



Insumos agroecológicos: estrategia de resiliencia al cambio climático en la Agricultura Familiar Campesina (AFC)

GUÍA DE APRENDIZAJE No. 14

Este proyecto forma parte de



Financiado por la Unión Europea

Agencias implementadoras



Entidades solicitantes



Entidad aliada



**Insumos agroecológicos:
estrategia de resiliencia al cambio
climático en la Agricultura Familiar
Campesina (AFC)**

GUÍA DE APRENDIZAJE

Insumos agroecológicos: estrategia de resiliencia al cambio climático en la Agricultura Familiar Campesina (AFC)

Guía de aprendizaje

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Dirección de Transferencia de Tecnología
Estación Experimental Santa Catalina
Núcleo de Desarrollo Tecnológico
KOPIA- Ecuador
Centro Internacional de la Papa (CIP)
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

CRÉDITOS

Autores: Diego Peñaherrera, Betty Paucar, Gabriela Narváez, Cristhian Torres, Alicia Villavicencio, Nancy Panchi, Andrea Enríquez, Julio Escobar

Edición de texto: Julio Awad - LETRA SABIA Servicios Editoriales

Diseño: Imprenta IdeaZ, Telf.: 2900 191, Quito

Ilustraciones: IICA

Fotografías:

Núcleo de Desarrollo Tecnológico de la Estación Experimental Santa Catalina
Centro KOPIA- Ecuador
CIP
IICA

Impresión: 2021

Tiraje: Impreso, 1 000 ejemplares

Impreso en: Quito, Ecuador

Comité Revisor: Jorge Rivadeneira, Victoria López, Cristina Tello

Cita bibliográfica:

Peñaherrera, D.; Paucar, B; Narváez, G.; Torres, C.; Villavicencio, A.; Panchi, N.; Enríquez, A.; Escobar, J. (2021) Insumos agroecológicos: estrategia de resiliencia al cambio climático en la Agricultura Familiar Campesina (AFC). Guía de Aprendizaje Nro. 14. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); Centro KOPIA- Ecuador; CIP; IICA; INIAP Quito, Ecuador. 172 páginas.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Estación Experimental Santa Catalina
Panamericana Sur km 1
Tel.: 2690 691
<http://www.iniap.gob.ec/web/>
Quito-Ecuador

ISBN: 978-9942-22-559-7

Contenido

Glosario de términos	7
Presentación	9
Introducción	11
Parte 1: Algunos aspectos conceptuales.....	13
Parte 2: Módulos	25
Módulo 1. Elaboración de abonos orgánicos	31
Sesión 1. Elaboremos compost.....	34
Sesión 2. Elaboremos bocashi	47
Sesión 3. Elaboremos humus de lombriz	57
Sesión 4. Elaboremos biol	67
Sesión 5. Elaboremos té de estiércol	77
Sesión 6. Elaboremos abono de frutas	81
Sesión 7. Elaboremos humus líquido de lombriz	86
Módulo 2. Elaboración de bioinsecticidas	91
Sesión 1. Bioinsecticida M5.....	93
Sesión 2. Bioinsecticida APICHI	97
Módulo 3. Elaboración de biofungicidas	102
Sesión 1. Biofermento de fósforo.....	105
Sesión 2. Caldo bordelés	109
Sesión 3. Caldo sulfocálcico	114
Sesión 4. Caldo visosa.....	118
Módulo 4. Elaboración de biofertilizantes	123
Sesión 1. Elaboremos el biofertilizante para engrose de frutos.....	127
Sesión 2. Elaboremos fosfitos orgánicos con harina de huesos.....	131
Sesión 3. Elaboremos el biofertilizante a base de microorganismos benéficos enriquecidos con minerales.....	135

Sesión 4. Elaboremos el biofertilizante supermagro enriquecido con minerales.	140
Sesión 5. Elaboremos humato de potasio	145
Sesión 6. Elaboremos biocarbón inoculado con microorganismos benéficos para las plantas	149
Sesión 7. Elaboremos el biofertilizante a base de calabaza	153
Módulo 5. Elaboración de adherentes	157
Sesión 1. Adherente a base de tuna	159
Sesión 2. Adherente a base de sábila	162
Bibliografía	166

Glosario de términos

Ácido abscísico (ABA): Es una fitohormona con importantes funciones dentro de la fisiología de la planta. Participa en procesos del desarrollo y crecimiento, así como en la respuesta adaptativa a estrés tanto de tipo biótico como abiótico.

Ácidos fúlvicos: Materia orgánica líquida, se disuelve.

Ácidos húmicos: Parte más activa de la materia orgánica, no se disuelve.

Adaptación al cambio climático: Alteración del comportamiento, prácticas, sistemas y, en algunos casos, la forma de vida para proteger a la comunidad, la economía y el entorno frente a la amenaza del cambio climático.

Aminación: La aminación reductora, o aminación reductiva, es una reacción química que implica la conversión de un grupo carbonilo de una cetona o aldehído en una amina.

Evapotranspiración: Cantidad de agua del suelo que vuelve a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas.

Hidrólisis alcalina: Proceso que sirve para descomponer material biológico como: proteínas, ácidos nucleicos, carbohidratos y lípidos, en una solución a base de agua estéril compuesta de aminoácidos y azúcares.

Lábil: Que cambia o es poco estable o seguro.

Leonardita: Fertilizante orgánico que contiene altas cantidades de ácidos húmicos que favorecen la producción de los cultivos.

Mitigación: Es la intervención humana encaminada a reducir las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero y potenciar los sumideros de carbono. Por ejemplo; el incremento de materia orgánica en el suelo promueve la absorción de carbono. Además, el uso de los residuos agrícolas reduce los gases de efecto invernadero producidos por la mala gestión del estiércol (CH_4) y los residuos de la cosecha (CH_4 y NO_2).

Mitigar el cambio climático: Evitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero -que atrapan el calor- hacia la atmósfera para evitar que el planeta se caliente de manera más extrema.

Nematicida: Tipo de plaguicida químico usado para matar nematodos que parasitan a las plantas. Los nematicidas suelen ser tóxicos de amplio espectro que poseen alta volatilidad u otras propiedades que promueven la migración a través del suelo.

Oligoelementos: Elemento químico que se halla en muy pequeñas cantidades en las células de los seres vivos y es indispensable para el desarrollo normal del metabolismo.

Opuntia: Género de plantas de la familia de las cactáceas que consta de más de 300 especies, todas nativas del continente americano, que habitan desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de la Patagonia, donde crecen de forma silvestre.

pH: El valor del pH es la medida de la acidez o alcalinidad. El pH del suelo afecta de forma directa a la disponibilidad de nutrientes. La escala del pH tiene un rango que va de 0 a 14, siendo 7 valor neutral.

Rendimiento fotosintético: El rendimiento o eficiencia fotosintética es la fracción de energía luminosa convertida en energía química durante la fotosíntesis en plantas verdes y algas; es influenciada por varios factores: los más importantes son la intensidad luminosa y la temperatura.

Resiliencia: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura define así resiliencia: "la capacidad de prevenir desastres y crisis, así como de preverlos, amortiguarlos, tenerlos en cuenta o recuperarse de ellos a tiempo y de forma eficiente y sostenible, incluida la protección, el restablecimiento y la mejora de los sistemas de vida frente a las amenazas que afectan a la agricultura, la nutrición, la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos".

Transaminación: Reacción química que transfiere un grupo amino a un cetoácido para formar nuevos aminoácidos.

Presentación

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, a través del Núcleo de Desarrollo Tecnológico, Centro KOPIA – Ecuador, el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en su interés de brindar herramientas de aprendizaje que permitan transferir alternativas tecnológicas a quienes hacen agricultura, han elaborado Guías de Aprendizaje en varios temas, donde se utiliza el enfoque de gestión de conocimientos para construir o reconstruir nuevos saberes en forma participativa y didáctica.

La guía *Insumos agroecológicos: estrategia de resiliencia al cambio climático en la Agricultura Familiar Campesina (AFC)* es un documento de aprendizaje sobre la producción de abonos orgánicos como una estrategia para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas a nivel familiar.

Esta guía está dirigida principalmente a extensionistas, promotores, hombres y mujeres, responsables de llevar las alternativas tecnológicas hacia quienes producen; sin embargo, también puede ser usada por todas aquellas personas o instituciones que desarrollan actividades de capacitación e innovación con productores agrícolas.

Introducción

La agricultura familiar (AF) es clave para lograr la seguridad alimentaria y el desarrollo rural (FAO, 2014). El 80 % de las unidades productivas de América Latina y el Caribe (ALC) pertenecen a la AF. En esta actividad participan más de 60 millones de personas, convirtiéndose en la principal fuente de empleo relacionada con la agricultura (IICA, 2016).

En la AF las actividades productivas que se realizan aprovechan la mano de obra existente en el interior de la familia. Las familias producen y comercializan sus excedentes generando capital social y económico. La renta total de las organizaciones campesinas es producida fundamentalmente por el trabajo de todos sus miembros (FAO, 2014).

Anualmente, se produce una cantidad considerable de residuos de cosechas (residuos orgánicos que pueden ser transformados y aprovechados como abonos orgánicos) pero sólo una parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación, tanto humana como animal. Los residuos, mal llamados desechos, se convierten en contaminadores ambientales y generadores de gases de efecto invernadero a la atmósfera (GEI). Estos desechos pueden convertirse en un problema para quien produce, debido a la falta de conocimiento de alternativas para poderles dar un uso apropiado.

Recordemos

¿Qué son gases de efecto invernadero?

Cuando se quema el combustible, se generan gases que van a la atmósfera. Los gases se producen por los autos, las fábricas, los desechos, estos forman una capa que no deja que el calor salga hacia el espacio; esto hace que la temperatura de la tierra aumente más de lo normal y se produzca lo que se llama efecto invernadero.

Entre las propiedades de los abonos orgánicos destacan su capacidad de influir de manera favorable sobre la fertilidad física del suelo, sobre su estructura, aireación, porosidad, estabilidad de agregados, infiltración, conductividad hidráulica y sobre la capacidad de retención de agua (Murray, y otros, 2011).

Por otro lado, en términos de cambio climático cuando se agrega materia orgánica en los campos cultivados, los suelos atrapan una mayor cantidad de CO₂ reduciendo la cantidad de gases GEI emitidos a la atmósfera y de forma adicional se mejora la estructura y la calidad de los suelos, haciéndolos por ende más resistentes a las inundaciones y las sequías, lo que incrementa la capacidad de adaptación a los efectos del cambio climático (Holden y Smith, 2009).

Es por esta razón que el objetivo de esta guía es promover tecnologías apropiadas y fortalecer los conocimientos que ya poseen las y los agricultores para la elaboración de abonos orgánicos utilizando residuos orgánicos. De esta forma se obtiene un producto sano y seguro para usar como abono en huertas y fincas de la AFC y así contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las familias y comunidades. Otra ventaja del uso de abonos orgánicos es que se disminuye el uso de agroquímicos perjudiciales para la salud y el ambiente. Las prácticas propuestas en este material se enmarcan en una visión agroecológica, que propone pequeñas inversiones y que promueve la resiliencia al cambio climático de estos sistemas de producción.

La publicación está dividida en dos partes:

En la primera parte se comparten algunos elementos conceptuales.

En la segunda parte, dividida en cinco módulos, se detallan los procedimientos para elaborar abonos orgánicos:

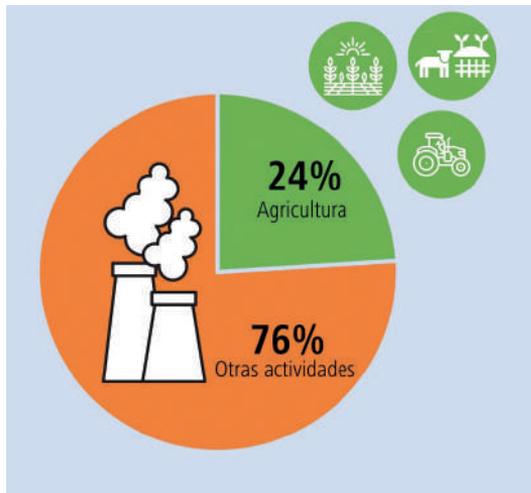
- Módulo 1. Elaboración de abonos orgánicos
- Módulo 2. Elaboración de bioinsecticidas
- Módulo 3. Elaboración de biofungicidas
- Módulo 4. Elaboración de biofertilizantes
- Módulo 5. Elaboración de adherentes

Cada módulo describe las ventajas, los materiales, la elaboración de abonos orgánicos, bioinsecticidas, biofungicidas, biofertilizantes y adherentes, con los insumos disponibles de la zona y se indican las cantidades recomendadas para la nutrición de los cultivos. De forma adicional, al iniciar cada uno de los cinco módulos se detallan las ventajas climáticas, es decir los beneficios de la aplicación de cada uno de estos grupos de bioinsumos tanto para la resiliencia/ adaptación como para la mitigación al cambio climático.

PARTE 1

Algunos aspectos conceptuales

CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA FAMILIAR



La agricultura juega un papel excepcional en lo que a cambio climático se refiere; por un lado, es vulnerable al cambio climático, y por el otro, es responsable del **24 % de las emisiones de gases de efecto invernadero** globalmente (IPCC, 2014), es decir, también genera un problema. El cambio climático tiene consecuencias directas sobre la agricultura y la producción, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional

de las poblaciones en situación de mayor vulnerabilidad. La pequeña y mediana agricultura es la más afectada por el cambio climático; por ejemplo, la pequeña agricultura puede depender de la época de lluvias y con el cambio climático esa época puede no llegar o, por el contrario, puede llover muchísimo y dañar los cultivos.

Recordemos

¿Qué gases se producen en las prácticas agrícolas?

La agricultura libera importantes cantidades de metano y óxido nítrico, dos potentes gases de efecto invernadero. El metano es producido por el ganado durante la digestión y se libera por los eructos, así como por el estiércol y los residuos orgánicos almacenados en los vertederos. Las emisiones de óxido nítrico son un producto indirecto de los fertilizantes nitrogenados orgánicos y minerales (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2015).

Riesgos climáticos de la agricultura familiar

Con el cambio climático los riesgos para la AFC se ampliarán, aunque sí habrá beneficios y oportunidades en algunas regiones. El cambio climático funciona como un multiplicador de riesgos, cada día nuevos estudios científicos expresan su alarma como los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (Lavell y Witkowski, 2015).

La agricultura y las zonas rurales enfrentan riesgos distintos a los de las ciudades. Si bien el riesgo es para toda la agricultura, para las y los pequeños productores, la exposición y vulnerabilidad a los eventos y cambios en el clima aumenta y la **resiliencia** disminuye, especialmente en



el corto plazo, aunque el riesgo existe en todos los entornos. La agricultura de **subsistencia** muestra un riesgo muy alto, porque las familias dependen de lo que produzcan en su finca para alimentarse. Esto significa que la falta de producción constituye también una ausencia de capacidad para el consumo, dado que las familias no tienen acceso generalizado a la amplia gama de productos del mercado nacional. Quienes producen para vender sufren las consecuencias de la pérdida de la producción por la carencia de ingresos y oportunidades, pero pueden suplir sus necesidades alimentarias a través de otras fuentes, dada su mejor posición económica y los mecanismos de apoyo diversos con los que cuentan, como los seguros o el acceso al crédito (Lavell y Witkowski, 2015).

Para la agricultura de subsistencia, evitar la pérdida o la baja en la producción o la productividad resulta esencial para su supervivencia. Los riesgos producidos por el cambio climático ponen en peligro la seguridad alimentaria y la supervivencia de las familias. No se trata solo de perder momentáneamente ingresos y oportunidades. Las crisis que sufren las agriculturas de subsistencia en América Latina pueden aumentar en intensidad y frecuencia como resultado de los impactos del cambio climático, cuyos efectos en la temperatura y las precipitaciones podrían afectar las capacidades de adaptación y ajuste local (Lavell y Witkowski, 2015).

◆ Exposición de los sistemas agrícolas familiares

La presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados de forma negativa por el cambio climático, es lo que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) llama exposición (IPCC, 2014b). En otras palabras, la exposición implica estar en la línea de fuego de un evento físico futuro potencialmente dañino, como, por ejemplo, en la planicie de inundación de un río o en la pendiente de un volcán (Lavell y Witkowski, 2015).

