros de capacidad. Esto dependerá del tipo de cultivo. Es necesario colar la mezcla antes de llevarla a la bomba de aplicación.

El biofertilizante más sencillo de preparar esta entre 20 a 30 días de fermentación. Sin embargo, para preparar biofertilizantes enriquecidos con sales minerales podemos demorar de 35 hasta 45 días.

El proceso es el mismo solo que se agrega desde un inicio los minerales deseados. Al estar listo solo se calcula la concentración a aplicar para cada cultivo según su necesidad.

Almacenamiento y caducidad

- Una vez listo el biofertilizante, se debe almacenar en depósitos oscuros de vidrio o plástico, divinamente limpios. Después de lavados, sanitícelos enjuagándolos con alcohol o agua oxigenada al 3%.
- Tiene una duración aproximada de seis meses a un año.
- Debe estar bajo la sombra.
- El envase debe estar bien sellado.
- No exponerse al sol.
- Proteger de la lluvia.

Fertilizante supermagro básico

El supermagro es un biofertilizante líquido que se obtiene mediante una fermentación en ausencia de oxígeno. Actúa como nutriente vegetal y puede utilizarse en todas las etapas fenológicas de los cultivos.

Dentro de sus funciones el supermagro incrementa la disponibilidad de micronutrientes para el cultivo y el suelo, mejora la fertilidad natural del suelo al aportar materia orgánica, incrementa el vigor de la planta y fortalece el desarrollo vegetativo de la misma, así como del sistema radicular; su efecto es casi inmediato ya que penetra vía foliar. Incrementa los rendimientos y ayuda a inhibir la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo.

Materiales y herramientas

- Un tambo de plástico con capacidad de 200 litros, con tapa y aro metálico para sellado hermético.
- Una cubeta plástica de 20 litros.
- Un cedazo o colador plástico grande que este a medida del diámetro del tambo azul.
- Un palo de madera grande para mezclar.
- Una botella plástica de 1.5 a 2 litros.
- Una válvula para liberar gases: se puede elaborar como la del biol: hay tambos que vienen fabricados con dos orificios con rosca en la tapa, uno mayor que el otro; el más grande sirve para disponer del contenido del tanque y el otro es para respiración; en este caso, se puede procurar que en el orificio pequeño se adapte a la válvula de alivio. Si el diámetro no es exacto al recomendado, comprar las conexiones necesarias para aprovechar este orificio.
- Alambre para retener la botella al tambo.

Ingredientes

- 110 litros de agua NO clorada.
- 50 kg de estiércol fresco.
- 14 litros de melaza o 14 kg de piloncillo.
- 12 litros de leche bronca o suero de leche.
- 6 kg de ceniza vegetal tamizada.
- 150 gramos de levadura (fresca o seca) o un litro de pulque.



- 5 kg de material vegetal fresco finamente picado (de preferencia alfalfa, restos de plantas de frijol u otras leguminosas).

Su preparación lleva dos etapas.

Primera etapa (Preparación de la mezcla base para biofertilizante)

Consideraciones previas:

- Asegurar que el agua a utilizar sea limpia, NO clorada.
- Contar con un techo o palapa para que esté protegido de los rayos de sol y la lluvia y se pueda mantener a una temperatura adecuada.
- Momentos antes de iniciar el proceso de fermentación, se corta finamente el material vegetal verde.
- Realizar el armado y conexión de la válvula para gases al tanque biodigestor.
- Se recomienda que la manguera caiga al lado donde se instaló la válvula.



Figura 15. Tanques herméticamente sellados y válvula de escape de gases.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Día 1 Mezcla inicial

Paso 1

En la cubeta se agregan 4 litros de agua tibia para disolver 4 litros de melaza o 4 kilogramos de piloncillo, 2 litros de suero de leche (o leche bronca) y los 150 gramos de levadura. Se mezcla y se deja enfriar.

Paso 2

En el tambo (biodigestor) se agregan 70 litros de agua y en ella se disuelven 50 kilogramos de estiércol fresco de vaca. Se añaden los 5 kilogramos de material vegetal verde picado, un kilogramo de ceniza vegetal. Posteriormente se agrega la premezcla del Paso 1. Una vez integrados los ingredientes, agregar agua hasta cubrir 3/4 partes de la capacidad del tanque (150 litros). Se revuelve muy bien, se tapa con el cincho y se deja reposar por dos días.

Nota: cada vez que se abra el tambo al cual llamaremos también "biodigestor" es importante verificar que la válvula se encuentre en perfecto estado.

Día 2. Reposo

Día 3. Reposo

Día 4. Ciclo de enriquecimiento 1

Paso 3

Ciclo de enriquecimiento 1. En la cubeta, se disuelven en 2 litros de agua tibia: 2 litros melaza o 2 kilos de piloncillo, un kilo de ceniza vegetal y 2 litros de suero de leche o 2 litros de leche bronca. Se mezcla homogéneamente y se agrega en el tanque biodigestor. Tapar el tanque verificando que selle correctamente y colocar la válvula de alivio. Dejar reposar por un día.

Día 5. Reposo

Día 6. Ciclo de enriquecimiento 2

Paso 4

Ciclo de enriquecimiento 2. En la cubeta, se disuelve en 2 litros de agua tibia: 2 litros de melaza o 2 kilos de piloncillo, un kilo de ceniza vegetal y 2 litros de suero de leche o 2 litros de leche bronca. Se mezcla homogéneamente y se agrega en el tanque biodigestor, se tapa el tanque verificando que selle correctamente y se coloca la válvula de alivio. Dejar reposar por 1 día.

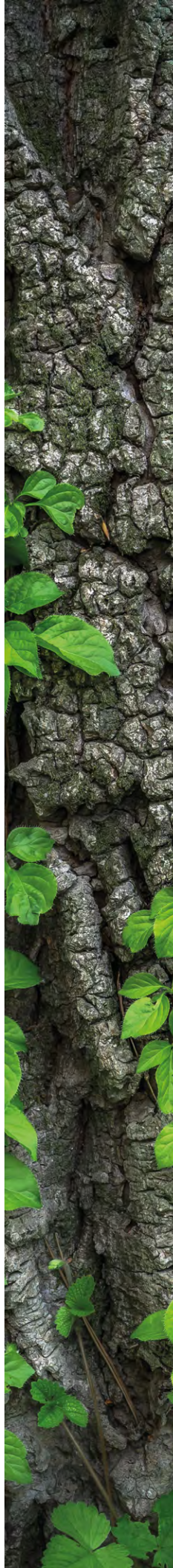
Día 7. Reposo

Día 8. Ciclo de enriquecimiento 2

Día 9. Ciclo de enriquecimiento 3

Paso 5

Ciclo de enriquecimiento 3. En la cubeta, se disuelve en 2 litros de agua tibia: 2 litros de melaza o 2 kilos de piloncillo, un kilo de ceniza vegetal y 2 litros de suero de leche o 2 litros de leche bronca. Se mezcla homogéneamente y se agrega en el tanque biodigestor. Tapar el tanque verificando que selle correctamente y colocar la válvula de alivio. Se deja reposar por un día.



Día 10. Reposo

Día 11. Ciclo de enriquecimiento 4

Paso 6

Ciclo de enriquecimiento 4. En la cubeta premezcladora, se disuelve en 2 litros de agua tibia, 2 litros de melaza o 2 kilos de piloncillo, un kilo de ceniza vegetal y 2 litros de suero de leche o 2 litros de leche bronca. Se mezcla homogéneamente y se agrega en el tanque biodigestor. Tapar el tanque verificando que selle correctamente y colocar la válvula de alivio. Dejar reposar por un día.

Día 12. Reposo

Día 13. Ciclo de enriquecimiento 5

Paso 7

Ciclo de enriquecimiento 5. En la cubeta, se disuelve en 2 litros de agua tibia: 2 litros de melaza o 2 kilos de piloncillo, un kilo de ceniza vegetal y 2 litros de suero de leche o 2 litros de leche bronca. Se mezcla homogéneamente y se agrega en el tanque biodigestor.

Paso 8

Cerrar el tanque biodigestor con el cincho de sellado para cerrar herméticamente. A partir de este día se monitorea la fermentación hasta que en la botella de la válvula de alivio ya no se presenten burbujas; esto puede tardar entre 30 y 60 días, dependiendo de la temperatura ambiental.

Día 13 - 40. Etapa de fermentación

A partir del cierre hermético del tanque, continúa la fermentación anaeróbica, sin ciclos de enriquecimiento.

Día 41 - 60 - 70. Fin de la etapa de fermentación

Paso 9

A partir del día 41, se deberá revisar hasta que en la botella de agua no haya burbujas. Llegado este momento, se podrá destapar el tanque y revisar que la mezcla no tenga un aroma desagradable, con la finalidad de corroborar que la fermentación ha terminado.

Paso 10

Una vez finalizado el proceso de fermentación y con ayuda de un potenciómetro, se miden los parámetros químicos: pH, conductividad eléctrica y Potencial de Oxigenación-Reducción (ORP), si se cuenta con ello.

El pH debe medir entre 5.3 y 6.8, una conductividad eléctrica CE de 4.56-5.5 y un ORP



de -120 a -180 (negativo). A continuación se presenta un cuadro con referencia de parámetros:

Agua Supermagro		
pH	7.2	3.55
C.E. (dSm ⁻¹)	0.23	4.56
N (g 100g ⁻¹)	0.01	0.03
Ca (g 100g ⁻¹)	0.06	0.13
Mg (mg 100g ⁻¹)	17.05	46
K (mg 100g ⁻¹)	0.12	14.50
P (mg 100g ⁻¹)	0.02	100
Sulfato (mg 100g ⁻¹)	0.04	0.05

Cuadro 3. Características fisicoquímicas de un supermagro terminado.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Paso 11

Poner el supermagro en garrafones, filtrándose con ayuda del colador, etiquetar y guardar en un lugar fresco y oscuro.

Cuando el producto esté listo se verifica que tenga las características adecuadas mencionadas a continuación. En caso que presente olor a putrefacción, color azul oscuro o negro el producto no se realizó de manera correcta ya que probablemente el tambo no se selló de manera correcta y se convirtió en un proceso aerobio cambiando la composición bacteriana.