En el caso de los sistemas agrícolas familiares el grado de exposición es alto, debido a que muchas de estas unidades productivas se ubican en territorios marginales, es decir zonas poco aptas para la agricultura, y que pueden ser susceptibles a amenazas como: inundaciones, sequías, deslizamientos, entre otras.

◆ Vulnerabilidad de los sistemas agrícolas familiares

Vulnerabilidad es la predisposición que tiene un sistema, en este caso un sistema agrícola, de afectarse de forma negativa cuando hay variaciones climáticas, por ejemplo, largas sequías o lluvias torrenciales. La vulnerabilidad está definida como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático al que esté expuesto un sistema y de su sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2014b).

Las familias campesinas con sistemas agrícolas de subsistencia son vulnerables al cambio climático, no solo por las pérdidas económicas, sino también en términos de seguridad alimentaria. El cambio de los patrones de lluvias y las sequías dificultan los siguientes aspectos:

- La disponibilidad de los alimentos: es decir, la **capacidad física para producir el cultivo**.
- El acceso a los **medios para comprar o adquirir comida**.
- La utilización de los alimentos, es decir el **aporte nutricional para la población** (CEPAL, 2016).

En síntesis, existen múltiples riesgos sobre estos sistemas de producción que incrementan su vulnerabilidad. En los sistemas agrícolas familiares las mujeres tienen un rol relevante, son ellas quienes se encargan de muchas de las tareas agrícolas, comercializan los productos y se encargan del agregado de valor. Sin embargo, las mujeres tienen menos control y acceso a los recursos que los hombres. Los derechos de tenencia de la tierra y los títulos de propiedad de la tierra suelen estar en control de los hombres. En resumen, es importante considerar que mujeres y hombres poseen diferentes capacidades para adaptarse y/o mitigar el cambio climático.



Las mujeres no constituyen un grupo homogéneo, se debe tomar en cuenta otro tipo de atributos como la edad o la etnia, debido a que esto determina una doble y, en ocasiones, triple vulnerabilidad. A la hora de realizar intervenciones relacionadas con la adaptación y/o mitigación al cambio climático; es necesario identificar esas vulneraciones y esas necesidades diferenciadas entre distintas personas de una comunidad.

Resulta esencial tomar en cuenta la participación de los distintos miembros de la familia productora para considerar sus percepciones, preocupaciones y prioridades. La incorporación de sus perspectivas, conocimientos y experiencias particulares facilitará la identificación de riesgos climáticos en la producción y la superación de estos.

Incorporar la dimensión étnico-cultural en el análisis de cada situación familiar y comunitaria puede fortalecer la comprensión de las decisiones que se han tomado ante los riesgos del cambio climático, y a la vez, favorecer la recuperación de técnicas y especies utilizadas tradicionalmente para un balance más adecuado en la producción.

Impactos del cambio climático sobre la Agricultura Familiar

El IPCC (2014b) define como **impactos** a los efectos sobre los sistemas naturales y humanos de episodios meteorológicos y climáticos extremos y

del cambio climático. Los impactos generalmente se refieren a efectos que se desencadenan cuando hay cambios o fenómenos climáticos peligrosos que ocurren en un lapso específico. Los efectos pueden ocurrir en las vidas de los seres humanos y de los animales, en los medios de subsistencia,



en la salud, en los ecosistemas, en las economías, en las culturas, en los servicios e infraestructuras. Los impactos también se llaman consecuencias y resultados. Cuando hay inundaciones, sequías o la elevación del nivel del mar hablamos de impactos físicos. El cambio climático tiene impactos sobre los sistemas geofísicos. (IPCC, 2014b).

En general se puede decir que el impacto del cambio climático sobre la agricultura familiar es considerable. Las familias dependen económicamente de la agricultura y de los recursos naturales. Como ya se mencionó antes, muchas unidades productivas se ubican sobre territorios marginales y susceptibles a amenazas como: inundaciones, sequías y deslizamientos. Tienen por tanto baja capacidad para adaptarse al cambio climático. Esta sería la situación en muchas zonas del Ecuador. Previendo los cambios que puede haber en el clima, podríamos esperar impactos negativos a futuro como la **reducción en la productividad**, la cual podría comprometer la **seguridad alimentaria** de las familias y de estas zonas (CEPAL, 2016). Otro efecto que puede darse es la **reducción de la calidad de los alimentos** (USGCRP, 2016).

Por otro lado, en cuanto a la producción agrícola la FAO (2016), menciona algunos efectos como:

- **Modificación de los períodos de vegetación y de épocas de siembra y de cosecha**; por los cambios en la temperatura y en las precipitaciones estacionales.
- **Cambios en la disponibilidad de agua**; el descenso en el nivel de precipitaciones significará menor disponibilidad de agua para riego

en la agricultura. Cuando llueve menos, disminuye el almacenamiento de nieves en altas cumbres, bajan los caudales de los ríos y decae la acumulación de agua en acuíferos.

- **Cambios en el tipo, distribución e intensidad de enfermedades y plagas;** una plaga o enfermedad que antes no ocasionaba mayores problemas, con el cambio climático puede incrementar el daño en forma importante. Por ejemplo, si sube la temperatura la plaga puede crecer rápidamente o puede llegar a lugares donde antes no prosperaba.
- **Cambios de rendimiento de los cultivos;** debido a los cambios en la evapotranspiración y el rendimiento fotosintético, así como la producción de biomasa.
- **Muchas tierras pueden dejar de ser utilizables;** y otras que anteriormente no eran utilizables podrían ser cultivables. Por ejemplo, podría ser difícil cultivar café en áreas aptas para su producción entre alturas de 600 a 1 000 m, al aumentar la temperatura entre +2 y +2.5 °C y reducirse la precipitación entre -5 y -10 %. Se calcula que las áreas cultivables de café podrían reducirse entre 38 y 89 %.

Además, se puede mencionar la **afectación a la salud de las y los productores y trabajadores agrícolas**. Es muy probable que el cambio climático afecte la salud de las personas que trabajan al aire libre debido a los aumentos de temperatura, mala calidad del aire, condiciones meteorológicas extremas y enfermedades transmitidas por insectos (USGCRP, 2016).

Adaptación de la agricultura familiar al cambio climático



La adaptación, definida como el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos (IPCC, 2014b), es el proceso que trata de moderar o evitar los daños y aprovechar las oportunidades beneficiosas producidas por efecto del cambio climático (las personas y las sociedades pueden percibir o jerarquizar los riesgos y

los beneficios potenciales de formas diferentes, en términos del sector agrícola por ejemplo, en las regiones de latitudes medias o altas, los aumentos locales moderados de temperatura pueden tener pequeños efectos beneficiosos en el rendimiento de las cosechas de ciertos cultivos (IAASTD, 2008). Pero, en general, los efectos negativos superan en gran medida a los positivos. Se trata de contar con sistemas agroalimentarios sostenibles y con agricultores con capacidades, recursos y tecnología disponibles para producir a pesar de los cambios en el clima y sus impactos.

En este contexto, se requerirán innovaciones en los sistemas de producción. La innovación en la agricultura se produce cuando se implementa por primera vez, en un contexto específico, un producto o proceso nuevo o mejorado, para crear cambios positivos que permitan satisfacer necesidades, enfrentar desafíos o aprovechar oportunidades (IICA, 2019). Estas innovaciones frente al cambio climático en los sistemas agrícolas en pequeña escala pueden ser:

- Mejora de la eficiencia en el uso de los recursos: suelo, agua y biodiversidad.
- Intensificación sostenible de la producción agroecológica, agroforestal, agrosilvopastoril (FAO, 2016 b).

Quienes hacen agricultura familiar aportan a la adaptación al cambio climático a través de sus conocimientos para manejar sus riesgos, conservando la agrobiodiversidad *in situ* (FAO, 2014). Sin embargo, debido a las condiciones económicas y sociales, al limitado acceso a recursos y al conocimiento, el potencial de adaptación de la agricultura familiar se ve limitado. De este modo, esfuerzos encaminados a superar la pobreza, así como mejorar el acceso a mercados, información, crédito o fuentes de financiamiento, y a asistencia técnica para desarrollar e implementar innovación, son medidas necesarias para reducir la vulnerabilidad e incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático de estos sistemas (Verner, 2014).

Algunas recomendaciones promovidas por la FAO (2014) para la adaptación de la agricultura familiar al cambio climático son las siguientes:

- **Acortar la brecha tecnológica e inversión en innovación.** La innovación será un factor decisivo en la adaptación de la agricultura familiar al cambio climático, por lo que es necesario fortalecer las capacidades nacionales y locales.

- **Reactivar y expandir los servicios de asistencia para la agricultura familiar.** Se requiere promover los servicios de extensión y asistencia técnica para la agricultura familiar, especialmente modalidades que permitan la investigación y extensión participativa.
- **Información y conocimiento sobre cambio climático.** Se requieren estudios profundos sobre el impacto del cambio climático en la producción agrícola en América Latina y el Caribe (ALC), así como mejorar la comprensión de los impactos sociales del cambio climático y sus potenciales efectos en la agricultura familiar, las migraciones y el empleo, entre otros.
- **Acceso seguro a recursos naturales de la agricultura familiar.** El acceso seguro a la tierra, agua y otros recursos naturales es vital para la adaptación al cambio climático.
- **Desarrollar mecanismos innovadores de transferencia de riesgo.** Es necesario seguir desarrollando esquemas de transferencia de riesgo para la agricultura familiar, con enfoques innovadores que les aseguren beneficios y una efectiva participación.
- **Financiamiento para el cambio climático.** Es necesario explorar opciones de financiamiento públicas y privadas para promover la adaptación de la agricultura familiar al cambio climático.

Los sistemas agrícolas familiares en la mitigación al cambio climático

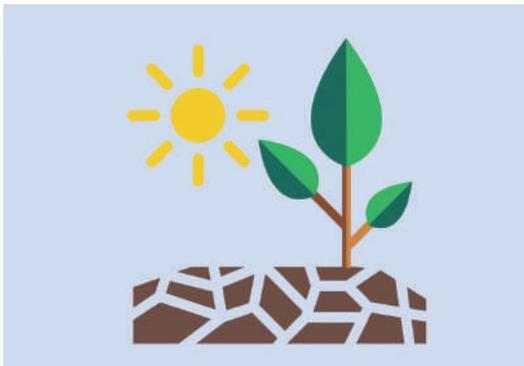
La mitigación del cambio climático es definida como “la intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero” (IPCC, 2014b). En los sistemas agrícolas la mitigación tiene un gran potencial debido a que la agricultura, la actividad forestal y otros usos de la tierra son los principales motores de los ciclos de nitrógeno y carbono terrestres, y por consiguiente de un volumen considerable de gases de efecto invernadero. En este sentido, será esencial mejorar la gestión del carbono y del nitrógeno en la agricultura para que este sector contribuya a la mitigación del cambio climático.

Si bien la contribución de los sistemas de producción familiar al cambio climático en forma individual es mínima, contribuir a la mitigación significa el aumento de la eficiencia, productividad y rentabilidad de su producción. También favorece la conservación y restauración de los suelos y territorios

ricos en carbono. Además, se reducen las pérdidas y el desperdicio de alimentos y se avanza hacia dietas más saludables.

Sin embargo, muchos de estos beneficios no son visibles a corto plazo, por lo que, para la mayoría de agricultores la mitigación del cambio climático no es su principal preocupación. Quienes producen se preocupan por responder a sus necesidades de seguridad alimentaria, mercados o rentabilidad. Por lo tanto, involucrar a las y los agricultores en el proceso de planificación contribuye a alinear la planificación de la mitigación con sus prioridades.

Sistemas agrícolas familiares resilientes al cambio climático



La palabra 'resiliencia' es un anglicismo que proviene de la física (*resilience*), y hace referencia a la capacidad de una sustancia u objeto para recuperar su forma original. El concepto se utiliza en la ecología para referirse a la propiedad que permite a un sistema absorber y usar, incluso para beneficio, los cambios o alteraciones producidos

dentro del ambiente (IICA, 2014b). En lo que respecta a cambio climático, se refiere a la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosa, respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC, 2014c).

Para generar sistemas agrícolas familiares resilientes se deben sumar dos enfoques: los sistemas agrícolas (finca) y los medios de vida (familia).

Los **sistemas agrícolas resilientes** al cambio climático tienen la capacidad para recuperarse de las perturbaciones de los fenómenos meteorológicos extremos como la sequía, las inundaciones o los huracanes y para resistir el ataque de plagas y enfermedades (FAO, 2016 b).

Los **medios de vida resilientes** requieren condiciones tales como unos ingresos adecuados y seguridad alimentaria, que permitan a las personas

soportar los riesgos climáticos a los que están expuestas, recuperarse después de que ocurran y adaptarse a ellos (CEPAL, 2016).

Si bien es cierto, como ya se ha mencionado que los sistemas de agricultura familiar están particularmente expuestos a los impactos del cambio climático y son más vulnerables, **algunos grupos de pequeños agricultores están respondiendo activamente a las condiciones climáticas cambiantes y han demostrado innovación y resiliencia frente al cambio climático.** Según Altieri y Nicholls (2013), *"la mayoría de las estadísticas disponibles que predicen impactos climáticos sobre la agricultura campesina son aproximaciones que no toman en cuenta la heterogeneidad de la agricultura campesina, ni la diversidad de estrategias que los campesinos han utilizado y aún utilizan para enfrentar los riesgos climáticos"*.

Muchos estudios revelan que los pequeños agricultores que utilizan prácticas agroecológicas han **podido afrontar e incluso prepararse para el cambio climático, minimizando las pérdidas de sus cosechas, a través de una serie de prácticas** tales como, el uso de variedades tolerantes a sequía, cosecha de agua, diversidad de cultivos, agroforestería, prácticas de conservación de suelo y una serie de otras técnicas (Altieri y Koohafkan, 2008).

Dado que las circunstancias y las oportunidades de los pequeños productores son muy variadas en diferentes lugares, las vías para la adaptación y el fomento de la resiliencia deben diseñarse específicamente para cada contexto, tomando en cuenta el grado de exposición a las amenazas climáticas, así como la capacidad de adaptación (CEPAL, 2016).

Agricultura familiar campesina frente al cambio climático: retos y oportunidades

Si bien muchas poblaciones indígenas y campesinas están expuestas a los impactos del cambio climático y son vulnerables, muchos sistemas de agricultura familiar ofrecen una amplia gama de opciones y diseños de manejo que incrementan la biodiversidad funcional en los campos de cultivo y, por consiguiente, **refuerzan la resiliencia de los agroecosistemas** (Altieri y Nicholls, 2017).

En muchas zonas vulnerables, los campesinos pueden recurrir a los sistemas agrícolas tradicionales que aún prevalecen y que representan depósitos de abundantes conocimientos sobre resiliencia ante los efectos

de condiciones climáticas extremas. La cuestión es discernir qué principios y mecanismos han permitido a estos sistemas resistir y/o recuperarse de sequías, tormentas, inundaciones o huracanes (Altieri y Nicholls, 2017). En general, los agroecosistemas tradicionales son menos vulnerables a la pérdida catastrófica, porque en ellos crece una variedad amplia de cultivos y variedades en diversos arreglos espaciales y temporales, y exhiben compensación en caso de pérdida (Altieri y Nicholls, 2008).



Muchas de las estrategias agroecológicas tradicionales, que **reducen la vulnerabilidad al cambio climático e incrementan la capacidad de adaptación de los sistemas agrícolas familiares, incluyen** la diversificación de cultivos, el mantenimiento de la diversidad genética local, la integración animal, la adición de materia orgánica al suelo, la

cosecha de agua, entre otros. Estas innovaciones son la base concreta que las comunidades vulnerables pueden utilizar y movilizar para diseñar sistemas agrícolas que se vuelvan cada vez más resilientes a los extremos climáticos (Nicholls C., Altieri, Henao, Montalba, y Talavera, 2015). Varias de estas estrategias a su vez, reducen la dependencia de insumos externos y mejoran la gestión del carbono y del nitrógeno en la agricultura, lo que contribuye a **la mitigación del cambio climático**.