Olor: al abrir el tanque biodigestor, no debe haber malos olores (putrefacción) y desprenderá un olor agradable de fermentación.

Color: al abrir el tanque biodigestor, el color del supermagro, por lo general, será ámbar/marrón brillante y translúcido.

Puede o no presentar las siguientes características o alguna de ellas:

Formación de una nata blanca en la superficie, entre más se añeje más blanca será la nata.

Presencia de residuos líquidos y sólidos. El líquido es utilizado como abono foliar para solucionar deficiencias de nutrientes y proteger a los cultivos de enfermedades. Y el sólido se utiliza para incrementar la cantidad de nutrientes y materia orgánica en el suelo.

Segunda etapa (dilución para aplicación a cultivos)

El supermagro se puede aplicar de tres formas diferentes: Foliar, inoculación a semillas y al suelo.

Aplicación foliar

La aplicación al cultivo deberá ser por la mañana, antes de las 10 am o ya tarde, después de las 6 pm, de manera que los rayos de sol no sean intensos.

Para aplicar de forma foliar, diluir con agua dependiendo el cultivo; puede agregar algún adherente para obtener mejores resultados; por ejemplo: 100 ml de jabón biodegradable y baba de nopal, etc. Ver la tabla siguiente:

Cuadro de aplicaciones en diferentes cultivos.			
Cultivo	Dosis %	Número de aplicaciones	Momento de la aplicación
Tomate	2 al 5	6 a 8	Durante todo el ciclo del cultivo.
Manzana	2 al 4	10 a 12	De acuerdo con la variedad, ciclo y clima.
Pera	2 al 4	10 a 12	De acuerdo con la variedad, ciclo y clima.
Uva	2 al 4	5 a 8	De acuerdo con la variedad, ciclo y clima.
Remolacha	3 al 5	3 a 5	Durante todo el ciclo del cultivo.
Fresas	2 al 4	6 a 10	Durante todo el ciclo del cultivo.
Durazno	2 al 4	8 a 10	De acuerdo con la variedad, ciclo y clima.
Café	4 al 6	12 a 16	Durante todo el año.
Plátano	4 al 8	8 a 12	Durante todo el ciclo del cultivo.
Cítricos	4 al 6	12 a 15	Durante todo el año.
Papa	5 al 10	6 a 8	Durante todo el ciclo del cultivo.
Hortalizas	3 al 5	Variado	Variado
Aguacate	2 al 7	8 a 12	Durante todo el año.
Maíz	3 al 5	4 a 6	Durante todo el ciclo del cultivo.
Fríjol	3 al 5	4 a 6	Durante todo el ciclo del cultivo.
Semilleros o viveros	2 al 3	2 a 6	Durante todo el desarrollo.
Frutales	5 al 7	10 a 15	Durante todo el ciclo de producción.
Forraje semi-perenne (Gramíneas y leguminosas)	4 al 5	10 a 12	Durante todo el ciclo (a cada corte).

Cuadro 4. Dosis de aplicación de supermagro para diferentes cultivos.

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Aplicación al suelo

En huertas, frutales y pastizales, utilizar una dilución de 10 a 20%. Aplicar alrededor del tallo de la planta a 10 cm. En el caso de riego por goteo, aplicar al 30%.

Para la aplicación al suelo: mezclar 30 litros de supermagro en agua limpia hasta preparar 200 litros de solución para una hectárea de cultivo (maíz, trigo, sorgo).

Inoculación en semilla

El tratamiento de la semilla será al 50%, es decir, en un rociador se agregará la mitad de supermagro y la otra mitad de agua natural. Se rociará la semilla una hora antes de la siembra.

NOTA. Es importante señalar que para poder realizar la inoculación, el suelo donde se sembrará deberá estar húmedo, NO es recomendable asperjar la semilla en suelo seco, esto para evitar su pudrición.

Almacenamiento y caducidad

- Una vez listo el biofertilizante, se debe almacenar en depósitos oscuros de vidrio o plástico, debidamente limpios. Después de lavados, sanitícelos enjuagándolos con alcohol o agua oxigenada al 3%.
- Tiene una duración aproximada de seis meses a un año.
- Debe estar bajo la sombra.
- El envase debe estar bien sellado.
- No exponerse al sol.
- Proteger de la lluvia.

Generales

La temperatura ideal a la que es conveniente mantener el tanque biodigestor es de 30 a 35 °C constantes. Sin embargo, no es motivo de alarma si el tambo alcanza una temperatura que oscile entre 45° y 48 °C, ya que esto es resultado de las reacciones bioquímicas que están sucediendo en su interior.

Registro de seguimiento

En el apartado de fecha, se anotará la fecha de realización de cada mezcla de enriquecimiento. Para tener un control, se palomeará cuando la mezcla esté hecha y se anotará el nombre del responsable.

	Días de proceso de elaboración								Pasos del proceso de elaboración												
	1	4	6	8	10	12	13 a 40	40 a 60	1	2	3	4	5	6	7	8	Observación	9	10	11	
Fecha																					
Realizado																					
Responsable																					

Cuadro 5. Registro de seguimiento en elaboración de supermagro.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

* Se recomienda pasar este formato a cartulinas para pegarlas en alguna pared cerca de donde se realiza el proceso.

Lixiviado de lombriz

Una vez que se cuenta con la cama de lombricomposta como se mencionó en el apartado Humus de lombriz, si es de su interés obtener el lixiviado se recomienda las siguientes modificaciones al riego y área de recepción de drenado.

Materiales y herramientas

Las mismas que se mencionan en el apartado Humus de lombriz.

Ingredientes

Los mismos que se mencionan en el apartado Humus de lombriz.

Las mismas que se mencionan en el apartado de Humus de lombriz con excepción que en este caso se hará un pozo en el área de drenado para enterrar un tambo que será el receptáculo del lixiviado.

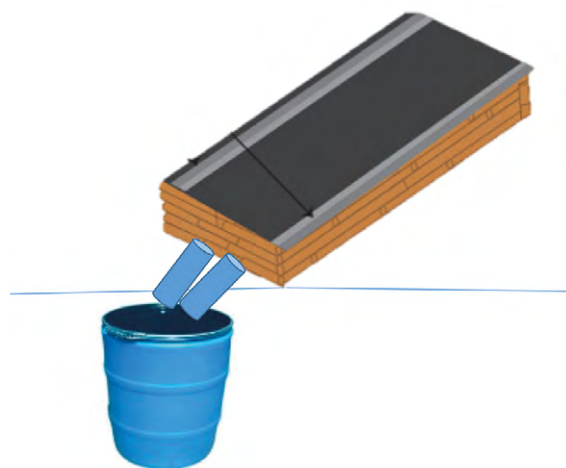


Figura 16. Sistema de elaboración de lixiviado de lombriz.
Fuente: Archivo ICT.

Excepciones cuando se desea producir lixiviado:

1. El riego será abundante, pero sin generar encharcamiento.
2. La primera agua que se obtiene del riego se volverá a utilizar para hacer un segundo o tercer riego.
3. Una vez que se obtenga el agua del cuarto riego, se recomienda almacenarla en tambos en un lugar sombreado.
4. El lixiviado tendrá un color café oscuro, con un aroma a tierra húmeda. Una forma de saber si el lixiviado tiene la calidad requerida, es pesándolo: Un litro

de ese líquido debe pesar entre 1.08 y 1.120 kilogramos, si no cumple con este peso, se deberá retornar al montículo hasta que alcance el peso adecuado.

Si se establecieron varias camas, cada una deberá cumplir con todo el proceso individualmente. No es recomendable que en la misma cama se arrojen los lixiviados de todos las demás si es que cada uno inició el proceso de aspersion en diferentes momentos.

5. Se recomienda inocular a la mezcla final microorganismos benéficos para enriquecer.

Forma de aplicación

El producto se deberá diluir en agua; la dosis de dilución es 1 litro de lixiviado por cada 4 litros de agua.

Se aplica de manera foliar con mochila aspersora o con aguilonos, igualmente puede ser directo al suelo a través del riego ya sea por goteo, aspersion, rodado, etc.

Dosis por etapa fisiológica

Etapa	Dosis (litros)
Dos meses antes de la emergencia	200
Un mes antes de la emergencia	100
15 a 20 días después de la emergencia	100
Antes de la floración	100
Durante el llenado	100

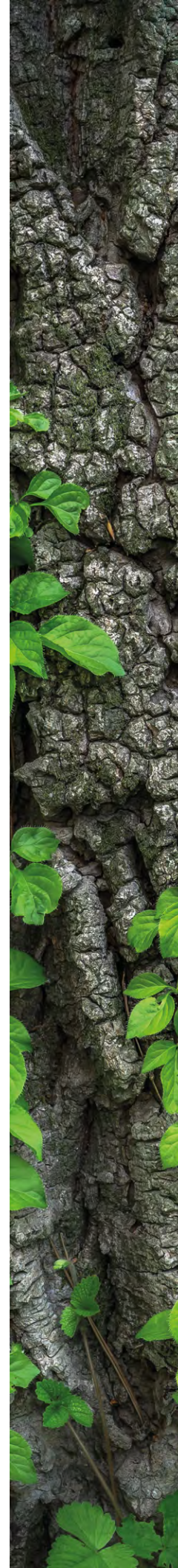
Cuadro 6. Dosis de supermagro con base en la etapa fisiológica del cultivo.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Conservación

El lixiviado se almacenará en tambos limpios y que se puedan cerrar herméticamente. Es importante colocarlos en un lugar fresco, seco y oscuro.

Cada semana se deberán liberar los gases de los recipientes generados por la biota contenida. Asegúrese de volver a cerrar correctamente los tambos.

No se debe almacenar por más de 5 meses, de preferencia se debe utilizar una vez que salió de la cama.



Recomendaciones

No mezclar con otros productos químicos, ya que eso reduce el contenido de microbiota natural que existe.

No es un producto tóxico, sin embargo, tome precauciones ya que contiene microorganismos que podrían afectar la salud.

Para su utilización y manejo, se sugiere el uso de ropa adecuada: guantes de hule, mascarilla (careta) y/o cubrebocas, y después de utilizarlo lavarse las manos perfectamente.

Prácticas agroecológicas para la prevención y corrección de plagas y enfermedades

Uno de los aspectos más importantes para la producción de alimentos sanos, nutritivos e inocuos es el cuidado del suelo.

El abuso de los agroquímicos para control de plagas en los cultivos ha llevado a la destrucción de especies, rompimiento de cadenas tróficas y ha dado origen a enfermedades en el ser humano y animales.

Sin embargo, es de entenderse que el aumento de la población mundial ha generado una alta demanda de alimentos que se cultivan en miles o millones de hectáreas a nivel mundial. Esto implica el aumento de plagas y enfermedades en los campos de cultivo.

Es aquí donde nos hacemos la pregunta y debemos poner en balanza los siguientes elementos:

- Costo de los productos alimenticios.
- Inocuidad.
- Calidad.

¿Realmente nos brindan salud y nutrición los productos que adquirimos en el mercado?

¿Realmente el ser humano puede cambiar la manera en que produce? ¿Es posible?

Para contestar estas preguntas, presentamos una variedad de prácticas agroecológicas con las cuales es posible producir de forma limpia, más económica, saludable y amigable los cultivos.

Agua de vidrio

El agua de vidrio es una mezcla alcalina con un pH aproximado de 12. El principal ingre-

diente es la ceniza vegetal que tiene un efecto en los cultivos de fungicida, insecticida y nutriente orgánico; fortalece la respuesta inmunológica vegetal ante el ataque por plagas y/o enfermedades, así como paliativo por heladas y sequías. El grado de alcalinidad que alcanza (pH 12) permite deshidratar huevecillos de insectos de cuerpo blando, además de parar el crecimiento de hongos.

Se recomienda utilizar cenizas del siguiente origen vegetal como: caña de azúcar, trigo, cebada, maíz, arroz o bambú, carrizo, o zacate grueso, ya que es alto su contenido de silicio, el cual, al reaccionar con la cal, se constituye en silicatos de calcio, solubles y asimilables por la planta, y de fácil transportación por el floema hasta la superficie de las hojas y los tallos (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

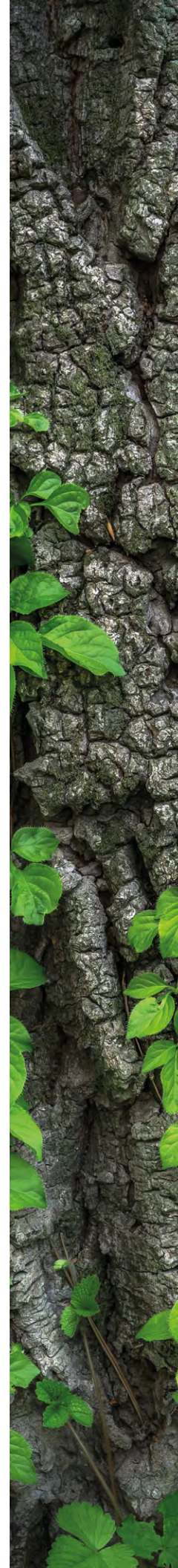
Materiales y herramientas

Para 20 litros	Para 100 litros	Para 200 litros
Una cubeta de capacidad de 20 litros	Un tambo de capacidad de 100 litros	Un tambo de capacidad de 200 litros
Recipientes suficientes para almacenar (botellas de vidrio o plástico de capacidad de 2 litros)	Recipientes suficientes para almacenar (botellas de vidrio o plástico de capacidad de 2 litros)	Recipientes suficientes para almacenar (botellas de vidrio o plástico de capacidad de 2 litros)
Báscula	Báscula	Báscula
Cuchara de plástico	Una pala de madera o un palo para mezclar	Una pala de madera o un palo para mezclar
Una pala de madera o un palo para mezclar	Un trozo de trapo o pedazo de tela para filtrar	Un trozo de trapo o pedazo de tela para filtrar
Un trozo de trapo o pedazo de tela para filtrar	Una cubeta con tapa de capacidad de 20 litros	Una cubeta con tapa de capacidad de 20 litros
Potenciómetro o estuche de tiras indicadoras de pH para medir la acidez	Potenciómetro o estuche de tiras indicadoras de pH para medir la acidez	Potenciómetro o estuche de tiras indicadoras de pH para medir la acidez
Fumigador doméstico	Bomba aspersora	Bomba aspersora

Cuadro 7. Materiales y herramientas para preparar agua de vidrio.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Ingredientes

- Para la elaboración de 200 litros (suficientes para una hectárea):
- 1 kg de cal hidratada (NO cal agrícola).
- 1 kg de ceniza vegetal cernida.
- 200 litros de agua limpia y libre de cloro.
- 500 ml de adherente: baba de nopal o jabón de pasta rallado, entre otros.



Preparación

1. Previo a iniciar la mezcla deberá calentar 8 litros de agua sin llegar a hervir para diluir algunos elementos.
2. Poner en la cubeta de 20 litros el agua calentada previamente.
3. Añadir el kilo de cal y ceniza a la cubeta, y batir por 15 minutos o hasta que obtengamos una mezcla homogénea.
4. Mezclar vigorosamente durante 4 horas cada 30 minutos.
5. Pasadas las 4 horas filtrar con el trapo o cedazo esta solución en el recipiente de 200 litros con agua.
6. Medir el pH de la preparación con las tiras o el potenciómetro. El pH deberá ser de 10 a 12. Nota: Si el pH no es alcalino, puede deberse a que la cal no tenía las condiciones de viveza requerida, ser cal vieja o cal de otro tipo (cal agrícola).
7. El adherente se mezcla en la bomba el día que se asperje la solución en el cultivo (50 ml si es baba de nopal o sábila).

Forma de aplicación y especificaciones

- La aplicación al cultivo es vía foliar en el haz y envés de la hoja, y deberá ser muy temprano, o ya tarde, de manera que los rayos de sol no sean intensos. Se puede aplicar cada 10 días.
- No se diluye con agua o con otra sustancia.
- Si se presenta una plaga muy fuerte, se deberá aplicar cada 3 o 7 días hasta que el problema haya disminuido.
- El agua de vidrio, NO DEBE aplicarse cuando el cultivo se encuentre en la etapa de floración; hay que hacerlo cuando menos 15 días antes o después de dicho proceso fenológico.
- Si queda un remanente, almacenarlo etiquetado, por un máximo de 10 días en un lugar protegido fuera del alcance de los niños y no almacenar en botellas PET ya que se verán afectadas por el pH de la solución.
- NO utilizar cal agrícola.
- NO utilizar ceniza de basura (cartón, papel, plástico, etc.) o cadáveres de animales.
- Se puede aplicar a todos los cultivos de granos básicos: maíz, frijol, arroz, trigo, caña de azúcar, café, etc., y a todas las hortalizas y frutales que se tengan y lo requieran.

Caldo sulfocálcico

La cal reacciona con el azufre elemental para dar un “cal de azufre” que es utilizado como insecticida y aporte de nutrientes. El ingrediente activo es Sulfuro de Calcio. Es un producto muy útil en la prevención y control de enfermedades causadas por hongos como mildiu, cenicilla y botritis; además, por su contenido de azufre controla ácaros y trips. Controla polillas nocturnas, escarabajo *Hypothenemus hampei*, gusano soldado, gusano medidor, etc. (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, 2022).

El caldo sulfocálcico desprende una pasta al término de su proceso de preparación, la cual sirve para sanar heridas de árboles frutales y para proteger los injertos de alguna infección por plagas o enfermedades.

Materiales y herramientas

- Una parrilla grande de metal o soportes.
- Leña.
- 2 cubetas metálicas de 20 litros de capacidad.
- 2 cubetas plásticas de 20 litros de capacidad.
- Un caldero de 200 litros de capacidad.
- Un palo grande de madera para agitar.
- Mandil de carnaza u overol.
- Guantes largos de carnaza.
- Mascarilla tipo KN 95.
- Embudo.
- Coladera y cedazos.

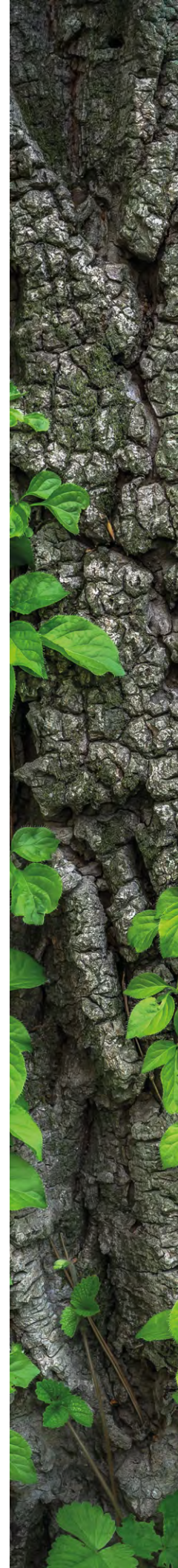
Ingredientes (calculados para una hectárea de cultivo)

- 25 kg de azufre en polvo.
- 12.5 kg de cal viva.
- 150 litros de agua NO clorada.

Preparación

Este procedimiento es para preparar 150 litros de caldo sulfocálcico. Se recomienda en todo momento usar el equipo de protección personal solicitado.

1. Hidratar por 24 horas anticipadamente en 10 litros de agua el azufre divididos en las cubetas plásticas (12.5 kg y 12.5 kg).



2. Hidratar por 24 horas anticipadamente la cal viva dividiendo la cantidad total en cada cubeta metálica. Agregar 6.25 kg de cal en cada una y 3.5 litros de agua. NOTA: esta combinación puede generar abundante calor. Tome precauciones. Una vez pasadas las 24 horas de hidratación se dará continuación de la siguiente manera.
3. Colocar el caldero sobre la parrilla y colocar 120 litros de agua. Posteriormente encender el fuego esperando a que tome temperatura el líquido.
4. Tener agua fría a la mano para apagar los hervores durante el proceso de preparación.
5. Antes que el agua hierva se agrega el contenido de las cubetas con el azufre seguidas de las de cal viva y se agita hasta tener una mezcla homogénea; mover constantemente hasta llegar al punto de ebullición.
6. Una vez hirviendo se agrega el agua fría para evitar que se derrame. Esto se hará tres veces.
7. En el último hervor, se deberá apagar el fuego para evitar la sobrecocción de la mezcla y se dejará enfriar por horas.
8. La mezcla final deberá de tomar un color tinto o color ladrillo.
9. Esta mezcla se cuele y almacena en garrafones de 20 litros.
10. Una vez los garrafones llenos a tope se agrega una cucharada de aceite vegetal para cocinar. Esto para evitar que se degrade.
11. Al final quedara una masa sulfocálcica a la cual se le agregara un poco de aceite de cocina para evitar la deshidratación. Se guarda en un recipiente preferentemente de vidrio.