La vulnerabilidad de las comunidades agrícolas depende de lo desarrollado que esté su capital natural y social, lo que a su vez hace que las y los agricultores y sus sistemas sean vulnerables a las perturbaciones climáticas. En las regiones donde el tejido social se ha roto, el reto es rehabilitar la organización social y las estrategias colectivas en las comunidades, para incrementar así la capacidad de respuesta de las y los agricultores para implementar mecanismos que les permitan resistir y/o recuperarse de los eventos climáticos (Altieri y Nicholls, 2017).

Según el IPPC (2014b), el declive en el rendimiento de cultivos por el cambio climático podría ser del 10 al 25 % de aquí a 2050 y, en ese contexto, la FAO (2016b) estima que la producción de alimentos debe aumentar en un 60 % para mantener el ritmo del crecimiento demográfico. Esto lleva a

considerar la importancia que, para la seguridad y soberanía alimentarias tiene la producción de alimentos en el marco de sistemas resilientes al cambio climático. Y si consideramos que “en América Latina y el Caribe la agricultura familiar representa el 80 % de las explotaciones y que provee un 27 a 67 % de la producción de alimentos”, es evidente la importancia de la agricultura familiar campesina para la sostenibilidad alimentaria en la región (Meza, 2014).

Entender los rasgos agroecológicos y mecanismos de adaptación, mitigación y resiliencia de los sistemas pequeños de agricultura es esencial para diseñar una estrategia de desarrollo de agroecosistemas sostenibles en esta nueva era de variabilidad climática (Altieri y Nicholls, 2008).

PARTE 2

Módulos

Como se mencionó en la introducción, esta guía está formada por cinco módulos y cada módulo se subdivide en sesiones de trabajo que duran entre una y cinco horas.

INDICACIONES PARA QUIENES USARÁN ESTA GUÍA DE APRENDIZAJE

1. Antes de iniciar la sesión

Conocer al grupo de participantes del taller

- Identificar quiénes son, de dónde vienen, saber cuántas personas van a participar (se sugiere que el grupo no sea mayor a 25 personas).

Ubicar un espacio físico apropiado

- Seleccionar el espacio más adecuado para el desarrollo de la capacitación de tal manera que permita crear un ambiente apropiado para el aprendizaje. El espacio debe ser luminoso, tener paredes suficientes para pegar papelotes y debe permitir tener reuniones de grupo. Hay que considerar que se harán actividades como elaboración de dibujos, trabajos en papelotes, proyección de videos y dinámicas.

Secuencia temática

- Elaborar una guía temática que permita delinear y presentar la secuencia de temas en función a las demandas de quienes participan. Se sugiere organizar el diseño usando una matriz que describa el orden de los contenidos que se abordarán.

Revisar detenidamente los contenidos de la guía

- La guía provee información esencial e instrucciones para abordar una temática de capacitación. Esta guía no pretende tratar los temas a profundidad, otras fuentes bibliográficas, como manuales, trípticos,

artículos científicos; deben ser revisados por quien los facilite, para ampliar los conocimientos.

Conseguir los materiales descritos para el desarrollo de cada práctica

- Disponer de materiales que se utilizarán en la capacitación y revisar si son adecuados para las y los participantes con quienes se trabajará.
- Prever que las y los participantes van a necesitar un cuaderno para tomar notas.

Opcional

- En caso de ser necesario evaluar de manera objetiva los conocimientos de las y los participantes, se deben preparar materiales para una evaluación inicial y final.

2. Actividades a desarrollar con las y los participantes durante la sesión

Presentación y aclaración de expectativas

- Bienvenida a todas las personas que participan de la sesión. Se recomienda ser breves y dinámicos.
- Presentación de las y los participantes.
- Presentación de quien facilita y de los temas a tratarse. De ser posible, tener los temas escritos en un papelote para que estén visibles durante toda la sesión.
- Es indispensable dar a conocer la agenda o el tiempo que se empleará en la sesión.
- Conocer las expectativas de las y los participantes de la capacitación; se puede proponer preguntas tales como: ¿para qué nos hemos reunido este día? Si hay expectativas que no se pueden cumplir, explicitarlas. Si hay temas que se pueden incorporar, hacer los cambios en la agenda.
- Llegar a acuerdos de trabajo conjunto: uso de celular, horarios, etcétera.

Evaluación inicial de conocimientos

- Motivar a las y los participantes a interesarse en el tema, rescatar sus conocimientos y, al mismo tiempo, establecer una idea general sobre su nivel de conocimiento; se pueden realizar preguntas exploratorias referentes al tema a tratarse.

Durante las sesiones

- Iniciar compartiendo con las y los participantes los objetivos de aprendizaje de la sesión, éstos pueden ser escritos de manera resumida sobre un papelote o tarjetas, así se tiene claro hacia dónde se va a llegar. Durante la capacitación asegurarse de que todas las personas que participan se involucren en el proceso de aprendizaje.
- Propiciar el trabajo en grupos, es mejor que los grupos no sean muy grandes, de entre 4 y 6 personas.
- Procurar que los grupos cambien de integrantes, para dar a la gente la oportunidad de conocerse.
- Explicar las actividades con claridad y prestar atención a las necesidades de los grupos.
- Dar explicaciones generales y promover un ambiente de confianza para que quienes participan se sientan en libertad de preguntar, de plantear ideas y opiniones.
- Si bien en las fichas técnicas hay una importante explicación sobre los temas de los módulos, quien facilita las sesiones deberá “traducir” esa información a las y los agricultores, utilizando términos y palabras comunes, para que los temas que se abordan sean más entendibles. Es importante cerciorarse de que los términos se entiendan y de que la comunicación fluya.
- Pedir a los y las participantes que tomen nota de todo el proceso y que, si les es posible, tomen fotos de los procesos principales de la práctica. Si quien facilita ve necesario, entregar a los y las participantes una copia con la lista de materiales y el procedimiento de las prácticas de campo.

Cada sesión contiene la siguiente estructura

1. **Tema.** Descripción de la temática a abordarse con las y los participantes.
2. **Objetivo de aprendizaje.** Lo que se quiere lograr con la práctica, lo que se espera que quienes participen estén en capacidad de realizar al término de la práctica.
3. **Tiempo.** Duración aproximada de la práctica.
4. **Materiales.** Lista de materiales requeridos para emplearse en la práctica.
5. **Procedimiento.** Conjunto de instrucciones sistemáticas para que quien facilita guíe el proceso de aprendizaje.
6. **Notas técnicas.** Información técnica a ser estudiada por la persona que facilita.

3. Actividades finales

Síntesis

- Para reforzar los objetivos de aprendizaje, al final de la sesión, el o la facilitadora hará una síntesis de los temas tratados en la capacitación.
- También se puede hacer una actividad de cierre, pidiendo a quienes participan, que digan las ideas fuerza trabajadas durante la sesión.

Evaluación final de conocimientos

- Para evaluar si los objetivos de aprendizaje se cumplieron, se recomienda pedir a varios participantes, seleccionados al azar, que realicen algunas actividades referentes a las prácticas desarrolladas.

Retroalimentación

- Preguntar el criterio de las y los participantes respecto de las prácticas abordadas, así como de la logística del evento.

Estos son los módulos y las sesiones previstas:

Módulo 1. Elaboración de abonos orgánicos

Sesión 1. Elaboremos compost

Sesión 2. Elaboremos bocashi

Sesión 3. Elaboremos humus de lombriz

Sesión 4. Elaboremos biol

Sesión 5. Elaboremos té de estiércol

Sesión 6. Elaboremos abono de frutas

Sesión 7. Elaboremos humus líquido de lombriz

Módulo 2. Elaboración de bioinsecticidas

Sesión 1. Bioinsecticida M5

Sesión 2. Bioinsecticida APICHI

Módulo 3. Elaboración de biofungicidas

Sesión 1. Biofermento de fósforo

Sesión 2. Caldo bordelés

Sesión 3. Caldo sulfocálcico

Sesión 4. Caldo visosa

Módulo 4. Elaboración de biofertilizantes

Sesión 1. Elaboremos el biofertilizante para engrose de frutos.

Sesión 2. Elaboremos fosfitos orgánicos con harina de huesos.

Sesión 3. Elaboremos el biofertilizante a base de microorganismos benéficos enriquecidos con minerales.

Sesión 4. Elaboremos el biofertilizante supermagro enriquecido con minerales.

Sesión 5. Elaboremos humato de potasio

Sesión 6. Elaboremos biocarbón inoculado con microorganismos benéficos para las plantas

Sesión 7. Elaboremos el biofertilizante a base de calabaza

Módulo 5. Elaboración de adherentes

Sesión 1. Adherente a base de tuna

Sesión 2. Adherente a base de sábila

MÓDULO

1

Elaboración de abonos orgánicos



Introducción

Uno de los problemas ambientales de la producción agrícola son los residuos orgánicos que se generan (restos de poda, de cosecha, de poscosecha, estiércol, pasto, fruta caída, residuos de cocina, entre otros). Debido al desconocimiento, a la falta de un espacio adecuado o de tiempo, las prácticas habituales con estos residuos son la quema, el enterramiento o el abandono del material a la intemperie hasta su pudrición (Román, Matínez, y Pantoja, 2013).

En este módulo se aprenderá a utilizar residuos orgánicos y materiales de la zona para elaborar diferentes abonos. Se transformarán los residuos en un material homogéneo y asimilable por las plantas, gracias a las condiciones de temperatura y humedad controladas. Los productos se emplean para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes de una manera segura.

Ventajas climáticas

El reciclaje de los residuos orgánicos generados en el proceso productivo agropecuario convierte los residuos en insumos que pueden regresar al suelo aportándole nutrientes y microorganismos benéficos.

Resiliencia/ Adaptación: el uso de insumos provenientes de los residuos favorece las condiciones para la vida microbiana y mejora las estructuras fisicoquímicas de los suelos en los que se aplican; aportan elementos como la materia orgánica, oligoelementos, nutrientes, entre otros, fundamentales para recuperar, mantener e incrementa la fertilidad de los suelos reduciendo de esta manera el riesgo de erosión y la desertificación. Además, al incrementar el contenido de materia orgánica, a su vez incrementa la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, mejorando la resistencia de cultivos a la sequía. Por cada 1 % de incremento de materia orgánica, el suelo almacena hasta 1,5 litros de agua por metro cuadrado (Nicholls y Altieri, 2018).

Mitigación: el incremento de materia orgánica en el suelo promueve la absorción de carbono (Román, Matínez, y Pantoja, 2013). Además, el uso de los residuos agrícolas reduce los gases de efecto invernadero producidos por la mala gestión del estiércol (CH_4) y los residuos de la cosecha (CH_4 y NO_2) (FAO, 2015).

Estructura del módulo

Sesión 1. Elaboremos compost

Sesión 2. Elaboremos bocashi

Sesión 3. Elaboremos humus de lombriz

Sesión 4. Elaboremos biol

Sesión 5. Elaboremos té de estiércol

Sesión 6. Elaboremos abono de frutas

Sesión 7. Elaboremos humus líquido de lombriz

Sesión 1: Elaboremos compost

El compost es un abono orgánico que sirve para mejorar la tierra y para alimentar las plantas. Para realizar el compost se deben aprovechar los residuos vegetales del jardín y del hogar. Por cada 100 kg de restos orgánicos se obtienen 30 kg de abono (Mosquera, 2010).

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesitan para elaborar el compost.
- Elaborar el compost con los materiales disponibles.
- Conocer las cantidades de compost recomendadas para la nutrición de los cultivos.

Tiempo:

- Tres horas.

Materiales:

Para producir 10 sacos de compost se necesita:

Fuente animal

- 120 kg de estiércol, puede ser de vaca, oveja, conejo o cuy.

Fuente vegetal

- 160 kg de leguminosas tiernas por ejemplo alfalfa, trébol, haba, chocho.
- 120 kg de desechos de hortalizas.
- 200 kg de gramíneas puede ser caña de maíz, tamo de trigo o cebada u otros.
- 20 kg de cal o ceniza de madera (fuente de micronutrientes).

Otros materiales:

- 50 litros de solución de microorganismos comerciales descomponedores de materia orgánica.
- Palos de 10 cm de diámetro y 1,5 de alto.
- Machete.
- Palas.
- Regadera.
- Paja o sacos de yute (o realizar un cobertizo con materiales de la zona) o reutilizar plástico que esté disponible en el lugar.

Opcional:

- Un termómetro de alcohol de hasta 100 °C (el de mercurio se puede romper).
- Tira indicadora de pH para tener más información sobre el estado del compost.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el compost:

1. Dar una explicación general de la práctica que se va a realizar y organizar una dinámica para armar grupos de trabajo.
2. Grupos de trabajo de 4 o 5 integrantes que serán los responsables de los materiales y la elaboración del compost.
3. Seleccionar el sitio donde se va a realizar la compostera. Este sitio debe estar cerca del lugar donde se encuentran los residuos, cerca de una fuente de agua y con espacio suficiente para voltear el material.

4. Aplanar y apisonar el suelo, dando una ligera inclinación para que no se empoce el agua.
5. Con un machete, se pican los desechos a compostar lo más fino posible, para aumentar la exposición de los materiales y acelerar la descomposición.
6. Mezclar todos los desechos a compostar.
7. Humedecer la mezcla con los microorganismos comerciales descomponedores, utilizando una regadera.
8. Con los materiales antes preparados construir un montón de forma triangular, se recomienda 2 m de ancho por 1 m de alto y el largo dependerá del material disponible.
9. Colocar palos de 10 cm de diámetro y de 1,5 m de alto, uno a cada metro a lo largo y en el medio del montón a lo ancho, los que servirán para que circule el aire en el proceso de compostaje.
10. Cubrir el montón con paja, sacos de yute o realizar previamente un cobertizo con materiales de la zona, para conservar la humedad y la temperatura y protegerlo del sol y exceso de agua en época lluviosa. En áreas muy lluviosas o de clima frío, la pila se debe tapar con un plástico para favorecer la subida de temperatura y evitar el encharcamiento de agua.
11. Recordar a las y los participantes que al día siguiente de elaborada la compostera hay que sacar los palos para que circule el aire por los orificios que se han formado en el centro, luego hay que volver a colocar los palos.
12. Durante la elaboración del compost, a la tercera semana, controlar la humedad mediante el **método del puño**, que consiste en tomar con la mano una cantidad de la mezcla y apretarla. No deben salir gotas de agua de los dedos, pero sí formar un terrón compacto en la mano; cuando existe exceso de humedad, hay que voltear el montón.
13. A la tercera semana, también, controlar la temperatura con la ayuda de un termómetro, de no disponer de este, utilizar un machete (como se aclara en las notas técnicas). Si la temperatura ha subido (65 °C), voltear el montón para su aireación y añadir agua si es necesario.

14. Además, se debe medir el pH, si el compost está húmedo, pero no encharcado, se inserta una tira indicadora de pH en el compost, se deja reposar durante unos minutos y se lee el pH (ideal de 4,5 a 8,5) mediante la comparación del color.
15. Realizar volteos al montón cada 15 días para garantizar la aireación.
16. Al cabo de tres meses se obtendrá el compost, que debe tener una coloración negra, olor a tierra fresca y estar frío debido a la falta de actividad microbiana.
17. Cuando se termine el proceso de compostaje, tamizar el material con el fin de eliminar los elementos gruesos y otros contaminantes (metales, vidrios, cerámicas, piedras) utilizando zarandas (malla para cernir arena) con malla de alambre de 1 cm x 1 cm.
18. El material grueso que no pase a través de la malla de tamiz o material lignocelulósico (maderas) debe volver a una nueva pila de compostaje.
19. Almacenar el compost en sacos limpios, protegido del sol, lluvia y viento.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

El compost

El compost es un abono orgánico que sirve para mejorar la tierra y para alimentar las plantas. Para hacer compost se pueden aprovechar los residuos vegetales del jardín y del hogar. Por cada 100 kg de restos orgánicos se obtienen 30 kg de abono (Mosquera, 2010).

El compostaje es la suma de procesos metabólicos realizados por diferentes microorganismos. Estos microorganismos actúan sobre la materia orgánica en condiciones controladas, descomponiéndola en forma rápida que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes, para producir su propia biomasa. En este proceso, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost, y sirve como abono para los cultivos (Román, Matínez, y Pantoja, 2013) (Restrepo, Gómez, y Escobar, 2014).