Foto 10. Elaboración de caldo sulfocálcico.
Fuente: Archivo ICT.

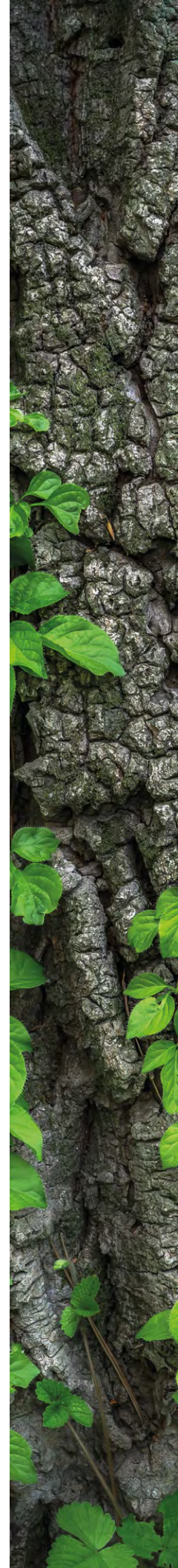
Forma de uso

- Se recomienda aplicar en periodos de baja cantidad luminosa, muy de mañana o en la tarde, cuando el sol es más tenue.
- No es recomendable aplicarlo a grupos de plantas cucurbitáceas (pepinos, calabaza, etc.).
- Se debe evitar combinarlo con algún agroquímico u otro producto natural/orgánico.
- Aplicar con equipo de protección como overol y cubrebocas.
- De preferencia usar antes de los tres meses de su elaboración.

Según el cultivo se recomienda:

Grupo de cultivo	Enfermedad o plaga	Dosis de aplicación	Tiempo de aplicación
Leguminosas	Enfermedades por hongos (mildium, tizón botritis).	½ litro de caldo en 20 litros de agua.	Una vez a la semana hasta que la enfermedad se controle.
Árboles frutales	Cítricos (ácaros, araña roja, trips)	2 litros de caldo en 20 litros de agua.	Verificar según la necesidad.
	Frutales de hojas caducas en invierno.	5 litros de caldo en 20 litros de agua.	Una vez a la semana hasta que la enfermedad se controle.
	Frutales de hojas caducas en primavera/verano (cochinillas, escamas, ácaros y trips).	¾ de litro de caldo en 20 litros de agua.	Verificar según la necesidad.
	Corte de podas y enfermedad del mal del cáncer.	Una cucharada de la pasta sulfocálcica.	Poner en los cortes de las podas y corteza con heridas.
Cebolla y ajo	Trips.	¾ de litro en 20 litros de agua.	Una vez a la semana hasta que la enfermedad se controle.
Leguminosas (frijol, haba, lenteja, garbanzo) Solanáceas (tomate rojo, chile).	Trips.	1 litro de caldo en 20 litros de agua.	Una vez a la semana hasta que la enfermedad se controle. No aplicar en etapa de floración.
Maíz	Gusano cogollero.	1/3 de litro de caldo en 20 litros de agua.	Una vez a la semana hasta que la enfermedad se controle.

Cuadro 8. Dosis y temporalidad de aplicación de caldo sulfocálcico
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).



Caldo bordelés

El caldo bordelés es una mezcla compuesta por sulfato de cobre, cal y agua. Se utiliza generalmente para combatir las enfermedades ocasionadas por hongos y algunas bacterias.

La combinación de estos ingredientes genera sulfato cuprocálcico. Esta molécula es capaz de combatir y prevenir el crecimiento de hongos, ácaros y bacterias, al adherirse en la superficie de algunas hortalizas, granos básicos, cafetales y árboles frutales. Es eficiente y efectivo.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022) nos indica algunas de las enfermedades que controla son: *Mildiu*, *Phytophthora infestans*, *Bremia lactucae*, *Septoria*, *Septoria apii*, *Septoria lycopersici*, *Antracnosis*, *Colletotrichum spp*, *Negrón o Alternaria*, *Alternaria solani*, *Pseudoperonospora cubensis*, *Pseudomonas syringae pv, persicae* *Agrobacterium tumefaciens*, *Chancros*. *Pseudomonas syringae pv, Synngas Erwinia carotovora*, *Pseudomonas spp*, *Xanthomonas campe*, *Clavibacter michiganensis Tuberculosis* y *Pseudomonas savastanoi*.

También ayuda a repeler a algunos coleópteros de la papa, tabaco y cigarras de varios cultivos.

Materiales y herramientas

Los materiales que a continuación se presentan son para la preparación de 200 litros de caldo bordelés.

- 2 cubetas de plástico de 20 litros.
- Un tanque de plástico de 200 litros.
- Un palo de madera para agitar.
- Un machete nuevo o no oxidado.
- Una mascarilla.
- Lentes de protección.
- Guantes de carnaza de manga larga.
- Mandil de carnaza.
- Potenciómetro o tiras medidoras de pH.

Ingredientes

- Cal apagada o hidratada (Hidróxido de calcio).
- Sulfato de cobre.
- Agua natural NO clorada.

Volúmenes y cantidades para preparar		
50 litros /1/2 hectárea	100 litros/ Una hectárea	200 litros/ Una y media hectárea
½ kg de sulfato de cobre. ½ kg de cal hidratada. 50 litros de agua.	½ kg de sulfato de cobre. ½ kg de cal hidratada. 100 litros de agua.	1 kg de sulfato de cobre. 1 kg de cal hidratada. 200 litros de agua.

Cuadro 9. Preparación de caldo bordelés a diversos volúmenes
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Preparación

La concentración de caldo bordelés será al 1% en 200 litros de agua, cantidad que rendirá para una hectárea de cultivo.

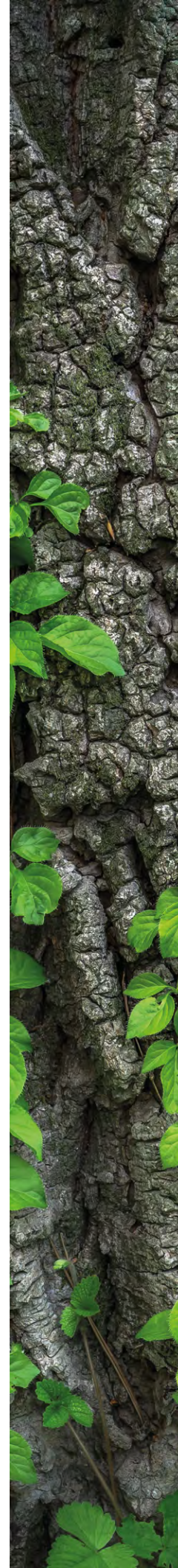
Dosis

- 1 kg de cal hidratada.
- 1 kg de sulfato de cobre.
- 200 litros de agua.

El proceso se realiza en tres pasos (usar siempre equipo de protección):

1. Disolver por separado en una cubeta de plástico, el kilogramo de sulfato de cobre en 20 litros de agua, y posteriormente, en la otra cubeta, disolver el kilogramo de cal hidratada en 20 litros de agua.
2. Una vez disueltos por separado, la cal y el sulfato de cobre, echar en el tambo de 200 litros la mezcla de cal; posterior a esto y con mucho cuidado, verter el sulfato de cobre disuelto, y agregar los 160 litros de agua sobrantes. Mezclar homogéneamente con el palo de madera. **NOTA:** Es muy importante hacer la mezcla en el orden descrito, **NUNCA** verter la cal sobre el sulfato de cobre, ya que se podría provocar una reacción que afecte al sistema respiratorio.
3. Una vez mezclados, comprobar la acidez del caldo; ésta se comprueba sumergiendo el machete en la preparación, si al sacarlo la hoja metálica se oxida (manchas rojas), está demasiado ácida; en este caso se tendrá que añadir cal para neutralizarla. Se recomienda disolver 100 gramos de cal en 5 litros de agua por separado y agregarlo lentamente a la mezcla final (este paso se puede hacer con las tiras para medir pH).

Se deberá ir comprobando la acidez de la mezcla con el machete, hasta que salga completamente limpio, lo cual indicará que el caldo ha quedado neutro o ligeramente alcalino, listo para su aplicación.



Al terminar el proceso de elaboración, el caldo bordelés presentará color azul y el pH deberá estar en un rango de 6 a 7.5. Si éste es más ácido, se seguirá la recomendación de mezclar 100 gramos de cal en 5 litros de agua por separado, agregarlo lentamente a la mezcla final y volver a medir el pH hasta llegar al pH deseado.

Forma de aplicación

- La aplicación tendrá que hacerse antes de las 10 de la mañana o después de las 6 de la tarde para evitar los rayos fuertes del sol.
- El caldo bordelés se aplica directamente sobre el cultivo (no se diluye).
- El periodo de aplicación será cada 8 a 15 días.
- Nunca aplique en plantas recién germinadas y tampoco en etapa de floración.

Almacenamiento y caducidad

- Preferentemente debe usarse de inmediato. La pasta bordelesa originada de la precipitación solo se puede guardar por tres días máximo en un lugar fresco y con poca luz.
- No usar recipientes metálicos para su almacenamiento.

Extractos vegetales

Los extractos vegetales son soluciones que contienen ingredientes activos que se obtienen de la extracción de diferentes vegetales a partir de diversos procesos, como: maceración, fermentación, infusión, decocción y esencias.

Según Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022) se pueden clasificar de la siguiente manera los ingredientes activos presentes en las plantas:

Alcaloides: Grupo importante de compuestos naturales que se encuentran presentes en el género fabaceae o leguminosas, estos metabolitos son un mecanismo de defensa contra microorganismos fitopatógenos, herbívoros y contra otras especies de plantas que causan competencia.

Taninos: Su estructura química los hace fuertes y eficaces para darle protección natural a las plantas contra el ataque de patógenos como hongos, bacterias y virus. Algunos ejemplos de plantas con este metabolito secundario son: té negro, eucalipto, hojas de guayabo, clavos de olor, pétalos de rosa, roble, zarzamora, etc.

Aceites esenciales: Los aceites esenciales de origen vegetal tienen un poder de residualidad, con intervalos máximos de 12 horas, siendo susceptibles a la degradación por altas temperaturas y luz ultravioleta. Se utilizan para el control de pulgones, ya que inhiben su sistema respiratorio provocándoles la muerte.

Algunos ejemplos de plantas que tienen estas características son: romero, eucalipto, ajo, chile, ruda, naranjo, hierbabuena, lavanda, orégano, etc.

Heterósidos

Existe diversidad de heterósidos por ejemplo:

Azufrados: Están presentes en las crucíferas y tienen una acción antiséptica.

Flavonoides: Actúan a nivel celular regulando el ciclo celular de las plantas, se sintetizan en las raíces y tienen un papel crucial en el establecimiento de hongos simbióticos o de micorrizas, además de combatir las infecciones causadas por hongos patógenos. Los podemos encontrar en el brócoli, té verde, lavanda, cannabis, cítricos, soja, etc.

Saponinas: Ayudan al control de hongos e insectos que afectan a los cultivos, ya que poseen complejos minerales de hierro, zinc y calcio. Entre las plantas que contienen concentraciones de saponinas están los agaves, liliáceas, castaño de indias, hiedra, alfalfa, yuca, aloe vera, etc.

Existen diversas tecnologías y procesos para la elaboración de los extractos. Los métodos de extracción son los siguientes:

- Maceración.
- Fermentación.
- Infusión.
- Decocción.
- Esencias (Extracción hidroalcohólica).

Ingredientes

Método	Maceración	Fermentación	Infusión	Decocción	Esencias
Fórmula	Ajo Pimienta Chile	Ortiga	Manzanilla	Cola de caballo	Lavanda
Dosis	10 litros	10 litros	10 litros	10 litros	10 litros
Ingredientes	-500 gramos de dientes de ajo pelados. -500 gramos de chile (el más picoso). -250 gramos de pimienta negra. -Un litro de alcohol al 90%. -9 litros de agua NO clorada.	-Un kilogramo de ortiga fresca o 200 gramos de ortiga seca. -10 litros de agua NO clorada	-250 gramos de manzanilla (se pueden utilizar los tallos, hojas y flores) -1 litro de agua NO clorada.	-100 gramos de planta seca de cola de caballo o un kilogramo de planta fresca. -10 litros de agua NO clorada.	-100 gramos de flores de lavanda. -100 mililitros de alcohol al 90%. -900 mililitros de agua NO clorada.

Cuadro 10. Ingredientes para la preparación de diversos extractos vegetales.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Materiales y herramientas

Método	Maceración	Fermentación	Infusión	Decocción	Esencias
Fórmula	Ajo Pimienta Chile	Ortiga	Manzanilla, hojas de neem o epazote.	Cola de Caballo	Lavanda
Olla de barro, peltre o acero inoxidable grande, de 6 a 8 litros de capacidad.	✓	✓	✓	✓	
Cucharón de madera	✓	✓	✓	✓	
Mortero, molcajete, metate, licuadora o molino de mano.	✓	✓	✓	✓	
Balde o cubeta de plástico 20 litros.	✓	✓	✓	✓	
Botella plástico PET de 1 o 2 litros.	✓		✓		✓
Garrafón plástico 10 litros.	✓	✓		✓	
Estufa de gas o fogón.			✓	✓	
Trozo de tela de tejido muy fino.	✓	✓	✓	✓	
Guantes	✓	✓	✓	✓	
Mascarilla	✓	✓	✓	✓	
Tijeras de podar, ma- chete o cuchillo.	✓	✓	✓	✓	✓
Una hoja de papel periódico.					✓

Cuadro 11. Métodos para la preparación de diversos extractos vegetales.
Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Preparación

El material vegetal con el cual se trabajará deberá estar limpio y libre de enfermedades y plagas para evitar contaminación cruzada.

Método de maceración

Ajo + Pimienta + Chile

1. En el mortero o molcajete, se machacan, uno por uno los ingredientes: ajo-pimienta y chile, para crear una pasta uniforme.
2. En la botella agregar un litro de alcohol a 90° para posteriormente añadir la mezcla de los ingredientes. Cerrar y agitar vigorosamente por 5 minutos. Dejar en reposo por 24 horas en un lugar fresco y seco. Esto es conocido como maceración.
3. Pasadas las 24 horas de reposo, la maceración se pasará a un garrafón de 10 litros, en donde se añadirán 9 litros de agua y se revolverá agitando vigorosamente todo el garrafón. Dejar reposar 15 días más para que continúe el proceso de maceración.
4. Pasando los 15 días, la maceración se filtra y se conserva en el mismo garrafón libre del sustrato.

Forma de aplicación

Un litro de extracto por cada 20 litros de agua. Su aplicación será foliar, dos veces por semana, en la mañana o por la tarde.

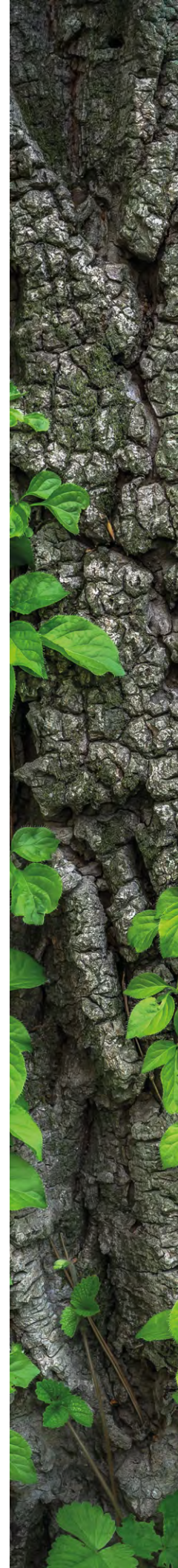
Funciona como repelente de diversas plagas como: pulgones, escarabajos, gorgojos, mosca blanca, gusano cogollero, araña roja, hormigas, etc., igualmente es muy eficaz como fungicida para el tizón tardío y el mildium (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

Se puede aplicar a todos los cultivos y no debe ser combinado con algún tipo de producto químico.

Método de fermentación

Ortiga

1. Moler con ayuda del mortero o licuadora las hojas y tallos de ortiga.
2. En la cubeta plástica, se agregan 10 litros de agua y se añade la ortiga molida. Se revuelve hasta mezclar bien para posteriormente taparla y dejarla reposar por cuatro días.
3. Pasados los cuatro días de reposo, se vuelve a revolver para mezclar las plantas que hayan quedado asentadas al fondo de la cubeta, para nuevamente cerrar y dejar reposar cuatro días.
4. Una vez pasados los días de reposo, se cuela la mezcla con ayuda de un colador o filtro y se almacena en un garrafón o botellas de plástico.



Forma de aplicación

Un litro del extracto por cada 20 litros de agua. Su aplicación será cada 20 días por la mañana o tarde, y deberá ser directa al suelo o a través del riego.

Puede aplicarse a cualquier cultivo principalmente en la etapa de floración y fructificación, así mismo después de las podas, trasplante o por algún ataque de plagas o presencia de una anomalía como sequía o helada (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

Su función es aumentar la variedad de nutrientes en los cultivos, mejorando la sanidad de estos y un buen desarrollo del sistema radicular, además de contribuir al control de algunas plagas.

Método de infusión

Manzanilla, hojas de neem o epazote

1. En una olla (peltre, barro o acero inoxidable) se pone a hervir un litro de agua.
2. Cortar finamente las flores de la manzanilla u hojas de neem.
3. Cuando el agua halla hervido poner la manzanilla o neem en el agua y dejar reposar hasta que enfríe.
4. Una vez fría la solución, se pondrá en una botella de litro.

Forma de aplicación

Su aplicación será por la mañana o la tarde evitando los rayos fuertes del sol. Para el caso de manzanilla y epazote no se diluye; para el neem, diluir 500 mililitros en un litro de agua. Esta mezcla siempre se debe probar en una baja cantidad de plantas para observar si no se queman, ya que el neem resulta ser más fuerte. Si notara alguna anomalía puede hacer una dilución por mitad.

Su función es controlar plagas principalmente enfermedades fúngicas o bacterianas.

Método esencia

Lavanda

1. Se cortan finamente las flores de la lavanda y se lavan con suficiente agua.
2. En el recipiente de un litro, se agregarán 2 cuartas partes de alcohol a 90°, una cuarta parte de agua y, por último, una cuarta parte de lavanda picada. Esta mezcla se deja reposar por un mes cubriendo la botella con algún papel oscuro para evitar la luz. Hay que elegir un lugar seco y fresco.
3. Pasado el tiempo de reposo colar la mezcla, colocarla en pequeños goteros color ámbar.



Forma de aplicación

Por cada litro de agua limpia, poner 80 gotas de la esencia. Se deberá aplicar cada tercer día por la mañana o por la tarde, y será de forma foliar.

Funciona dando un recubrimiento ceroso a las hojas para evitar algunas de las principales plagas como las cochinillas, pulgones y gusanos, entre otros, además de reforzar su resistencia contra sequía o heladas.

El almacenamiento y vida útil de los productos

Los extractos macerados y esencias se pueden almacenar hasta por un año, a diferencia de las infusiones y decocciones, deberán ser aplicados una vez que se hayan preparado ya que no se recomienda almacenarse. Para el caso de los fermentos, lo recomendable es almacenarse hasta por 6 meses.