El proceso de compost es una descomposición predominantemente aeróbica y se puede dividir en tres fases. La fase inicial de descomposición de los materiales más lábiles, tales como azúcares, proteínas y almidones. La segunda fase de temperaturas más altas, permite que se degraden los materiales más recalcitrantes como celulosa y la lignina. Por último se da la fase tercera de síntesis, donde se forman las sustancias húmicas (Restrepo *et al.*, 2014).

Factores a tener en cuenta para elaboración del compost

Tabla 1. Factores a tener en cuenta para la elaboración del compost

Factor	Rango ideal	Problema	Solución
Humedad	45 % - 60 % de agua en peso de material base	<45 % Humedad insuficiente	Proporcionar agua o añadir material fresco (restos de fruta y verduras, césped, purines entre otros)
		>60 % Oxígeno insuficiente	Voltear la mezcla y/o colocar material con bajo contenido de humedad y con alto en carbono (paja u hojas secas)
Temperatura	Inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65 °C, para llegar nuevamente temperatura ambiente	<35 °C Humedad insuficiente	Humedecer el material o añadir material fresco (restos de fruta y verduras entre otros)
		Material insuficiente o forma de la pila inadecuada	Añadir más material al montón
		Déficit de nitrógeno	Colocar material con alto contenido en nitrógeno (estiércol).
		> 70 °C Ventilación y humedad insuficiente	Voltear y verificar humedad (55-60 %). Añadir material con alto contenido de carbono (madera o pasto)
Aireación	De oxígeno es de 5 % - 15 %	<5 % Baja aireación	Voltear la mezcla y/o añadir material estructurante que permita la aireación
		>15 % Exceso de aireación	Picado del material. Regular la humedad (poner agua o añadir material fresco restos de fruta y verduras, césped, purines entre otros)
pH	Es de 4.5 a 8.5	<4,5 % Exceso de ácidos orgánicos	Adicionar material rico en nitrógeno
		>8,5 % Exceso de nitrógeno	Añadir material seco y con mayor contenido de carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)
Tamaño de la partícula	Es de 5 a 30 cm	>30 cm Exceso de aireación	Picar el material hasta conseguir un tamaño de 10 a 20 cm
		< 5 cm Compactación	Voltear para homogenizar y/o añadir material de tamaño mayor

Fuente: Román, et al., 2013.

Elaborado por: Diego Peñaherrera

Humedad: Una manera sencilla de saber que el montón está en el rango de humedad adecuado, es utilizando el **método del puño**, que consiste en coger con la mano un puñado de material y apretarlo;

- Si este permanece compacto en la mano significa que la humedad es adecuada.
- Si se desmenuza, significa que está demasiado seco, hay que regar de inmediato.
- Si se desprenden gotas de agua, está demasiado húmedo, hay que voltear el montón (Yugsi, 2012).

Temperatura: El control de la temperatura se realiza introduciendo un machete en el centro del montón por 2 o 3 minutos;

- Si el machete sale caliente indica que la temperatura está bien.
- Si sale frío indica que se debe aumentar la temperatura cubriendo el montón con un plástico.
- Si el machete sale extremadamente caliente al punto de que no permite mantener la mano sobre él, significa que la temperatura está por los 70 °C, por lo que hay que voltear el montón (Yugsi, 2012).

Aireación: El compostaje es un proceso aeróbico y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos. Su concentración depende de las materias primas, la textura, la humedad y frecuencia de aireación y del número de volteos de los materiales (Román, *et al.*, 2013).

En condiciones normales en la Sierra se realiza el volteo del montón cada 30 días, aproximadamente, para airear y evitar pudriciones (Yugsi, 2011).

pH: El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (Román, *et al.*, 2013).

Tamaño de la partícula: La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato (Román, *et al.*, 2013).

Dónde construir la compostera

En un lugar que permita el movimiento del abono orgánico para lograr su madurez. Puede ser bajo techo o en suelo, un área protegida de vientos fuertes, a prudente distancia de nacimientos de agua (más de 50 m) para evitar contaminaciones y poca pendiente (< 4 %) para evitar problemas de lixiviados y erosión, pero siempre cubierto con plástico, sacos y hojas (Comitato Internazionale per lo Sviluppo dei Popoli (CISP), 2008; Román, et al., 2013).

Material compostable

Según Román, et al., (2013), la gran mayoría de los materiales orgánicos son compostables. En la siguiente lista se hace una extensa relación de materiales que se pueden compostar:

- Restos de cosecha, plantas del huerto o jardín. Ramas trituradas o troceadas procedentes de podas, hojas caídas de árboles y arbustos.
- Heno y hierba segada, césped o pasto (es preferible usarlo en capas finas y previamente desecado).
- Estiércol de porcino, vacuno, caprino y ovino, y sus camas de corral.
- Restos orgánicos de cocina en general (frutas y hortalizas). Alimentos estropeados o caducados. Cáscaras de huevo (preferiblemente trituradas). Restos de café, té e infusiones. Cáscaras de frutos secos. Cáscaras de naranja, cítricos o piña (pocas y troceadas). Papas estropeadas, podridas o germinadas.
- Virutas de aserrín (en capas finas).
- Servilletas, pañuelos de papel, papel y cartón (no impresos ni coloreados, ni mezclados con plástico).
- Cortes de pelo (no teñido), residuos de esquilado de animales.

Según Mosquera (2010), los materiales que se puede poner en la compostera son paja, malas hierbas sólo si son anuales y no llevan semillas, porque las perennes que tienen estolones o bulbillos, rizomas, puede mantener su viabilidad y brotar; además de cenizas, verduras, yogures caducados y tapones de corcho.

Lo que no se debe utilizar

Román *et al.* (2013) manifiestan que no se deben incluir materiales inertes, tóxicos o nocivos tales como:

- Residuos químicos-sintéticos, pegamentos, solventes, gasolina, petróleo, aceite de vehículos, pinturas.
- Materiales no degradables (latas, vidrio, piedras, metales, plásticos).
- Aglomerados o contrachapados de madera (ni sus virutas o serrín).
- Tabaco, ya que contiene un biocida potente como es la nicotina y diversos tóxicos.
- Detergentes, productos clorados, antibióticos, residuos de medicamentos.
- Animales muertos (estos deben ser incinerados en condiciones especiales, o pueden ser compostados en pilas especiales).
- Restos de alimentos cocinados, carne.

Según CISP (2008), los alimentos grasosos como aceite de freír o mantecas no se deben utilizar, sin embargo, Román (2013) señala que se puede utilizar aceites y grasas comestibles muy esparcidas y en pequeñas cantidades.

De acuerdo a CISP (2008) no se debe utilizar:

- Malezas con semillas.
- Excrementos humanos y de animales domésticos porque tienen patógenos.

No se deben usar plantas tóxicas (como hojas de eucaliptos, hojas de nogal y nueces) que impiden el crecimiento de otras plantas (AGRUPAR, 2020).

Los materiales que no se debe colocar en la compostera son huesos y pescado; debido a que produce malos olores; plantas y frutos enfermos o gran cantidad de vegetales podridos por los olores y el grado de putrefacción; ceniza y aserrín de madera tratada o aglomerados, colas y barnices por ser tóxico (Mosquera, 2010).

Comprobación de que ha finalizado el compostaje (en fase de maduración)

Para comprobar que el compost ha entrado en fase de maduración, el material, aún húmedo no aumenta de temperatura nuevamente a pesar de que se realice el volteo. Sin embargo, existen también otras pruebas que se realizan para comprobar esta fase:

Se deben tomar varias muestras (mínimo 3) representativas del tamaño de la pila para analizar el aspecto y olor del material compostado. Debe estar oscuro, con olor a suelo húmedo y cuando se realiza la prueba del puño, no debe mostrar exceso de humedad. Se puede dividir el montón en 4 partes iguales y tomar de cada cuarto 3 muestras de 100 gramos de material compostado, introducir las en bolsas plásticas y dejarlas por dos días en un lugar fresco y seco. Si al cabo de este tiempo, la bolsa aparece hinchada (llena de aire) y con condensación de humedad puede ser indicativo de que el proceso aún no ha finalizado (el compost esta inmaduro).

Otra técnica es la de introducir un machete o instrumento metálico de 50 cm hacia el centro la pila. Si al cabo de 10 minutos al retirar el machete se siente caliente (no se puede tocar porque quema), quiere decir que el material aún está en proceso de descomposición. En estos casos, se debe dejar la pila para que continúe el proceso de compostaje (Román, *et al.*, 2013).

No se reconocerá nada de lo depositado hace unos meses, excepto los trozos de ramas, los cuales se separan con el tamiz o con las manos y se vuelven a introducir al compostador para que continúe su proceso y sirva de estructurante (Mosquera, 2010).

Forma de aplicar el compost y recomendaciones de uso

Se puede dejar 5 cm de compost sobre la superficie a modo de acolchado o si no, incorporarlo al suelo (Mosquera, 2010).

Otro autor señala que hay varias formas de aplicar el compost:

Tabla 2. Formas de aplicar el compost

Cultivo	Forma de aplicar	Frecuencia de aplicación
Cereales (trigo, cebada, avena) y pastos	Aplicar al voleo	A la siembra
Papa, maíz, haba, quinua, melloco, oca, entre otros cultivos de escarda	Aplicar a chorro continuo al fondo del surco y cubrir con una capa delgada de suelo y sembrar	A la siembra y al medio aporque

Fuente: Yugsi, 2011

Elaborado por: Diego Peñaherrera

Aplicar un kilogramo de compost por metro cuadrado de suelo (10 t/ha).

Se puede ajustar la dosis según requerimiento del cultivo, las características químicas del suelo, la calidad y disponibilidad del abono orgánico.

Según CISP (2008), el compost se puede aplicar en todo tipo de cultivos, sustratos, semilleros; al momento del trasplante o en cultivos en crecimiento tal como se menciona a continuación:

Tabla 3. Formas de aplicar el compost

	Cultivo	Forma de aplicar
Elaboración de sustratos	Semilleros y macetas	Proporción de (1:1:1) compost, arena o cascajo y tierra agrícola seleccionada; o también un kilo de compost por metro cuadrado de suelo destinado para semilleros
Trasplante	Hortalizas a raíz desnuda o en pilón,	Colocar el compost de 1 a 2 kg/m ² de manera directa en el hoyo donde se va a colocar la plántula y al momento del aporque
Trasplante	Frutales	2 a 5 kg/planta en el fondo del hoyo y en corona en aplicaciones posteriores
Cultivos extensivos	7-10 T/ ha	

Fuente: CISP, 2008, Román, *et al.*, 2013

Elaborado por: Diego Peñaherrera

Notas para recordar

Los excesivos volteos y riegos del compost producen pérdidas de nutrientes por volatilización y lixiviación, respectivamente (Yugsi, 2011).

Es importante mantener a la compostera húmeda y tapada para activar la descomposición de los materiales y evitar el lavado de los elementos nutritivos que se van generando con la fermentación del material orgánico (CISP, 2008).

Si la compostera despide olores fuertes (olor a amoníaco), quiere decir que hay exceso de materia verde, pérdida de nitrógeno y acidificación, esto se puede contrarrestar volteando el montón y aplicando cal o ceniza (0,5 kg/m²) (Yugsi, 2011).

El compost bien procesado presenta una coloración negruzca y un olor agradable a tierra fresca (Yugsi, 2011).

Se debe tener en cuenta que, durante el proceso de compostaje, el montón puede disminuir hasta un 50 % en volumen debido a la compactación y a la pérdida de carbono en forma de CO₂ (Román, *et al.*, 2013).

Para la elaboración del compost cada lugar utiliza sus propios materiales de acuerdo a la disponibilidad de la zona (CISP, 2008).

Se puede realizar en sistemas cerrados o en recipientes como bidones plásticos de 220 litros, de ladrillos, de madera o de malla metálica (Román 2013).

Si no usa el compost de inmediato, puede guardarlo en bolsas o sacos cerrados en forma hermética. Si al apretarlo desprende líquido, no lo almacene en bolsas, debido a que podría pudrirse (Mosquera, 2010).

No existen frecuencias preestablecidas para airear y regar, por lo que se recomienda revisiones frecuentes de humedad y temperatura.

Las condiciones ideales para la reproducción y acción eficiente de los microorganismos se dan cuando el material se mantiene caliente, húmedo y aireado.

Otra forma de hacer compost es colocar los materiales en forma alternada por capas, y en cada capa regar con la solución de microorganismos descomponedores (Yugsi, 2011).



Figura 1. Elaboración de compost

Sesión 2: Elaboremos bocashi

Es un biofertilizante de origen japonés, del que deriva su nombre "bo-ca-shi", que significa 'fermentación'.

Se trata de un abono orgánico fermentado parcialmente, estable, económico y de fácil preparación. Este abono es producto de un proceso de degradación anaeróbica o aeróbica de materiales de origen animal y vegetal. Su proceso de elaboración es más acelerado que el compostaje, permitiendo obtener el producto final de forma más rápida (Arias, 2001).

Contribuye a la conservación del suelo, existe mayor captación de agua de lluvia, disminuye el calor ambiental y se protege la biodiversidad, con lo que se colabora en la protección del medio ambiente (Mosquera, 2010 y FAO et al., 2011).

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesitan para elaborar el bocashi.
- Elaborar el bocashi con los materiales disponibles.
- Conocer las cantidades de bocashi recomendadas para la nutrición de los cultivos.

Tiempo:

- Tres horas.

Materiales:

Para producir 10 sacos de bocashi se necesita:

- 160 kg de gallinaza seca (o estiércol de especies mayores y menores).
- 80 kg de cascarilla de arroz, de quinua o tamo de cereales (bien picados).
- 120 kg de tierra fértil del lugar.

- 30 kg de carbón molido o ceniza.
- 6 kg de humus o compost.
- 2 kg de cal o ceniza vegetal.
- 1 litro de melaza o miel de panela.
- 120 g de levadura en 100 litros de agua, se puede utilizar leche cortada, yogurt descompuesto, o 1 o 2 galones de suero de leche sin cocer.
- 50 litros de solución de microorganismos comerciales descomponedores de materia orgánica.

Otros materiales:

- Tanque de 200 l.
- Palas.
- Machete.
- Regadera.
- Plástico negro (el tamaño dependerá de la cantidad de abono a realizar) o costales.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el bocashi:

1. Pedir a los participantes que formen grupos de trabajo de 4 o 5 integrantes que serán los responsables de los materiales y la elaboración del bocashi.
2. Seleccionar el sitio donde se va a realizar el bocashi, debe ser un lugar bajo techo y de tierra firme o de cemento.

3. Mezclar en el tanque de 200 l la melaza, la levadura y el agua.
4. Colocar los materiales en capas tipo pastel, sin ningún orden.
5. Con la ayuda de una regadera, humedecer la mezcla con los microorganismos comerciales descomponedores y el preparado del paso 3.
6. Mezclar bien todos los materiales para obtener una mezcla homogénea.
7. Mantener la humedad entre 60-65 %
8. Extender la mezcla en la superficie destinada a la elaboración del abono.
9. La mezcla no debe sobrepasar los 50 cm de altura para facilitar la acción del aire.
10. Cubrir herméticamente la mezcla con el plástico negro o costales durante los tres primeros días.
11. Con el termómetro medir la temperatura del abono, a partir del cuarto día de su fabricación. No es recomendable que la temperatura sobrepase los 50 °C.
12. Indicar a las y los participantes el proceso posterior a la preparación. A partir del cuarto día, comenzar la mezcla del abono una vez en la mañana y otra en la tarde, hasta la finalización del proceso.
13. Todo esto permite dar aireación y enfriamiento hasta lograr la estabilidad de la temperatura que se logra el quinto y el octavo día. Después se recomienda mezclar una vez al día.
14. El abono logra su maduración cuando su temperatura es igual a la temperatura ambiente, su color es gris claro, queda seco con un aspecto de polvo arenoso y consistencia suelta.
15. Almacenar el bocashi en sacos limpios, bajo techo y en un lugar fresco.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Abono orgánico fermentado bocashi

Es un biofertilizante de origen japonés, del que deriva su nombre "bo-ca-shi", que significa 'fermentación'. En la antigüedad los japoneses utilizaban sus propios excrementos para elaborarlo y abonar sus arrozales.

Se trata de un abono orgánico fermentado parcialmente, estable, económico y de fácil preparación. Este abono es producto de un proceso de degradación anaeróbica o aeróbica de materiales de origen animal y vegetal. Su proceso de elaboración es más acelerado que el compostaje, permitiendo obtener el producto final de forma más rápida (Arias, 2001).

En el proceso de elaboración del bocashi hay dos etapas bien definidas:

- La primera etapa es la fermentación de los componentes del abono cuando la temperatura puede alcanzar hasta 70-75 °C por el incremento de la actividad microbiana.
- La segunda etapa se da cuando la temperatura del abono empieza a bajar por agotamiento o disminución de la fuente energética, y pasa a un proceso de estabilización (Mosquera, 2010).

El principal uso que se le da al bocashi es para el mejoramiento del suelo porque aumenta la diversidad microbiana y la cantidad de materia orgánica (Shintani *et al.*, 2000).

Factores a tener en cuenta para elaborar el bocashi

Según Mosquera (2010), varios son los factores necesarios para que la elaboración de bocashi tenga el éxito esperado y son:

• Humedad

Determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiana. Tanto el exceso de humedad como su ausencia son perjudiciales para la obtención final de un abono de calidad.

• Temperatura

Está en función del incremento de la actividad microbiana del abono que comienza con la mezcla de los componentes.

• **Aireación**

La presencia del oxígeno dentro de la mezcla es necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Si, en caso de exceso de humedad, los microporos presentan un estado anaeróbico, se perjudica la aireación.

• **pH**

Los valores extremos inhiben la actividad microbológica; sin embargo, al inicio de la fermentación el pH es bastante bajo, pero gradualmente se va autocorrigiendo con la maduración del abono (FAO, AECID, CENTA y MAG El Salvador, 2011).

• **Tamaño de la partícula**

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono es favorable para aumentar la superficie de la descomposición microbológica. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas puede llevar a una compactación, lo que favorecerá al desarrollo de un proceso anaeróbico. Cuando la mezcla tiene demasiadas partículas pequeñas se puede agregar a la mezcla paja o carbón vegetal.

Tabla 4. Factores a tener en cuenta para la elaboración del bocashi

Factor	Rango ideal
Humedad	50-60 % en peso
Temperatura	Después de 14 horas temperaturas que pueden superar los 50 °C
Aireación	5 a 10 % de oxígeno en los macro poros de la masa
pH	El pH debe oscilar entre 6 y 7,5

Fuente: FAO *et al.*, 2011.

Elaborado por: Diego Peñaherrera

Dónde preparar el abono

Los abonos orgánicos deben prepararse en un sitio protegido de lluvias, sol y viento debido a que estos factores interfieren en forma negativa en el proceso de fermentación. El lugar ideal es bajo techo, con piso de ladrillo o revestido con cemento, o por lo menos sobre piso de tierra bien firme, lo que facilita el volteo de los materiales, de modo que se evite la pérdida o acumulación indeseada de humedad, todo esto ayuda a producir abono de mejor calidad (Mosquera, 2010) (FAO *et al.*, 2011).

Comprobación que ha finalizado la fabricación del bocashi

Algunos agricultores invierten en la fabricación del abono orgánico 12 a 24 días. Comúnmente en lugares fríos el proceso dura más tiempo que en lugares cálidos. El tiempo requerido depende del incremento de la actividad microbiológica en el abono, que comienza con la mezcla de los componentes.

El abono logra su maduración cuando la temperatura es igual a la del ambiente, su color es gris claro, seco, con un aspecto de polvo arenoso y de consistencia suelta (Mosquera, 2010).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso del bocashi

A continuación, están las dosis y la frecuencia de aplicación de bocashi:

Tabla 5. Dosis y frecuencia de aplicación del bocashi

Cultivo	Dosis	Frecuencia de aplicación
Anuales (ciclo de vida es menor o igual a un año)	1,81 kg/m ²	Quince días antes de la siembra
	2 lb/m ²	Una segunda aplicación, entre 15 y 25 días después de la emergencia del cultivo
Terrenos donde nunca se ha aplicado bocashi	0,91/m ²	
Frutales	0,45 kg	A la siembra y tres aplicaciones de 1 libra por año, durante el período de crecimiento
Árboles productivos	0,91 kg	Tres veces por año
Hortalizas	1,81 kg/m ²	Una sola aplicación, 15 días antes de la siembra o en el trasplante. Estimula el rápido crecimiento del sistema radical hacia los lados

Fuente: FAO *et al.*, 2011.

Elaborado por: Diego Peñaherrera

Mosquera (2010), afirma que el bocashi se puede aplicar de la siguiente manera:

En el **trasplante** se aplica en la base del hoyo, en donde se coloca la planta a trasplantarse, el abono se cubre con un poco de suelo para que el trasplante no entre en contacto directo con el abono, debido a que podría quemarlo y no dejarlo desarrollar en forma normal.

En forma líquida, para tener buenos resultados en corto tiempo. Para su preparación se mezclan 20 libras de abono orgánico fermentado con 20 libras de gallinaza dentro de un saco en 100 litros de agua; se agregan 2 litros de leche y 2 litros de melaza y se fermenta por 5 días. La solución sirve para el crecimiento de las plantas, en dosis de 0,5 a 1,0 litro por bomba de mochila de 4 galones de agua.

Bocashi curtido

Es el bocashi que ha quedado guardado después de su fabricación entre 2 y 3 meses. Se lo utiliza mezclado con tierra cernida y carbón pulverizado para preparar los **almácigos** de hortalizas. Tiene la ventaja de no quemar las plántulas, que es el riesgo que se corre cuando se utiliza bocashi fresco (Yugsi, 2011).

Según el Gobierno de Pichincha (2019) se recomienda usar bocashi curtido de la siguiente forma:

Tabla 6. Porcentaje de mezcla de tierra cernida con bocashi curtido para utilizar en la producción de hortalizas y frutales

Tierra cernida	Bocashi curtido con carbón pulverizado	Observaciones
90 %	10 %	Estas mezclas son las más comunes para producir hortalizas de hojas (lechuga, col, espinaca, acelga, entre otros)
85 %	15 %	
80 %	20 %	
70 %	30 %	Estas mezclas son las más comunes para producir frutales y hortalizas de cabeza (coliflor y brócoli)
60 %	40 %	

Fuente: (Gobierno de Pichincha, 2019)

Elaborado por: Diego Peñaherrera

Para **viveros**: bandejas para pre germinación con 80 % de tierra cernida y 20 % de bocashi (4 carretillas de tierra y 1 carretilla de bocashi), también se puede poner 5 % de cascarilla de arroz.

Embolsados de frutales 60 % de tierra cernida y 40 % de bocashi.

Ventajas del bocashi

Se recogen las ventajas del bocashi trabajadas por Mosquera, la FAO, el Gobierno de la provincia de Pichincha, Claros, Chungara y Zeballos:

- No se forman gases tóxicos, ni malos olores.
- El volumen que se produce se adapta a las necesidades.
- No causa problemas en el almacenamiento y el transporte.
- Desactivación de agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos y causantes de enfermedades.
- El producto se utiliza inmediatamente después de preparado.
- Bajo costo de producción.
- Por medio de la inoculación y reproducción de microorganismos presentes en los suelos locales y levaduras, los materiales se transforman gradualmente en nutrientes de excelente calidad disponibles para la tierra, las plantas y la propia retroalimentación de la actividad biológica.
- El producto se elabora en un período relativamente corto (dependiendo del ambiente en 12 a 24 días) (Mosquera, 2010 y FAO *et al.*, 2011).
- El bocashi contribuye a obtener mejores resultados en la cosecha.
- Recupera el suelo y mantiene por más tiempo la humedad (Gobierno de Pichincha, 2019).
- El sabor de la papa, producida con bocashi, es más dulce y harinosa además afirman que puede ser almacenada por más tiempo (Claros, Chungara y Zeballos 2010).

Notas para recordar

Las ideas centrales a considerar para elaborar y aplicar bocashi que se recogen a continuación han sido trabajadas por Mosquera (2010), la FAO (2011) y Yugsi (2011):

- La elaboración de este tipo de abono, dependerá del lugar y tipo de terreno donde va a ser empleado, de los materiales disponibles en la zona, o de lo que posee cada productor y productora. También dependerá de los cultivos que serán fertilizados; es decir, no existe una receta o fórmula fija para su elaboración. Lo importante es el entusiasmo, la creatividad y la disponibilidad de tiempo por parte de quienes lo fabriquen (FAO, *et al.*, 2011) (Mosquera, 2010).
- Se deben usar materiales altos en fibra, para poder así mantener los suelos más sueltos, lo que nos va a ayudar a obtener mejor infiltración de las aguas y del aire; con este tipo de materiales también buscamos que los abonos sean ricos en carbono y bajos en nitrógeno. Si se desea mayor cantidad de nitrógeno en el abono orgánico, se podrá colocar mayor cantidad de residuos de un cultivo de fréjol que contiene mucho nitrógeno y así, dependiendo de las necesidades del nutriente que se requiera (FAO, *et al.*, 2011) (Mosquera, 2010).
- Verificar la temperatura introduciendo un machete dentro de los materiales durante 5 minutos, al sacarlo se toca con la mano, si quema tiene demasiado calor y será necesario voltear el material de manera inmediata. Si por el contrario el machete está demasiado frío, será necesario colocar los materiales a una altura promedio de 70 centímetros, con la finalidad de aumentar la temperatura.
- Comprobar el contenido de humedad a través de la prueba del puño, que consiste en tomar con la mano una cantidad de la mezcla y apretarla. No deben salir gotas de agua de los dedos, pero sí formar un terrón quebradizo en la mano; cuando existe exceso de humedad, lo más recomendable es aumentar la cantidad de cascarilla de arroz a la mezcla.
- Utilizar una sola vez el agua en la preparación del abono.
- El abono no debe quedar en contacto directo con la raíz o el tallo de las plantas, porque puede causarle quemaduras, (debe quedar a 10 o 15 centímetros del tallo y mezclado con la tierra).

- El bocashi debe utilizarse acompañado de obras de conservación de suelos, (encamado, terrazas individuales, barreras vivas y muertas, acequias de ladera) para evitar que el agua de las lluvias arrastre el abono (FAO *et al.*, 2011).
- Es necesario, en cualquiera de las formas de aplicación, que el abono orgánico y el suelo estén húmedos, de no ser así, el abono no tendría ningún efecto inmediato (Mosquera, 2010).
- No olvidar que el bocashi requiere volteos diarios, uno en la mañana y otro en la tarde.
- Evitar que la temperatura del abono suba por encima de los 70 °C, para que no se desactive la acción microbiana.
- Entre los 12 y 15 días el bocashi ha madurado y su temperatura baja y se pone igual a la del ambiente.
- Cuando el bocashi está listo, su color es gris claro y tiene olor agradable a tierra de montaña y adquiere una consistencia a polvo arenoso (Yugsi, 2011).
- Almacenar en sacos limpios, bajo techo y en un lugar lejos de la humedad y el sol, puede almacenarse hasta 6 meses (Yugsi, 2011; FAO *et al.*, 2011).
- Se puede ajustar la dosis necesaria según los requerimientos del cultivo, las características químicas del suelo, la calidad y disponibilidad del abono orgánico (Yugsi, 2011).



Figura 2. Elaboración de bocashi

Sesión 3: Elaboremos humus de lombriz

La lombriz *Eisenia foetida* consume los residuos vegetales y estiércoles para luego excretarlos en forma de humus, abono orgánico de excelentes propiedades para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos (Mosquera, 2010).

El humus ayuda a la germinación de las semillas y al desarrollo de las plántulas. Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y enfermedades (CISP 2008).

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Identificar los ingredientes que se necesitan para elaborar el humus de lombriz.
- Elaborar el humus de lombriz con los materiales disponibles.
- Conocer las cantidades de humus de lombriz recomendadas para la nutrición de los cultivos.

Tiempo:

- Tres horas.

Materiales:

- Desechos vegetales.
- Estiércol de animales.
- Materia orgánica previamente descompuesta.
- Una libra de lombriz roja californiana por cada metro de lecho.
- Agua.
- Tamo de cebada, trigo u hojas secas.
- Cajones o lechos (pueden ser contruidos de madera, bloques o ladrillos).

Otros materiales:

- Pala de manilla.
- Regadera.
- Zarandas (malla de cernir arena).

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar humus de lombriz:

Parte 1. Selección del lugar y construcción de cajón o lecho

1. Pedir a las y los participantes que formen grupos de trabajo de 4 o 5 integrantes que serán los responsables de los materiales y la elaboración del humus.
2. Seleccionar el lugar donde se va a construir el lecho o cajón con materiales de la zona de acuerdo a sus necesidades. Más adelante, en las notas técnicas hay una explicación para la preparación del lecho o cajón de crianza.
3. Construir el lecho o cajón.

Parte 2. Inoculación de lombrices

1. Cubrir con una capa de paja de 5 cm el piso del lecho o cajón.
2. Sobre la capa de paja colocar una capa de 10 cm de materia orgánica previamente descompuesta.
3. Distribuir 1 libra de lombrices por cada m² a lo largo del lecho o cajón (Yugsi, 2012).
4. Depositar materia orgánica semidescompuesta hasta el borde del lecho o cajón. Esta actividad se debe repetir cada mes para suministrar alimento suficiente a las lombrices.
5. Regar agua cada 7 días, para mantener la humedad y la temperatura.

6. Cuando el lecho o cajón este lleno, cubrir con tamo de cebada o trigo u hojas secas para proteger a las lombrices de gallinas y pájaros.
7. Para evitar la compactación de los desechos orgánicos, se deben renovar cada mes los 15 a 20 cm de la parte superior del lecho o cajón.

Parte 3. Cosecha de humus

1. Previo a la cosecha, colocar estiércol en el centro de las camas a lo largo del cajón y tapar con residuos vegetales para que las lombrices se reubiquen en la trampa, luego de 2 días retirar la trampa con las lombrices y cosechar el abono orgánico.
2. Otra técnica es colocar sacos ralos bajo el estiércol y los residuos vegetales, después de 2 días retirar la trampa con las lombrices y cosechar el humus. Este procedimiento se puede repetir varias veces hasta lograr separar todas las lombrices
3. La primera cosecha se realiza a los 8 o 9 meses, el humus cuando está listo presenta una coloración oscura y es muy suave.
4. Con la ayuda de una pala de manilla, se recoge el material descompuesto y se deposita en una zaranda (malla de cernir arena). El material que pasa la malla es el humus.
5. Los materiales que se queden en la zaranda se depositan de nuevo en el lecho o cajón.
6. Ensacar y almacenar el humus.
7. Para comercializar el humus, se lo extiende sobre una superficie plana para eliminar el exceso de humedad y manejarlo de manera adecuada.
8. Después de la primera cosecha, depositar de nuevo desechos orgánicos previamente descompuestos y seguir los pasos anteriores.
9. Las siguientes cosechas se realizarán a los 6 meses debido al aumento de la población de lombrices.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Producción de humus

La lombricultura es el proceso mediante el cual las lombrices transforman los residuos orgánicos en abono orgánico de buena calidad. De las 8 000 especies de lombrices que existen en el mundo, la lombriz californiana, *Eisenia foetida*, fue seleccionada por Thomas Barret en 1930 en Estados Unidos, por su alta adaptación a vivir en altas densidades, por el amplio rango de desechos orgánicos de las cuales se alimenta y por su adaptación a diferentes condiciones climáticas (Bollo, 1999).

La *Eisenia foetida* es una lombriz extraordinariamente prolífera, muy vivaz, trabajadora, resistente al estrés, vive en cautiverio sin moverse de su lecho (Agroflor, s.f.). Las lombrices consumen los residuos vegetales y estiércoles para luego excretarlos en forma de humus, abono orgánico de excelentes propiedades para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos (Mosquera, 2010).