Los macerados, fermentos y esencias, deberán almacenarse en un lugar fresco y seco que esté protegido del sol. Se deberán etiquetar y mantener lejos de los animales (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

Preservación de semilla

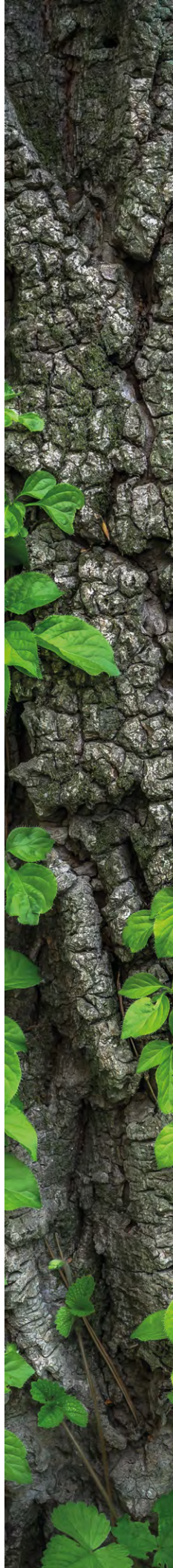
Semilla criolla

Llamaremos semillas criollas no sólo los granos, sino también a las plantas, árboles nativos, flores, frutas, hierbas, plantas medicinales, entre otras más. Una diversidad de especies vegetales que se encuentran en la naturaleza y que fueron atendidas, mejoradas y preservadas a lo largo del tiempo en cada una de las culturas.

A las semillas criollas también se les conoce como semillas nativas o locales y son aquellas que creciendo de forma silvestre en los campos son aprovechadas por los pobladores quienes las usan como alimento, y material para cultivar sus propias parcelas y abastecerse sin necesidad de conseguir semillas de otros lugares; estas semillas cuentan con características dadas por el entorno donde se desarrollan de forma natural, soportan las condiciones del clima, son resistentes a plagas y enfermedades, y cuentan con características nutritivas especiales (Fundación CORDES y Centro de Estudios Rurales y Agricultura Internacional, 2016).

Las semillas criollas juegan un rol muy importante en la vida de las diferentes civilizaciones desde el descubrimiento de la agricultura ya que estas han brindado la base de todos los conocimientos y genéticas que a la fecha se tiene en los campos de cultivo. También aportan base para el manejo sustentable de cada una de las poblaciones.

Es importante conservar y rescatar este tipo de semilla ya que en ella se encuentran la genética ideal para cada una de las regiones, la base del sustento alimenticio, la sanidad vegetal y la identidad cultural de las diversas culturas.



Conocimientos generales para la conservación y protección de los granos y semillas almacenadas

Se refiere a la adecuada conservación de granos y semillas una vez cosechados con el objetivo de conservar su calidad y comercialización.

El manejo poscosecha incluye una serie de buenas prácticas tales como: secado, limpieza, selección, clasificación, almacenamiento y control de plagas.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2021) las siguientes recomendaciones para la conservación de granos y semillas:

1. Los recipientes para almacenar grano o semilla no deben estar en contacto directo con el suelo.
2. Deben estar protegidos bajo techo.
3. No tener contacto con contaminantes de ningún tipo.
4. Nunca mezclar grano viejo con grano nuevo.
5. Los espacios de almacenamiento deben estar limpios y frescos.



Foto 11. Formas de conservación de la semilla.
Fuente: Archivo ICT.

Existe un tema que es de suma importancia en la conservación de los granos, el proceso de respiración.

Después de cosechados, los granos continúan viviendo y, como todos los organismos vivos, respiran. Existen dos tipos de procesos.

Proceso respiratorio en condiciones aeróbicas

La respiración se realiza en presencia de oxígeno, es el proceso por medio del cual las células vivas de los vegetales oxidan los carbohidratos y las grasas, por medio del oxígeno atmosférico produciendo dióxido de carbono (CO_2), más agua (H_2O) y liberando energía en forma de calor.

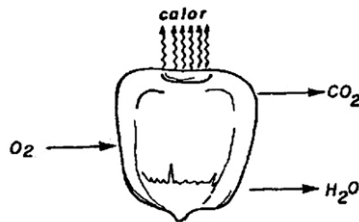


Figura 17. Representación gráfica del proceso respiratorio de los granos en condiciones aeróbicas.
Fuente: ONU, 2023.

Proceso respiratorio en condiciones anaeróbicas

La respiración anaeróbica se produce sin la presencia del oxígeno atmosférico; los productos resultantes de la respiración se componen de dióxido de carbono y algunos compuestos orgánicos simples, como el alcohol etílico ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). En la respiración anaeróbica, el oxígeno también forma parte activa de las reacciones de oxidación; no obstante, las células no reciben el oxígeno desde el exterior, sino que éste se obtiene de la propia célula. Este tipo de respiración da como consecuencia una fermentación.

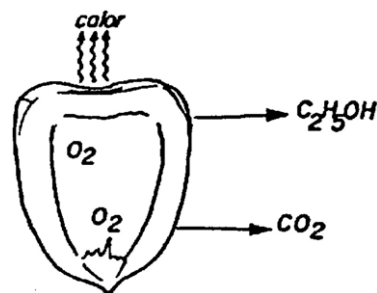


Figura 18. Representación gráfica del proceso respiratorio de los granos en condiciones anaeróbicas.
Fuente: ONU, 2023.

Es importante este tema ya que la calidad y nutrientes en las semillas y granos dependerán de ello y de los factores que participan.

Factores que intervienen en la respiración y su efecto sobre el grano o semillas

Temperatura

Al estudiar la influencia de la temperatura sobre el proceso respiratorio de los granos, diversos investigadores concluyeron que la respiración aumenta rápidamente cuando la temperatura se eleva de 30° C a 40°C.

Nivel de humedad

El nivel de humedad de los granos influye directamente sobre su velocidad de respiración. Los granos almacenados con humedad de entre 11 y 13 por ciento tienen un proceso respiratorio lento. Sin embargo, si se aumenta el contenido de humedad, se acelera considerablemente la respiración y, en consecuencia, ocurre un deterioro. El nivel de humedad del producto es un factor fundamental para su conservación.

Hongos

Parte significativa CO₂ que se produce durante la respiración se debe al metabolismo de los insectos presentes en los granos secos y a los microorganismos (sobre todo hongos) presentes en los granos húmedos. Cuando los hongos son los principales agentes responsables del aumento del proceso respiratorio se puede llegar a un punto en que los granos húmedos dejan de ser organismos vivos y pasan a ser un substrato alimenticio de los hongos, que siguen respirando y transformando la materia seca de los granos en gas carbónico, agua y calor.

Impactos del proceso respiratorio

Pérdida de peso

Mientras más elevado es el contenido de humedad y más elevada es la temperatura de la masa de granos, más intenso es el proceso respiratorio, esto provoca mayor consumo de sustancias orgánicas, rápido deterioro del producto, y mayor pérdida de materia seca y peso.

Calentamiento de los granos

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (1993) existen dos clases de calentamiento en los granos:

- Calentamiento de granos secos o calentamiento ocasionado por insectos que

pueden desarrollarse en los granos con humedad cercana al 15% o menos, lo que produce temperaturas de hasta 42 °C.

- Calentamiento de granos húmedos ocasionado por microorganismos que se desarrollan en los granos con humedad de 15% o superior, lo que produce temperaturas de hasta 62 °C.

Estos dos tipos de calentamiento se pueden desarrollar simultáneamente en la masa de granos, por lo que el calentamiento de granos secos se puede convertir en calentamiento de granos húmedos.

Existen factores externos que generan un impacto sobre la calidad de los granos.

Condiciones climáticas durante el periodo de maduración de la semilla

Las condiciones del clima pueden ejercer gran influencia en dos etapas de la maduración de las semillas. La primera corresponde a la etapa en que la semilla está acumulando rápidamente materia seca en el campo, antes de ser cosechada. En esta etapa es indispensable la presencia de humedad en el suelo en cantidades apropiadas. Un periodo de sequía traería como resultado una semilla más liviana, es decir, con menor contenido de materia seca, por lo tanto, serían menos vigorosas y tendrían menor potencial para el almacenamiento. La segunda etapa, en que la semilla se muestra particularmente sensible, se presenta cuando alcanza su máximo contenido de materia seca. En este caso, la semilla se deshidrata rápidamente para entrar en equilibrio con la humedad relativa del aire. Si durante esta etapa llueve mucho, la deshidratación será lenta y el contenido de humedad permanecerá elevado por un periodo mayor, lo que propicia que las semillas se deterioren con rapidez.

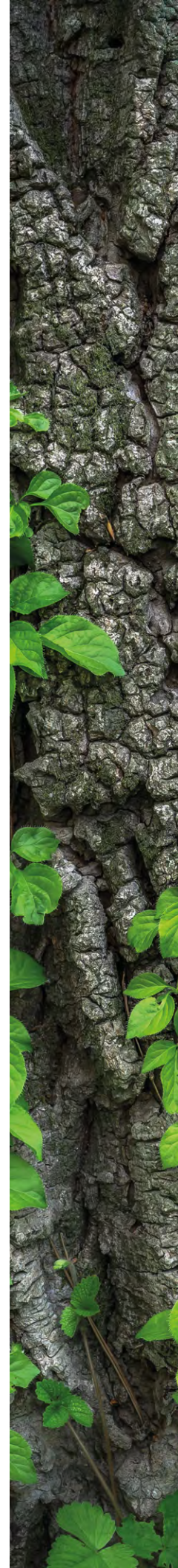
Grado de maduración en el momento de la cosecha: Las semillas recolectadas antes o después del punto de madurez fisiológica son semillas con menor potencial de almacenamiento.

Daños mecánicos: Son daños que se ocasionan por un mal manejo ya sea en el corte, transporte o en el almacenamiento y generan micro o macro grietas.

Impurezas. El contenido de impurezas y materia ajenas también es de gran importancia desde el punto de vista comercial. Cuando el producto está sucio es catalogado como de menor calidad y sufre una considerable reducción de precio.

Humedad. El contenido de humedad es el principal factor que influye en la calidad del producto almacenado. Para obtener un almacenamiento eficiente, los granos deben tener un bajo contenido de humedad, ya que los granos húmedos constituyen un medio ideal para el desarrollo de microorganismos, insectos y ácaros.

Temperatura: Los alimentos y otros materiales biológicos se conservan mejor en ambientes a bajas temperaturas. Sobre todo, si su contenido de humedad es alto. Este hecho se basa en el principio de que la mayoría de las reacciones químicas se aceleran con el aumento de la temperatura. Los granos con alto contenido de humedad, que son in-



adecuados para el almacenamiento convencional, pueden conservarse en refrigeración.