En condiciones apropiadas se puede producir lombrices durante todo el año. Las lombrices maduran sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida, depositando cada 7 a 10 días una cápsula (cocón) con un contenido promedio de 10 huevos, pudiendo llegar a 20. Los huevos después de 14 a 21 días de incubación eclosionan, originando lombrices en condiciones de moverse y nutrirse de inmediato (Agroflor, s.f.) (Mosquera, 2010).

Según Mosquera (2010) los factores que influyen en la producción de cápsulas son:

- **Especie y densidad poblacional.** Según investigaciones, la lombriz californiana ofrece un mejor resultado en cuanto a densidad poblacional. Una población de 2 500 lombrices por metro cúbico, produjo aproximadamente 27 000 cápsulas, de las cuales llegaron a eclosionar un promedio de 18 300 cápsulas con 3,12 lombrices por cápsula en el transcurso de dos meses, durante ese tiempo todo el alimento fue transformado en humus.
- **Alimentación.** La calidad del alimento influye en la producción y fecundidad de las cápsulas. El acceso constante a alimentos frescos y en cantidad suficiente incrementa el peso de la lombriz, la

producción y el tamaño de las cápsulas y la cantidad de lombrices por cápsula. Restrepo *et al.* (2014) manifiestan que es necesario dejar que el desecho orgánico se descomponga entre 5 y 7 días antes que pueda ser ingerido por las lombrices. La comida que se suministre a las lombrices debe ser materia orgánica descompuesta parcial o totalmente (CISP, 2008).

- **Humedad.** Factor que influye en reproducción y fecundidad de la lombriz. Agroflor, s.f., afirma que cuando no se tienen instrumentos para medir la humedad, un buen método es apretar un puñado de alimento y si caen algunas gotas de agua indica que la humedad es buena.
- **Temperatura.** Influye directamente en el comportamiento de las lombrices en cuanto a producción y fecundación.
- **Aireación.** Las lombrices requieren oxígeno. Este gas es lo que determina la profundidad hasta donde puede penetrar la lombriz en el sustrato, por lo que se debe evitar que el alimento se compacte y dificulte la oxigenación (Restrepo *et al.*, 2014) (Agroflor, s.f.).
- **pH.** Soportan pH ente 5,5 – 7,5 (Restrepo *et al.*, 2014).

Tabla 7. Factores a tener en cuenta en los lechos

Factor	Rango ideal	
Humedad	75 %	>85 % no trabajan ni se reproducen
		<70 % desfavorable para la lombriz
Temperatura	20 °C	<15 °C la lombriz deja de reproducirse y muchas de las crías se mueren
		>35 °C las lombrices huyen o mueren
Aireación	>8 %	
pH	6,5 -7,5	

Fuente: Mosquera, 2010; Restrepo, 2014

Elaborado por: Diego Peñaherrera

Preparación de los lechos o cajones de crianza

Mosquera (2010) afirma que para las lombrices el hábitat adecuado es la cama (lecho o cajón), en la cama las lombrices encuentran todos los requerimientos básicos y no se escapan. El material a emplearse para su construcción puede ser troncos de madera, caña de bambú, ladrillos o cualquier otro material no oxidable. La orientación de las camas debe permitir la salida del exceso de agua, por lo que se debe dejar una pendiente del 5 % con el fin de evitar encharcamiento y poder recoger los residuos líquidos del proceso (Restrepo *et al.*, 2014), además Agroflor, s.f., recomienda que las camas deben estar ubicadas debajo o cerca de un árbol o un lugar sombreado.

El tamaño de los cajones dependerá de la cantidad de alimento (materia orgánica) del que se disponga para las lombrices; sin embargo, se aconseja construir cajones de 1 m de ancho por 0,50 m de alto; el largo dependerá de la disponibilidad de alimento. Cajones o lechos de 2,5 a 3 m de largo por 0,80 m a 1 m de ancho y de 0,40 a 0,50 m de altura, producirán 25 qq de humus cada seis meses (Yugsi, 2011).

Preparación del alimento

Las lombrices de tierra consumen desechos orgánicos de origen vegetal y animal que previamente se preparan con fermentación aeróbica. Esta fermentación es el resultado de la actividad de una serie de microorganismos de diferentes grupos. El tiempo que dure la fermentación dependerá de factores como la temperatura, humedad, disponibilidad de oxígeno, pH y la disponibilidad de nutrientes dada la composición química de los residuos orgánicos utilizados.

- El alimento se prepara en montones y consiste en varias capas alternas de paja y estiércol. Primero se distribuye una capa de paja u otro residuo vegetal, con 5 a 10 cm de grosor, sobre ésta se aplica una capa de estiércol de 5 a 20 cm y así, sucesivamente, hasta que la pila alcance una altura de 80 a 120 cm. Sobre cada capa de estiércol se riega suficiente agua para mojar la capa inferior de la paja. Es necesario regar hasta que todo el sustrato quede húmedo. El montón se deja reposar por 2 o 3 días, luego se debe airear el montón, volteándolo y rociándolo con agua cada vez que la temperatura sube hasta los 35 o 40 °C.

- El alimento está listo cuando la temperatura del montón se haya estabilizado, el pH esté en las cercanías a la neutralidad y cuando la humedad esté entre el 70 y 80 %. Estos requisitos se cumplen cuando el alimento se descompone o fermenta, lo que se produce entre 3 y 6 meses. Cuando el alimento está listo, el hedor típico del estiércol desaparece. Para verificar si la fermentación del alimento está terminada, se hace la prueba de 50 lombrices. Para hacer la prueba se construye una caja de madera de 30 cm x 30 cm x 15 cm, se coloca una capa de alimento de 8 a 10 cm. Luego se riega la caja hasta que todo el conjunto esté húmedo, se colocan las 50 lombrices adultas sobre el alimento. Después de 24 horas se determina la supervivencia, si falta una sola lombriz, el alimento no reúne las condiciones óptimas y hay que hacer las correcciones (Mosquera, 2010).

¿En qué puede consistir el alimento?

El alimento puede consistir de: estiércol de animales, papel, cartón, pajas, cáscaras de semillas, pulpa de café, alimentos deteriorados, residuos orgánicos, entre otros (Mosquera, 2010).

Alimentación e inoculación de las lombrices

Al piso del lecho o cajón donde se van a criar las lombrices se lo cubre con una capa de paja de 5 cm; sobre ésta capa se deposita una capa de alimento que tenga entre 7cm y 10 cm (aproximadamente una carretilla por m²). Sobre la capa de alimento se colocan las lombrices a razón de 100 a 200 lombrices por cada m² (MAG, INIAP, 2014).

Manejo y cuidado de las lombricomposteras

El manejo consiste en proporcionar alimentos, agua y protección a las lombrices. El alimento debe suministrarse cada 15 días o una vez al mes, se debe reponer alimento nuevo cuando la ración abastecida ha sido consumida del todo por las lombrices. Cuando esto ocurre la superficie de la compostera se ve plana (Mosquera, 2010).

Para evitar la rápida evaporación de agua, se cubre la compostera con una capa de paja.

Recolección de humus

El humus es el excremento de la lombriz, es decir el alimento procesado en el intestino y excretado en forma de pequeños granos.

Para cosechar el humus hay que separar las lombrices, la manera más recomendada es dejar las lombrices sin comer por una semana, luego colocar alimento en un extremo del cajón. Al siguiente día la mayoría de las lombrices estarán comiendo en el alimento nuevo, permitiendo así sacar el humus. Las lombrices encontradas en el humus pueden servir para colonizar un nuevo lecho (Mosquera, 2010).

El lombricompost y su utilización

El lombricompost (humus) es un producto granulado, oscuro, liviano e inodoro; rico en enzimas y sustancias hormonales; posee un alto contenido de microorganismos, lo que lo hace superior a cualquier otro tipo de fertilizante orgánico conocido. El humus incorporado al suelo cumple un rol trascendente, al corregir y mejorar sus condiciones químicas, físicas y biológicas.

El humus, como cualquier otro abono, sirve para ser incorporado en los surcos de labranza o en las terrazas, puede ser utilizado en hoyos de plantación de cultivos anuales y perennes y en la siembra de hortalizas. El mismo día que se aplica el abono se puede sembrar las plantas, debido a que el abono está totalmente descompuesto y de ninguna manera afectará las semillas (Mosquera, 2010).

En frutales las siguientes aplicaciones se deben realizar en la corona del árbol, mezclando con el fertilizante y en la zona de riego (mayor concentración de raicillas) (Agroflor, s.f.).

Si la semilla va a germinar en bandejas o camas, dicho sustrato no necesita llevar humus, pero si cubrir la semilla con una capa muy pequeña de unos 2 mm (Agroflor s.f.).

La dosis recomendada es de un kilo de humus de lombriz por metro cuadrado (10 t/ha) (Yugsi,2011).

Ventajas del humus

Varios autores e instituciones recomiendan el uso de humus y explican cuáles son sus ventajas. A continuación, se han recogido las ventajas descritas por CISP (2008), Agroflor (s.f.) e INTA Balcacer (2020):

- Durante el trasplante previene enfermedades y evita que las plántulas sufran heridas y mueran debido a cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Se puede usar humus sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos (animales diminutos que habitan el suelo).
- Facilita la absorción de los nutrientes por parte de la planta (CISP, 2008).
- Es una fuente nutricional y energética de los microorganismos edáficos (hongos y bacterias beneficiosas para el suelo).
- Regula la nutrición vegetal al suministrar micro y macro nutrientes.
- Mejora la textura del suelo.
- Aumenta la capacidad de retención de humedad, entre 1 300 a 1 500 cm³ de agua por kilogramo de suelo seco.
- Evita la erosión hídrica.
- Modera los cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos que llegan al suelo por la contaminación.
- Mayor desarrollo radicular y vegetativo.
- Reducción de hasta un 50 % en el uso de fertilizantes y de un 100 % en nematicidas (Agroflor, s.f.).
- Aumenta la producción.
- Incrementa el tamaño de frutos y hortalizas. Más azúcares y sabor en los frutos y hortalizas.
- Es natural y ecológico.
- Reduce los residuos.
- Recicla papel y cartón.
- Barato y eficaz (INTA Balcacer, 2020).

Notas para recordar

Se recogen elementos importantes para la elaboración de humus de Agroflor (s.f.), Mosquera (2010) e INTA Balcacer (2020):

- La lombriz *Eisenia foetida* en estado adulto alcanza entre 7 y 10 cm de largo, con un diámetro de 2 a 3 mm y un peso promedio de 1 g, vive entre 15 a 20 años.
- Nunca se debe colocar el alimento en forma tal que cubra la totalidad de la superficie del lecho. El alimento deberá ser colocado de manera que deje libre, por lo menos, 15 cm.
- El humus se puede aplicar en forma líquida al follaje, además de nutrir a la planta ayuda al control fitosanitario de ella.
- Se deben excluir los abonos de aves por su alto pH.
- La luz del sol puede matar a las lombrices (Agroflor, s.f.).
- El alimento en estado de fermentación es muy dañino para la lombriz, debido a que produce calor y desarrollo de gases nocivos (metano). Al llenar la superficie del recipiente con material en estado de fermentación, se corre el peligro de ahogar las lombrices, porque ellas respiran por la piel.
- El humus se puede almacenar en depósitos o en bolsas plásticas perforadas, bajo sombra a 59 % de humedad (Mosquera, 2010).
- Se puede colocar en las camas cáscaras de huevo pulverizado para neutralizar el medio ácido si se diera el caso (INTA Balcacer, 2020).



Figura 3. Producción de humus

Sesión 4. Elaboremos biol

Es un abono foliar orgánico, producto de la fermentación anaeróbica de restos orgánicos de animales y vegetales. Se caracteriza por ser una fuente orgánica de fitoreguladores, sustancias que en pequeñas cantidades promueven actividades fisiológicas y estimulan el desarrollo de las plantas (Álvarez, 2010; Servicio Agrícola y Ganadero SAG, 2013).

El biol mejora el vigor del cultivo y le permite soportar con mayor eficacia ataques de plagas, enfermedades y los efectos adversos del clima (Álvarez, 2010 p.13).

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesitan para elaborar el biol.
- Elaborar el biol con los materiales disponibles .
- Conocer las cantidades de biol recomendadas para la nutrición de los cultivos.

Tiempo:

- Tres horas.

Materiales:

Para producir 200 litros de biol:

- 16 kg de harina de haba, arveja o fréjol.
- 8 litros de melaza o panela.
- 16 kg de estiércol de conejo, cuy, bovino u ovino.
- 16 litros de orina de conejo, cuy, bovino u ovino.
- 16 kg de mezcla de plantas repelentes como marco y leguminosas (alfalfa, arveja, haba, chocho, guaba).
- Agua sin cloro (para completar los 200 litros).

- 8 litros de suero de leche.
- 8 kg de ceniza.
- Tanque plástico de 200 litros.
- Palo de madera.

Otros materiales:

- Guantes.
- Balde.
- Colador.
- Recipiente plástico, de capacidad de 2 litros.

Opcional:

- Envases para almacenar.
- Embudo.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el biol:

1. Compartir con las y los participantes los objetivos de la sesión.
2. Pedir que formen grupos de trabajo de 4 o 5 integrantes que serán los responsables de los materiales y la elaboración del biol.
3. Mezclar la harina (haba, arveja o fréjol) con agua.
4. Disolver melaza en agua caliente.
5. Colocar en el tanque todo el estiércol.
6. Agregar la orina.

7. Añadir 10 litros de agua.
8. Agregar la ceniza.
9. Agregar suero de leche.
10. Agregar hojas picadas de leguminosas y/o plantas repelentes.
11. Colocar los ingredientes del paso 3 y 4.
12. Mezclar todos los ingredientes con un palo de madera.
13. Completar el volumen con agua hasta llegar a 15 cm antes del borde del tanque.
14. Mezclar muy bien el preparado.
15. Tapar el tanque con cierre hermético y colocar bajo sombra.
16. Durante el lapso de tres semanas, cada día (una vez por la mañana y una vez por la tarde) mezclar por 5 minutos el preparado, con la ayuda de un palo de madera.
17. Terminada la fermentación (cuando el fermentado esté frío y el olor fuerte haya desaparecido), a los 30 a 45 días aproximadamente, sacar el biol del tanque, cernir en el balde y utilizar (ideal inmediatamente después de colar).
18. Si se almacena realizarlo con la ayuda del embudo en envases oscuros o dejar en la oscuridad bien sellado, etiquetar (nombre y fecha de elaboración) y mantener fuera del alcance de los niños. Mientras más tiempo pase el efecto será menor, debido a que la cantidad de microorganismos disminuye.
19. Antes de usarlo agitar y diluir de acuerdo al tipo de uso que se le dé.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Biol

Es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, producto de la fermentación anaeróbica (sin oxígeno) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, leguminosas). Se caracteriza por ser una fuente orgánica de fitoreguladores, sustancias que en pequeñas cantidades promueven actividades fisiológicas y estimulan el desarrollo de las plantas (Álvarez, 2010; Servicio Agrícola y Ganadero SAG, 2013).

El biol como biofertilizante y bioestimulante foliar de origen orgánico, constituye una alternativa al alcance de los productores y es importante en la producción con orientación ecológica de cultivos, su producción es casera, relativamente simple y de bajo costo, debido a que sus insumos de preparación son locales y su elaboración tiene un periodo de entre dos y tres meses (Mamani, Chávez y Ortuño, 2008; Álvarez, 2010).

El biol es un fitoregulador de crecimiento porque contiene fitohormonas, que aceleran y uniformizan la germinación de las semillas, fortalecen las raíces, aceleran el crecimiento del follaje (vigor), aumentan y aceleran el crecimiento de brotes, inducen a la floración y fructificación, y aceleran la maduración de los cultivos. Su acción se traduce en aumentos significativos de las cosechas a bajos costos (Arana, 2011; Mamani *et al.*, 2008; Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), s.f.).

El biol contiene nutrientes (N, P, K, Ca, S) de alto valor nutritivo que son asimilados por las plantas. Se aplica a los cultivos para mejorar el crecimiento, desarrollo y producción, estimula una resistencia a plagas y enfermedades, además nutre, recupera y reactiva la vida del suelo (Álvarez, 2010; Instituto Nacional de Investigación Agraria, INIA, 2008; Jaén, 2011; Mamani *et al.*, 2008; Mosquera, 2010).

¿Qué es la fermentación?

La fermentación es un proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica por efecto de los microorganismos que operan en condiciones ambientales favorables como: humedad mayor del 60 %, temperatura

entre 25 a 30 °C y pH entre 4 y 4,5. Los hongos entre los que se destaca *Scharomyces* sp. son los principales microorganismos de la fermentación (Mamani *et al.*, 2008).

Comprobación de que ha finalizado la fabricación del biol

Una vez concluido el proceso, saque el biol del tanque, proceda a cernirlo con una tela o cernidor para evitar que el líquido contenga restos de materiales gruesos que puedan tapan la boquilla de la bomba (Yugsi, 2012).

La fermentación del biol dura aproximadamente de 30 a 45 días (Yugsi, 2012).

La fermentación termina cuando el fermentado esté frío y el olor fuerte haya desaparecido. El líquido rico en nutrientes se separa y almacena en envases o botellas (Mosquera, 2010).

El biol como plaguicida

El biol puede usarse como fertilizante o para combatir plagas, esto depende de los ingredientes adicionales que se utilicen en su elaboración. Si se desea que sirva para combatir una plaga se deben utilizar ingredientes como: ají, ajo, cebolla, marco, ruda y otras plantas que tengan sabores amargos y fuertes, esto evitará y alejará a los insectos por su aroma desagradable (Mosquera, 2010).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

En semillas:

- Se puede usar 250 ml del biol por 1 kg de semilla. Recubrir las semillas con el biol. Secar las semillas en la sombra.

Tabla 8. Dosis de aplicación de biol para semillas

Concentración solución de biol	Tiempo de contacto con semilla	Tipo de semilla
10-20 %	20 minutos	Cáscara delgada
25-50 %	12 horas	Cáscara gruesa
10-20 %	2-6 horas	Especies hortícolas
10-20 %	12 a 24 horas	Gramíneas y leguminosa de cáscara delgada
10-20 %	24 a 72 horas	Leguminosa de cáscara gruesa
12 %	Sumergir las partes vegetativas no más de 5 min, se secan al aire por un tiempo de 5 min y se procede a su plantación	Bulbos, cormos, colinos, raíces, estacas y tubérculos

Fuente: SAG, 2013; MAGAP, 2014

Elaborado por: Diego Peñaherrera

Para estimular el crecimiento de raíces:

- Diluir 125 ml de biol en 1 litro de agua. Remojar las raíces de las plantas, que están en las bandejas germinadoras por 30 minutos. SAG (2013) en cambio sugiere que se debe sumergir las plántulas en una solución de biol al 12 % y de inmediato realizar el trasplante.

Aplicación foliar

- Con bomba de fumigar aplicar solo en hojas y tallos, no en flores ni frutos (Mosquera, 2010).
- Para aplicaciones foliares, en bombas de 20 litros, mezclar 5 litros de biol con 15 litros de agua.
- Se recomienda aplicar de 3 a 5 veces por ciclo de cultivo (SAG 2013 y UNODC, s.f.).
- La última aplicación se debe efectuar 20 días antes de la madurez fisiológica del cultivo (Restrepo *et al.*, 2014).
- Si la planta se encuentra con una enfermedad foliar, aplicar el biol solo en drench; una vez recuperada se podrá aplicar al follaje.

Enriquecer el suelo:

- Para cada 100 litros de agua en el tanque de riego, agregar 1 litro de biol.
- Se puede usar biol puro cuando se quiere aplicar directamente al suelo. En este caso el suelo debe estar previamente regado, debe depositárselo solo alrededor de la planta (Mosquera, 2010). Su efecto es progresivo, por lo que poco a poco va mejorando la fertilidad y la vida del suelo (SAG, 2013).

Ventajas

Hacemos una recopilación de las ventajas descritas por SAG (2013), Álvarez (2010), Mosquera (2010) y Mamani et al. (2008):

- Se puede elaborar biol a base de insumos que se encuentran en la localidad.
- No hay una receta fija de biol, los insumos pueden variar de acuerdo con la disponibilidad del agricultor o de la agricultora.
- Estimula el trabajo de los microorganismos benéficos del suelo y mejora su estructura (SAG, 2013).
- Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase.
- Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas.
- Permite un mejor desarrollo de raíces, hojas, flores y frutos.
- Es de rápida absorción para las plantas, por su alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas.
- Es de bajo costo y se puede preparar en la parcela (Álvarez, 2010 p.13).
- Es un abono orgánico que no contamina suelo, agua, aire ni los productos obtenidos de las plantas.
- Se logra incrementar hasta 30 % en la producción de los cultivos sin emplear fertilizantes químicos.

- Se puede elaborar biol en cualquier terreno donde se almacenan los residuos agrícolas. Desde el nivel del mar hasta los 3 600 m o más dependiendo de las condiciones de frío extremo que retarda o impide la fermentación (Mosquera, 2010 p.17).
- Aumenta el rendimiento, permite cultivos con un color verde intenso y mejora la calidad de los productos.
- Promueve la recuperación del cultivo luego de un daño por heladas o granizadas, las plantas aceleran el desarrollo de nuevas ramas y hojas, en el caso de gramíneas induce a un macollaje (brotes secundarios) más acelerado a partir de las yemas basales (Mamani *et al.*, 2008 p.3,10).
- Aplicado a la semilla permite una germinación más rápida y buen crecimiento de las raíces, por su riqueza en compuestos orgánicos que estimulan el crecimiento.
- Permite obtener alimentos libres de residuos químicos (SAG, 2013 p. 142).

Notas para recordar

Se recogen a continuación algunas recomendaciones para preparar y aplicar biol de acuerdo con Yugsi (2012), Claros *et al.* (2010), SAG (2013), UNODC (s.f.) y Mamani *et al.* (2018):

- El biol se puede almacenar hasta por seis meses en lugares secos y bajo sombra.
- No aplicar el biol sin mezclar con agua (sin cloro) debido a que puede quemar las plantas.
- Puede enriquecerse con fósforo, potasio, azufre micronizado y micronutrientes como zinc, manganeso y boro (Yugsi, 2012 p. 22).
- "Para mantener la calidad del biofertilizante foliar, se debe colocar un poco (una tapa) de aceite comestible que hará de aislante entre el biofertilizante y el ambiente" (Claros *et al.*, 2010)
- Se recomienda usar leche como adherente para evitar evaporación o lavado por acción de la lluvia, un litro de leche por cada 200 litros de solución (SAG, 2013).
- La mejor hora de aplicación es por las mañanas (hasta las 10 am) y por las tardes (a partir de las 4 pm).
- Para tener una mejor absorción, es posible adicionar algún aceite agrícola (20 cc por mochila de 20 litros).
- El biol, por ser un abono orgánico, no tiene ninguna toxicidad, y puede aplicarse a cualquier cultivo en diferentes etapas del desarrollo (UNODC, s.f.).
- Aplicaciones tardías del biol pueden inducir al alargamiento del periodo vegetativo, aspecto que puede ser negativo en cultivos como la papa debido a que la prolongación del periodo vegetativo retarda la madurez del tubérculo.
- Se recomienda preparar el biol de acuerdo al ciclo del cultivo, de manera que se pueda disponer de este producto en el momento que el cultivo lo requiera.
- El residuo pastoso (parte sólida) que queda en el tanque al final del proceso de fermentación, puede ser usado directamente en

el cultivo o ser almacenado en fosas o puede secarse al sol para aplicarlo periódicamente, también puede utilizarse en la elaboración de compost y bocashi. Este material tiene más valor como abono y contiene alta carga microbiana benéfica por unidad de peso.

- Un estudio realizado en papas nativas en Bolivia por Mamani *et al.*, (2008) afirma que las aplicaciones en el cultivo de papas deben realizarse cuando el follaje está en pleno crecimiento y no cuando haya pasado la madurez fisiológica (máxima acumulación de materia seca en el follaje) porque puede retardar la madurez del follaje y en consecuencia retardar el crecimiento y madurez del tubérculo. El número y el momento de aplicación del biol depende de la fenología del cultivo; para el estudio (ciclo 150 a 160 días), la primera aplicación se realizó al inicio del periodo de crecimiento vegetativo (10 cm de altura o 90 % de emergencia), el número de aplicaciones debe ser de al menos 3 (pudiendo ser hasta de 4 veces), con intervalos de 20 días entre una y otra aplicación; en el caso de variedades precoces, estos intervalos pueden acortarse a 15 días e iniciarse más temprano (45 días después de la siembra).



Figura 4. Elaboración de biol

Sesión 5. Elaboremos té de estiércol

El té de estiércol es una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido (Mosquera, 2010).

Se utiliza como un fertilizante foliar que aporta a la planta los elementos básicos como nitrógeno, fósforo y potasio (FUNDAR, 2008).

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Identificar los materiales requeridos para la elaboración del té de estiércol.
- Elaborar té de estiércol de una manera fácil y práctica.
- Saber las dosis y forma de aplicación en los cultivos.

Tiempo:

- Dos horas.

Materiales:

- Un tanque de 200 litros de capacidad.
- 200 litros de agua.
- Un saco o costal de yute.
- 25 libras de estiércol fresco.
- 4 kilogramos de sulfato de potasio y magnesio (sulpomag).
- 4 kilogramos de leguminosas (alfalfa, fréjol, haba, vicia).
- 1 litro de microorganismos comerciales descomponedores.
- Una cuerda o piola de dos metros de largo.
- Un pedazo de tela o plástico para cubrir o tapar el tanque.
- Una piedra de cinco kilogramos (Yugsi, 2011).

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar té de estiércol:

1. Picar lo más fino posible las plantas de leguminosas.
2. Colocar dentro del costal el estiércol fresco, el sulpomag, las plantas de leguminosas picadas y la piedra. Amarrar el saco con la piola
3. Introducir el saco en el tanque vacío, dejando un pedazo de cuerda fuera del tanque, como si se tratara de una gran bolsa de té.
4. Agregar agua limpia con los microorganismos comerciales descomponedores hasta llenar el tanque.
5. Si no es posible contar con los microorganismos, se puede agregar un litro de leche, más un litro de melaza y una libra de levadura para pan (activada previamente en agua tibia). Mezclar para que se diluya todo e incorpore en el tanque.
6. Tapar la boca del tanque con un pedazo de costal (procure que ingrese aire a la mezcla), y dejar fermentar durante dos semanas. Hacer remoción diaria y volver a tapar.
7. Concluido el período de fermentación (dos semanas), sacar el costal del tanque procurando exprimirlo. De esta manera el té de estiércol está listo para ser utilizado.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

El estiércol de animales es un abono natural. Debe evitarse el estiércol proveniente de animales enfermos, porque sus patógenos pueden afectar la salud humana. Tampoco usar el estiércol contaminado con desparasitantes (ivomec, nuvan, entre otros) o con herbicidas. El estiércol expuesto al sol, la lluvia y el viento, pierde entre un 50 % y un 60 % de su riqueza (Picado y Añasco, 2005).

Tabla 9. Nutrientes en estiércoles de varias especies animales

Especie	% Humedad	% Nitrógeno	% Fósforo	% Potasio
Vaca	83,2	1,67	1,08	0,56
Caballo	74	2,31	1,15	1,30
Oveja	64	3,81	1,63	1,25
Llama	62	3,93	1,32	1,34
Vicuña	65	3,62	2,0	1,31
Alpaca	63	3,60	1,12	1,59
Cerdo	80	3,73	4,52	2,89
Gallina	53	6,11	5,21	3,20
Conejo	-	2,40	1,40	0,60

Fuente: (Picado y Añasco, 2005)

El té de estiércol es una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido. Durante este proceso el estiércol suelta sus nutrimentos al agua y así se hacen disponibles para las plantas, este abono es rico en potasio, principal nutriente que aporta al suelo (Mosquera, 2010).

El proceso de elaboración del té de estiércol permite la conversión del estiércol sólido en un compuesto líquido disponible para una rápida asimilación por parte de las plantas.

Se utiliza como un fertilizante foliar que aporta a la planta los elementos básicos como nitrógeno, fósforo y potasio. En promedio, el estiércol común con un contenido del 20 al 25 % de materia seca contiene por tonelada métrica 4 kg de nitrógeno, 5,5 kg de óxido de potasio y 2,5 kg de anhídrido fosfórico,

0,5 kg de azufre, 2 kg de magnesio, 5 kg de calcio, 40 g de manganeso, 4 g de boro y 2 g de cobre (FUNDAR, 2008).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Puede aplicarse en aspersiones al follaje de los cultivos o directamente al suelo, cabe mencionar que no se debe aplicar en forma directa a las hortalizas (hojas) de consumo en fresco por lo menos dos meses antes de su cosecha. La relación para usar será 1 litro de té por 3 litros de agua limpia, en cultivos de ciclo corto y 1 litro de té de estiércol en un litro de agua para plantas perennes.

Se debe almacenar en un sitio sombreado y fresco, debiendo mantenerse tapado para evitar la pérdida de los nutrientes. No guardar más de tres meses.



Figura 5. Elaboración de té de estiércol

Sesión 6. Elaboremos abono de frutas

El abono de frutas es de elaboración artesanal, resultado de la fermentación aeróbica o anaeróbica de frutas y melaza. En este tipo de abono también es posible agregar algunas hierbas como manzanilla, ortiga, ruda, entre otras, por su riqueza nutritiva o principios activos capaces de alimentar a las plantas o protegerlas del ataque de plagas (Suquilanda, 2003).

Según Peñaranda (2017), aplicar a la planta en las hojas el abono de frutas, permite aportar aminoácidos de manera directa.

Objetivos:

Al finalizar la práctica las y los participantes estarán en la capacidad de:

- Identificar los materiales requeridos para elaborar el abono de frutas.
- Describir el procedimiento para elaborar y el uso del abono de frutas.
- Conocer las dosis y forma de aplicación en los cultivos.

Tiempo:

- 1 hora.

Materiales:

- Recipiente plástico o de cerámica con capacidad para 10 litros.
- 5 kg de fruta picada bien madura (banano, melón, manzana, uva, guayaba, tuna, papaya, mango, entre otros, que no estén podridas).
- 4 kg de melaza o miel de purga.
- 1 tapa de madera que calce en el recipiente.
- 1 piedra grande que actúe como prensa.

Otros materiales:

- 1 colador.
- Botellas oscuras.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar abono foliar de frutas:

1. Poner en el recipiente de 10 litros de forma alternada 1 kg de fruta picada y 1 kg de melaza, realizar el mismo procedimiento hasta ocupar todo el material.
2. Colocar luego sobre este material la tapa y sobre ésta, una piedra en forma de prensa, mantener tapado durante 8 días.
3. Una vez transcurrido el tiempo establecido, sacar el material prensado y fermentado, proceder a filtrarlo y envasarlo en botellas oscuras.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Para el uso de abonos foliares es importante considerar su composición rica en vitaminas, hormonas, ácidos húmicos y fúlvicos y elementos nutritivos. Estas cualidades hacen que su uso promueva el equilibrio nutricional del suelo, tanto químico como biológico, al proporcionar energía y nutrientes que incrementan la vida microbiana. Estos aportes mejoran la fertilidad del suelo y estimulan el desarrollo de las raíces, con lo que se hace más efectiva la asimilación de los elementos nutritivos, entre ellos, el fósforo, potasio, magnesio y calcio, que mejoran el balance nutricional de las plantas. Los biofermentos contribuyen así, a que las plantas sean tolerantes al ataque de plagas y enfermedades. Esto es por lo que se les atribuye acción repelente, fungicida e insecticida. Además, aumentan la producción y mejoran la calidad de los productos, garantizando a quienes producen una mayor aceptación en los mercados (Garro, 2016).

El abono de frutas es de elaboración artesanal, resultado de la fermentación aeróbica o anaeróbica de frutas y melaza, en este tipo de abono también es posible agregar algunas hierbas como manzanilla, ortiga, ruda, entre otras, por su riqueza nutritiva o principios activos capaces de alimentar a las plantas o protegerlas del ataque de plagas. El abono de frutas contiene en su composición química algunos aminoácidos y elementos menores, que son proporcionados por la composición de las frutas, la melaza y las hierbas que se utilizan en su elaboración (Suquilanda, 2003).

El abono de frutas tiene en su composición química aminoácidos y elementos menores que son proporcionados por las frutas, la melaza y las hierbas (Agricultura, 2020).