Microorganismos: Prefieren ambientes o sustratos con alto contenido de humedad y son los agentes responsables por el gran aumento de la respiración de los granos húmedos.

Insectos: El embrión puede sufrir diferentes grados de daño o hasta morir durante la alimentación de los insectos. Si la población de insectos crece en forma desmesurada, además de reducir la calidad del grano, se produce un incremento de la temperatura y humedad de los granos, un aumento del contenido de bióxido de carbono y una reducción del contenido de oxígeno del medio ambiente.

Roedores: Pueden hacer un daño directamente al comer el grano o un daño indirecto al contaminarlo con excrementos u orines.

Prácticas en almacenamiento de los granos

Las causas principales de pérdidas de calidad y cantidad de los granos durante el almacenamiento son los hongos, insectos y roedores.

Durante el tiempo de almacenamiento aquellos granos que se utilizaran como semilla deberán conservar su viabilidad y los que se utilizaran en la industria alimenticia deberán conservar su calidad y valor nutricional.

Por tal motivo se dan consejos generales de la forma de almacenamiento. Sin embargo, el uso de sustancias químicas deberá ser consultado específicamente con el técnico o persona capacitada en dicho tema.

Prevención de hongos

La prevención del desarrollo de los hongos sin emplear productos químicos, se puede llevar a cabo controlando el contenido de humedad de los granos, la temperatura y el medio ambiente del almacenamiento. Para evaluar las condiciones de almacenamiento del grano, por lo general se utilizan tres criterios: generación de bióxido de carbono (CO₂), capacidad germinativa y crecimiento visible de hongos.

Para un periodo largo de almacenamiento, se debe tener la precaución con:

- El contenido de humedad del grano almacenado sea bajo (menos de 13% para maíz, trigo, arroz, cebada, centeno y sorgo).
- La temperatura del grano sea baja.
- El porcentaje de daños ocasionados durante la cosecha y el secado.

Si esto no se toma en consideración puede ocasionar aparición de sustancias químicas producidas por los hongos y que pudieran generar intoxicaciones en seres humanos o animales.

Control de insectos

Algunas prácticas de manejo son:

- Limpiar y tratar con insecticida el área donde será guardado el grano.
- Almacenar los granos limpios.
- Mantener los granos a temperaturas bajas.
- Monitorear de manera frecuente.
- Fumigar. Esta operación consiste en tratar el grano con un fumigante (insecticida gaseoso) bajo condiciones de hermeticidad. Durante la fumigación se debe tratar de alcanzar un 100% de mortalidad de los insectos en sus estados de huevo, larva o ninfa y adulto.
- Pulverización. Esta operación consiste en tratar la masa de granos con un insecticida líquido o en polvo, que puede ser aplicado por aspersión o en capas sucesivas. Esta práctica se recomienda cuando existen riesgos de infestaciones continuas en los granos.

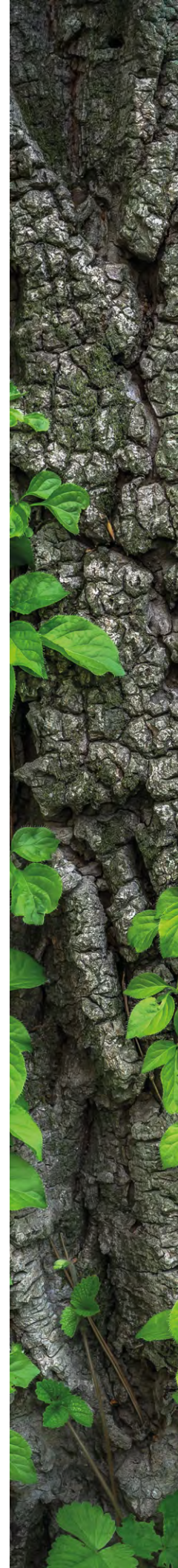
Control de roedores

Se recomienda el poner trampas externas con cebos para eliminar o reubicar roedores y otras pequeñas y medianas especies de mamíferos.

Migración de la humedad

En la masa de granos de un silo, normalmente existen diferencias de temperaturas. Las capas de granos que se encuentran próximas a las paredes de los silos o a la superficie tienen una temperatura más alta o más baja debido a que las estructuras de almacenamiento sufren los efectos de los cambios de temperatura del exterior. El aire entre los granos no es estático, pues está en continuo movimiento a través de las corrientes de convección originadas por la diferencia de densidad del aire caliente y del frío (FAO, 1993).

El movimiento del aire entre los granos hace que los que se encuentran en las zonas frías se vuelvan más húmedos y los de las regiones más calientes, más secos. A este fenómeno se le denomina "migración de la humedad". Durante la temporada de invierno, el aire frío de la pared del silo baja, mientras que el aire caliente, más liviano, del interior del silo tiende a subir, formando una corriente de convección. Durante el verano, cuando aumenta la temperatura, la circulación del aire en el silo cambia de dirección porque las capas de granos que están junto a la pared y en la superficie se calientan más que las que están en el centro (FAO, 1993).



Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura y el contenido de humedad de una masa de granos, más intensa será la migración de humedad, por lo que es necesario tomar las debidas precauciones. La migración de humedad, que es ocasionada por el movimiento natural del aire de los granos, puede ser prevenida por medio de la aireación que elimina las diferencias de temperatura (FAO, 1993).



Foto 12. Aireación de semillas.
Fuente: Archivo ICT.

Almacenamiento hermético

Para esta técnica tomaremos lo descrito por la Fundación CORDES y Centro de Estudios Rurales y Agricultura Internacional, (2016):

El almacenamiento hermético tiene que ver con guardar los granos o semillas en envases bien sellados, para que no entre oxígeno. Cuando se guarda maíz o frijol con métodos manuales de almacenamiento hermético, siempre queda un poco de aire al interior del envase, por lo tanto, se describe a continuación cómo eliminar este restante.

Pasos a seguir antes de almacenar herméticamente

1. Seque al sol el grano o la semilla hasta que la humedad se reduzca a un 13%.
2. Compruebe el porcentaje de humedad. Haciendo la prueba de la sal. Si cuenta con algún instrumento para medir humedad saltar este paso.

¿Cómo se hace la prueba de la sal?

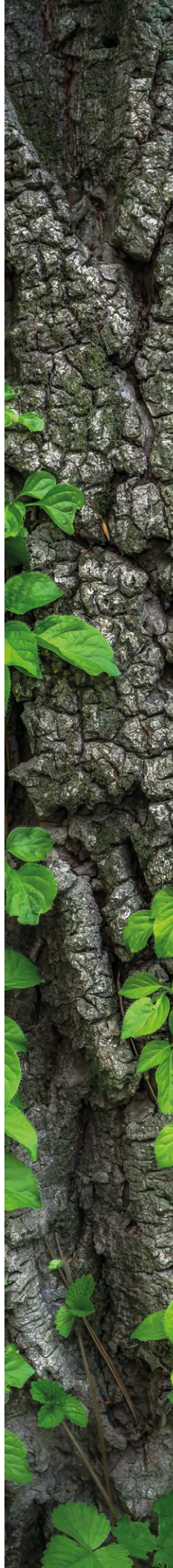
- A. Ponga un puñado de grano o semilla dentro del envase.

- B. Tape bien el envase y agite por un minuto.
- C. Deje reposar a la sombra por 15 minutos.
- D. Agite de nuevo el envase y revise de inmediato: si la sal se pega al vidrio, ponga a secar la semilla o el grano al sol. Al día siguiente vuelva a realizar la prueba de la sal.
- E. Si la sal no se pega al vidrio, entonces el grano o la semilla están listos para almacenarse.

Almacenamiento en silo metálico sin usar pastillas u otras sustancias tóxicas

1. Limpie el silo metálico y colóquelo en un sitio seguro, bajo techo, donde va a permanecer.
2. Llene el silo con grano o semilla, pero deje por lo menos 15 centímetros del silo sin llenar.
3. Selle la tapa inferior del silo o cualquier otra abertura usando cinta adhesiva, hule o plástico, para evitar que ingrese oxígeno.
4. Pegue en un plato tres cabitos de vela y enciéndalo.
5. Coloque el platillo con las velas encendidas dentro del silo, sobre el grano o la semilla. Asegúrese que se mantengan encendidas.
6. Coloque la tapa del silo metálico con cuidado, para evitar que las velas se apaguen.
7. Selle herméticamente la tapa. Use cinta adhesiva, hule o plástico, para que no ingrese oxígeno al silo.
8. Las velas permanecen encendidas un par de minutos. En ese tiempo el fuego de las velas quema todo el oxígeno que ha quedado en el interior del silo.
9. Cuando todo el oxígeno se quema, las velas se apagan solas. En el interior del silo sólo queda dióxido de carbono, un gas que es irrespirable para cualquier plaga que se encuentre en los granos o semillas.
10. La semilla o el grano pueden permanecer 6 meses o más, sin dañarse ni endurecerse.

Conservación de semilla con arena, cenizas y tierra de hormiguero seca, según FAO (1993).



La dosificación es: Una parte de producto natural por cuatro partes de frijol. El producto se mezcla manualmente, cuidando que la arena, la ceniza o la tierra de hormiguero no se depositen en el fondo durante la mezcla. Estos productos matan los insectos por deshidratación, al tapar los conductos respiratorios.

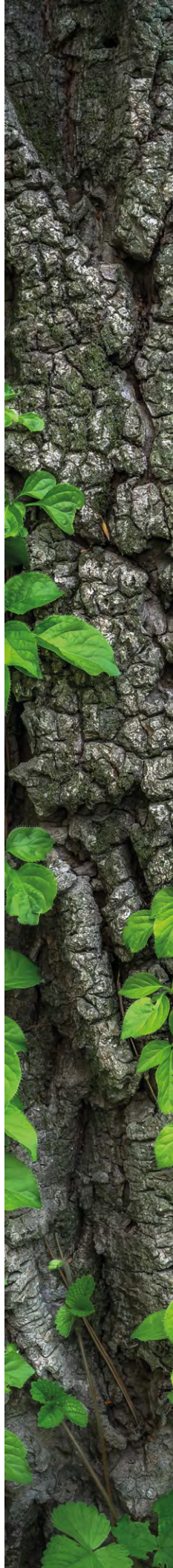


Figura 19. Mezcla de semilla con arena, ceniza y tierra de hormiguero.
Fuente: ONU, 2023.



Glosario

- Abono:** Tipo de fertilizante que se produce a partir de plantas, animales u hongos.
- Ácido orgánico:** Son una variedad de ácidos que se concentran habitualmente en los frutos de numerosas plantas. Son compuestos orgánicos que poseen al menos un grupo ácido. Se identifican los siguientes: el ácido cítrico, el málico, el tartárico, el salicílico, el oxálico, y los grasos.
- Aeróbico:** Proceso que se realiza en presencia de oxígeno.
- Agricultura sustentable:** Aquella que, en el largo plazo, contribuye a mejorar la calidad ambiental, satisface las necesidades básicas de fibra y alimentos humanos, es económicamente viable, y mejora la calidad de vida del productor y la sociedad.
- Agroecosistema:** Unidad de estudio en diferentes niveles jerárquicos de los sistemas de producción primaria en los que se establece el manejo del hombre para su aprovechamiento mediante la adaptación, modificación e interacción con los recursos naturales para la producción de alimentos y servicios.
- Agroquímico:** Sustancias químicas que se utilizan para optimizar el rendimiento de una explotación agrícola.
- Aminoácidos:** Sustancia química orgánica que constituye el componente básico de las proteínas.
- Anaeróbico:** Proceso que se lleva en ausencia de oxígeno.
- Antibióticos:** Sustancias capaces de inhibir el crecimiento bacteriano u otro.
- Azúcares complejos:** Azúcares con cadenas moleculares complejas.
- Biol:** Sustancias líquidas orgánicas que se obtienen mediante la fermentación en agua de estiércoles, plantas u otros materiales orgánicos.
- Bioestabilidad:** Propiedad de un cuerpo de mantenerse en equilibrio estable o de volver a dicho estado tras sufrir una perturbación.
- Biodiversidad:** Diversidad de los seres vivos que habitan un lugar.
- Bocashi:** Proviene del idioma japonés y, para el caso de la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, significa: cocer al vapor los materiales del abono, aprovechando el calor que se genera con la fermentación aeróbica de los mismos.
- Carbohidratos:** Sustancia orgánica sólida, blanca y soluble en agua, que constituye las reservas energéticas de las células animales y vegetales. Está compuesta por un número determinado de átomos de carbono, un número determinado de átomos de oxígeno y el doble de átomos de hidrógeno.
- Coenzimas:** Compuestos orgánicos que facilitan la acción de las enzimas y pueden unirse temporal o permanentemente a una enzima. Las coenzimas pueden catalizar reacciones, pero no con la misma eficacia que cuando están unidas a una enzima.
- Composta:** Conjunto de restos de materia orgánica que se descomponen de manera natural por la actividad de los microorganismos.
- Erosión:** Desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos.
- Fase mesófila del compostaje:** Consiste en el periodo de aclimatación de los microorganismos al nuevo medio, donde se inicia la multiplicación y colonización de los residuos. La fase mesófila empieza a una temperatura cercana a la del ambiente (20°C – 40°C) y tiene una duración entre 2 y 8 días.



Fase termófila de compostaje: En esta fase los microorganismos actúan a temperaturas mayores (entre 60°C y 70°C), produciendo una rápida degradación de la materia. La temperatura alcanzada durante esta fase del proceso garantiza la higienización y eliminación de gérmenes patógenos, larvas y semillas.

Foliar: Referente a las hojas de árboles, arbustos, etc.

Harina de roca: Rocas reducidas a polvo mediante diferentes métodos.

Humus de lombriz: Material similar a la tierra resultante de la digestión por lombrices, producido a partir de residuos orgánicos, gran contenido en nutrientes y utilizado comúnmente como mejorador de suelos o sustitutos de fertilizantes sintéticos.

Inocuo: Que no hace daño.

Lixiviado: líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido.

Materias primas: Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto.

Micronutrientes: Elementos nutritivos de menor concentración en la planta.

Minerales: Sustancia inorgánica existente en la corteza terrestre que está formada por uno o varios elementos químicos.

ORP: Potencial de Oxigenación-Reducción.

PH: Medida de la acidez o alcalinidad de una solución.

Precompostaje: Paso anterior de iniciar el compostaje.

Producción sustentable: Producción que toma base en el respeto al medio ambiente, aprovechamiento de recursos económicos y sociales de un sitio.

Prácticas agroecológicas: Ejemplo de ellas tenemos al manejo integrado de plagas, fertilización orgánica, las rotaciones y asociaciones de cultivos, el ciclaje de nutrientes, los policultivos, las cercas vivas, el manejo ecológico del suelo, la protección de fuentes hídricas, labranza mínima, etc.

Resiliencia: Capacidad de un sistema para regresar a su estado original después de una perturbación.

Semilla criolla: La referencia de "criollas" se refiere a las semillas nativas o locales y son aquellas que creciendo de forma silvestre en los campos; son aprovechadas por los pobladores quienes las usan como alimento.

Suelo arenoso: Suelo formado principalmente por arena.

Suelo franco: Los suelos en proporciones óptimas, cercanas, equilibradas o suelos mixtos. Son aquellos no demasiado arcillosos, ni muy arenosos y con elevada productividad agrícola en virtud de su textura. Por ejemplo, son aquellos que abundan en las vegas de los ríos.

Sustrato: Medio en el que se desarrolla una planta.

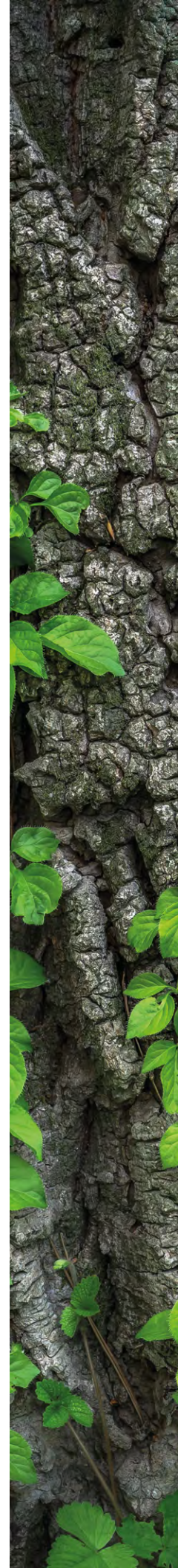
Sinergias: Acción conjunta de varios órganos o sustancias en la realización de una función.

Tecnologías agronómicas: Tecnología aplicada a la agricultura. Brinda los métodos y la maquinaria adecuada para optimizar la producción, enfocándose en los procesos utilizados en el sector para eficientizar el uso de los recursos y ayudar al agricultor en sus actividades.

Traspatio: Patio interior que suele encontrarse al fondo o detrás del patio principal de las casas de pueblo.

Referencias

- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.** (2022). *Proyecto para el apoyo a pequeños agropecurios en la zona oriental*. Obtenido de Caldo Sulfocálcico: https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_12.pdf
- Instituto Corazón de la Tierra e Instituto Nacional de las Mujeres.** (s.f.). *Manual de Producción y Mantenimiento del Huerto Multiproductivo*. Guadalajara.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (1993). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/X5027S/x5027S00.htm#Contents>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (s.f.). Los 10 elementos de la agroecología. Obtenido de *Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles*: <file:///192.168.1.25/Usuarios/C/TECNICA%201/AREA%20DE%20GESTION%20AMBIENTAL/2023/DAVID/Bibliografia%20de%20consulta/10%20principios%20de%20la%20agroecologia%20FAO.pdf>
- Fundación CORDES y Centro de Estudios Rurales y Agricultura Internacional.** (2016). *Técnicas de Producción, Conservación, Bancos de Semillas Criollas*. Obtenido de <https://cerai.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/05/Manual-Semillas-Criollas-El-Salvador.pdf>
- Greenpeace.** (15 de octubre de 2021). *¿Qué es la agroecología?* Obtenido de <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/49351/que-es-la-agroecologia/>
- Gutiérrez Cedillo, J. G., Aguilera Gómez, L. I., & González Esquivel, C. E.** (2008). *Agroecología y sustentabilidad*. SCIELO, 15, 51-87. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v15n46/v15n46a4.pdf>
- Hernández, H. A.** (Septiembre de 2003). *La composta, su elaboración y beneficio*. Buenavista, Coahuila, México.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (Octubre de 2011). *Elaboración y uso del bocashi*. Obtenido de Programa Especial para la Seguridad Alimentaria: <https://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (Enero de 2023). *Plataforma de conocimientos sobre agricultura familiar*. Recuperado el 03 de marzo de 2023, de <https://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/>
- Ruiz Morales, M.** (2011). *Taller de elaboración de lombricomposta*. Recuperado de <https://ibero.mx/web/files/publicaciones/taller-de-lombricomposta.pdf>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.** (07 de mayo de 2021). *En el manejo poscosecha el almacenamiento es la clave*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/en-el-manejo-poscosecha-el-almacenamiento-es-la-clave>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.** (05 de noviembre de 2022). *¿Sabes qué es la agroecología?* Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/sabes-que-es-la-agroecologia?idiom=es#:~:text=Es%20un%20enfoque%20integral%20que,con%20respeto%20al%20medio%20ambiente.>



Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (Junio de 2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos.*

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (30 de junio de 2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. Supermagro.* Ciudad de México, México. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737330/3_Supermagro.pdf

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (30 de junio de 2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos.* Obtenido de Elaboración de Bocashi: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737323/8_Elaboracion_de_Bocashi.pdf

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (30 de junio de 2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos.* Obtenido de Elaboración de Caldo Bordelés.: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737328/4_Caldo_bordeles.pdf

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (30 de junio de 2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos.* Obtenido de Elaboración de agua de vidrio: <https://www.gob.mx/agricultura/documentos/bioinsumos-transicion-agroecologica>





Paseo de los Filósofos 1175-209,
Guadalajara, Mexico
Tel. +52 33 3825 1361

www.corazondelatierra.org