Las plantas, para crecer y desarrollarse, requieren de muchas sustancias que están en el suelo y en el aire. Los aminoácidos por ejemplo son de vital importancia para que las plantas puedan crecer y mantenerse sanas, es decir son indispensables para el metabolismo de los seres vivos. Los aminoácidos son una parte importante de las proteínas y sirven para regular el crecimiento interno de las plantas y el desarrollo vegetal.

Los principales aminoácidos para la nutrición de las plantas son la metionina, glutamato, arginina, alanina y glicina.

Las plantas procesan los aminoácidos con la ayuda del carbono, el oxígeno y el hidrógeno, esto permite que las plantas absorban y asimilen solo los aminoácidos y no las proteínas completas (Science, 2020).

Según Peñaranda (2017), aplicar a la planta en las hojas el té de frutas, permite aportar aminoácidos de manera directa. Los aminoácidos son la materia prima básica para la formación de proteínas en menor tiempo y con un ahorro energético importante, evitando los procesos de: toma de nutrientes, aminación/transaminación y síntesis. Los aminoácidos son fácilmente absorbidos dado que la planta los reconoce como sustancias del metabolismo celular. En condiciones óptimas y adecuados niveles de potasio, los aminoácidos libres son convertidos en proteínas.

Cuando hay condiciones de estrés por factores bióticos o abióticos (componentes vivos y no vivos del ecosistema), en la planta se presentan reacciones desfavorables como disminución de la tasa fotosintética (fijación del CO₂ en la fotosíntesis), aumento de la respiración, incremento en la senescencia foliar (deterioro de las hojas), disminución de la síntesis de metabolitos (compuestos químicos), aumento de la degradación de proteínas, incremento en la síntesis del ácido abscísico, e incremento en la susceptibilidad a enfermedades. En estas condiciones, el aporte de aminoácidos ayuda a contrarrestar los efectos negativos causados por estrés (Peñaranda, 2017).

Dosis y recomendaciones de uso:

- Hortalizas de hoja: 50 ml / 20 litros de agua.
- Hortalizas de raíz: 100 ml / 20 litros de agua.
- Hortalizas de fruto: 250 ml / 20 litros de agua.
- Leguminosas: 100 ml / 20 litros de agua.
- Frutales perennes: 250 - 500 ml / 20 litros de agua (Yugsi, 2011).

No se deben utilizar dosis más elevadas que las indicadas debido a que se corre el riesgo de taponar los estomas de las hojas de las plantas y asfixiarlas (Agricultura, 2020).

Notas para recordar

Se recomienda no poner muchas frutas cítricas debido a que el abono podría quedar demasiado ácido. Si las frutas tienen un grado de madurez no apto para el consumo humano se pueden utilizar siempre y cuando no estén podridas o presenten ataques de plagas. Hay que procurar una gran diversidad de frutas (Agricultura, 2020).



Figura 6. Frutas maduras para la elaboración del abono de frutas.

Sesión 7. Elaboremos humus líquido de lombriz

Su componente principal es el humus de lombriz sólido, el cual se diluye hasta obtener todas las propiedades del mismo en estado líquido (EstoEsAgricultura, 2019)

El humus líquido aplicado al suelo o a la planta crea un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos (bacterias, hongos, entre otros) que impiden el desarrollo de enfermedades (Muñoz, 2015).

Objetivo:

Al finalizar la práctica las y los participantes estarán en la capacidad de:

- Identificar los materiales requeridos para elaborar el humus líquido de lombriz y las principales ventajas de su utilización.
- Describir el procedimiento del humus líquido de lombriz.
- Conocer las dosis y forma de aplicación en los cultivos.

Tiempo:

- 1 hora.

Materiales:

Para preparar 20 litros

1. 6 kg de humus de lombriz.
2. 10 o 15 litros de agua de lluvia o reposada (sin cloro).
3. Recipiente plástico con capacidad de 20 litros.
4. Saco de algodón o camiseta.
5. Palo de madera.

Material opcional:

- Cinco litros de purín de ortiga.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar humus líquido de lombriz

1. Colocar en un saco de algodón o una camiseta que no sea porosa 5 kg de humus de lombriz, a manera de una bolsa de té.
2. En un balde plástico colocar el saco con el humus y añadir 10 litros de agua. En caso de utilizar el purín de ortiga colocar 15 litros de agua y 5 litros del purín de ortiga.
3. Con un palodemaderarealizarlaremocióndiariaporaproximadamente 10 minutos.
4. Transcurridos 3 o 4 días el humus líquido de lombriz está listo para ser utilizado.
5. Para utilizarlo se debe cernir y colocar en un recipiente oscuro.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

El humus líquido de lombriz es un biofertilizante orgánico de amplio espectro y contiene todas las propiedades nutricionales y fertilizadoras del humus sólido. Su componente principal es el humus de lombriz sólido, el cual se diluye hasta obtener todas las propiedades del mismo en estado líquido (EstoEsAgricultura, 2019)

El humus líquido es un fertilizante orgánico, bioregulador del suelo, se lo puede utilizar como enraizador, como abono foliar y en ocasiones como bioinsecticida. Su característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Su elevada solubilidad debido a la descomposición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas; además este humus contiene un elevado porcentaje de ácido húmico y fúlvico (ácidos que se forman a partir de la descomposición de la materia orgánica).

El humus líquido contiene todos los microorganismos que se encuentran en el producto sólido, y aporta nutrientes como aminoácidos naturales y extractos de algas. Al ser líquido, se facilita su aplicación.

Su naturaleza líquida hace que llegue mucho más rápido a las raíces. Los microorganismos, se reproducen a mayor velocidad y las plantas rápidamente incorporan los nutrientes; el resultado visible es mucho más evidente y rápido que con el humus sólido (NOSTOC, 2017).

Ventajas del humus líquido de lombriz

Las plantas tienen la capacidad de absorber nutrientes a través de los estomas que se encuentran en la superficie de sus hojas. El alto contenido de ácidos húmicos y fúlvicos, aumenta la reabsorción de los minerales que se tiene en el suelo como nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, molibdeno, magnesio, entre otros, que se pueden utilizar en diferentes cultivos ya sea intensivos y extensivos. El humus de lombriz líquido se puede utilizar en sistemas de fertirrigación y como fertilizante foliar (Muñoz, 2015).

El humus líquido, al incorporar y descomponer residuos vegetales del suelo, permite que el suelo esté húmedo.

- Incrementa la biomasa de microorganismos presentes en el suelo.
- Estimula un mayor desarrollo de las raíces.
- Retiene la humedad en el suelo por mayor tiempo.
- Incrementa la producción de clorofila en las plantas.
- Reduce la conductividad eléctrica característica de los suelos salinos.
- Mejora el pH en suelos ácidos.
- Equilibra el desarrollo de hongos presentes en el suelo.
- Aumenta la producción en los cultivos.
- Disminuye la actividad de chupadores como áfidos.
- Actúa como potenciador de la actividad de muchos pesticidas y fertilizantes del mercado.
- Su aplicación disminuye la contaminación de químicos en los suelos (Muñoz, 2015).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

El humus líquido puede ser aplicado a nivel foliar o directamente al suelo, mediante sistemas de riego tradicionales, aspersion y goteo; de esta forma se facilita su aplicación, debido a que basta con mezclarlo con el agua de riego.

Cuando se aplica al suelo se restablece flora microbiana natural, debido a la elevada concentración de microorganismos que posee; esto ayuda a desplazar patógenos y prevenir enfermedades en la raíz, a la vez que facilita la asimilación de nutrientes por parte de las plantas. El humus líquido porta materia orgánica y ácidos húmicos y fúlvicos, así como hormonas vegetales (auxinas y citosinas) que mejoran la germinación, crecimiento y rendimiento de las cosechas (Vermiduro, 2021).

Vía riego:

50 ml de humus líquido por cada litro de agua.

1/2 litro de humus líquido por cada 10 litros de agua.

5 litros de humus líquido por hectárea.

Vía foliar:

Mezclar 2 a 3 litros de humus líquido por cada 100 litros agua.

(EstoEsAgricultura, 2019).



Figura 7. Humus líquido de lombriz

MÓDULO

2

Elaboración de bioinsecticidas



Introducción

Los bioinsecticidas son de origen natural (microbiano o insectos) identificados como agentes de control biológico, para eliminar o reducir el impacto de los insectos plaga. Quizás el bioinsecticida más conocido es la bacteria *Bacillus thuringiensis* y otros agentes, tales como las avispas e insectos parasíticos, son tan específicos que casi no presentan un riesgo a la salud humana (EPA, 2021).

Ventajas climáticas

Los bioinsecticidas de elaboración artesanal se basan en el uso de recursos que, generalmente, se encuentran disponibles en las comunidades. Son una alternativa accesible para el control de plagas.

Resiliencia/ Adaptación: los bioinsecticidas poseen un bajo riesgo para la salud humana, son económicos, no afectan la fauna benéfica (insectos y otros organismos que naturalmente actúan controlando a plagas y enfermedades) y no generan resistencia en las plagas, como sucede con sus equivalentes sintéticos (IPES; FAO, 2010). Son biodegradables, por ello no contaminan el medio ambiente y su impacto ambiental es menor (Nava, García, Camacho, y Vázquez, 2012).

Mitigación: para su elaboración los bioinsecticidas no requieren de energía a base de combustibles fósiles (petróleo). Promueven la reducción del uso de insecticidas sintéticos y con ello la reducción de los gases efecto invernadero. Otro tipo de insecticidas utiliza productos que contaminan el ambiente (IPES; FAO, 2010).

Estructura del módulo

Sesión 1. Bioinsecticida M5

Sesión 2. Bioinsecticida APICHI

Sesión 1. Bioinsecticida M5

Objetivos:

Los y las participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Aprender a elaborar el bioinsecticida M5.
- Conocer el uso y manejo seguro del bioinsecticida M5.

Tiempo:

- Una hora.

Materiales:

Para la elaboración de 100 litros

- 2 kilogramos de ají (ají rocoto).
- 2 kilogramos de ajo macho.
- 2 kilogramos de cebolla colorada (cebolla paiteña).
- 2 kilogramos de jengibre.
- 4 litros de vinagre.
- 4 litros de aguardiente.
- 8 litros de melaza.
- 16 litros de microorganismos comerciales.
- Hierbas aromáticas: 1 libra de hojas de eucalipto, 1 libra de hojas de higuerillo, 1 libra de hierba luisa, 1 libra de ruda.
- 100 litros de agua sin cloro.
- 1 Tanque de 100 litros.
- 1 palo de madera de 80 cm (paleta de madera).
- 1 lona.
- 1 par de guantes de caucho.

Tiempo de maduración: 15 días (revolver 2 veces al día, durante el tiempo de maduración).

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el Bioinsecticida M5:

1. Armar grupos de trabajo para realizar la práctica. Los grupos serán de entre 4 y 5 personas.
2. Colocar 30 litros de agua y añadir 4 litros de melaza.
3. Agitar con el palo de madera, hasta que todo esté bien mezclado.
4. Añadir otros 15 litros de agua y poner los 4 litros restantes de melaza.
5. Mezclar bien con la ayuda del palo de madera, hasta que esté bien disuelto.
6. Picar todas las hierbas (1 libra de hojas de eucalipto, 1 libra de hojas de higuerillo, 1 libra de hierba luisa y 1 libra de ruda), el ají rocoto, el ajo macho, la cebolla colorada y el jengibre.
7. Agregar vinagre, aguardiente y los microorganismos comerciales.
8. Mezclar bien, revolver por aproximadamente unos 10 minutos.
9. Añadir agua hasta completar los 100 litros del tanque.
10. Tapar el tanque con una lona limpia y colocar la tapa plástica.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

El M5 fue inventado por un productor de Costa Rica que quería utilizar la fuerza de los microorganismos para transformar un conjunto de plantas reconocidas por sus características biocidas y otras bondades (StuDocu, 2013).

El M5 es un líquido con acción repelente de plagas, fungicida y bioestimulante que ayuda al desarrollo de las plantas. Su nombre se debe a que sus componentes para la fabricación son: jengibre, ajo, cebolla, chile picante y hierbas aromáticas. Además, se incorporan microorganismos comerciales en forma activada (líquida); elementos orgánicos y alimenticios que siempre están disponibles en el huerto o finca. La acción del agua y los microorganismos incorporan los componentes activos de los alimentos al biopreparado (EstoEsAgricultura, 2021).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Aplicar una vez por semana entre 200 a 300 ml en 18 litros de agua, aplicación foliar y al suelo (ULATE ROJAS s.f.).

Hacer aplicaciones preventivas antes de la siembra.

Notas para recordar

Usar guantes para la preparación; el ajo, jengibre y el ají son muy irritantes para los ojos y la piel.

Tiempo de vida útil 12 meses, envasado, sin abrir y sin exposición al aire y a la luz.



Figura 8. Elaboración de bioinsecticida M5

Sesión 2. Bioinsecticida APICHI

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Identificar los materiales requeridos para elaborar el APICHI.
- Describir el procedimiento y uso del APICHI.

Tiempo:

- Una hora.

Materiales:

- 1 kg de ajo.
- 1 kg de pimienta negra.
- 1 kg de ají picante (chile).
- 1 galón de melaza.
- 1 litro de alcohol 90°.
- 20 litros de microorganismos comerciales activados.
- 1 tanque de 100 litros.
- Agua.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el bioinsecticida APICHI

1. Armar grupos de trabajo de 4 a 5 personas para realizar la práctica.
2. Colocar el agua hasta la mitad del tanque.
3. Introducir en el tanque el ajo y el ají picante machacados o molidos.
4. Colocar 1kg de pimienta negra y el litro de alcohol.
5. Una vez aplicados estos ingredientes colocar los 20 litros de microorganismos comerciales activados.
6. Diluir el galón de melaza en 20 litros de agua y luego colocar en el tanque.
7. Una vez aplicados todos los ingredientes, se debe completar con agua limpia hasta la capacidad del tanque y mezclar los ingredientes para homogenizar.
8. Tapar el tanque procurando sellar bien.
9. Colocar la fecha de elaboración. El tanque debe estar en un lugar fresco y bajo sombra.
10. Dejar reposar durante 15 a 18 días, luego de este tiempo se puede extraer el producto para su uso.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Los insecticidas botánicos fueron muy populares, entre los años 30 y 40 del siglo pasado, pero fueron completamente desplazados por los insecticidas sintéticos producidos en los países industrializados, en los años 50 y 60. Sin embargo, el interés en desarrollar y usar productos botánicos para el manejo de plagas se está incrementando nuevamente en los últimos años, debido al impacto negativo de los productos sintéticos en el ambiente y la salud humana, a las estrictas regulaciones gubernamentales e internacionales y a la creciente demanda por productos alimenticios sanos y sin residuos de plaguicidas (Carballo y Guharay, 2004).

Las plantas producen una gran variedad de metabolitos secundarios (compuestos químicos) que están relacionados con sus mecanismos de defensa. Hay dos formas de obtener esos compuestos:

- Por extracción (acuosos o polvos).
- Con disolventes.

Algunos metabolitos tienen efecto antimicrobiano, entre estos compuestos podemos encontrar: flavonoides, fenoles, terpenos, aceites esenciales, alcaloides, lectinas y polipéptidos.

Los extractos de plantas han demostrado propiedades anti fúngicas, activan los mecanismos de defensa contra plagas y enfermedades de la planta.

Las plantas al evolucionar desarrollaron mecanismos de protección como la repelencia y la acción insecticida. Al extraer estos metabolitos, algunos se utilizan como insecticidas orgánicos. Estos insecticidas son una alternativa para el manejo de insectos, aun cuando solo se han probado en pocas plantas de las 250 000 especies que existen (García y Félix, 2014).

Según Anón (1991), citado en el trabajo de tesis de Álvaro Mindiola, los bioinsecticidas obtenidos a partir de las plantas poseen varias formas de actuar:

- Repelentes. Sustancias desagradables que contienen algunas plantas, las cuales son capaces de alejar las plagas.

- Fagorepelentes o antialimentarios. Sustancias que interrumpen el proceso de alimentación de los insectos, incluso después de haber comenzado, y que poseen la propiedad de reducir la capacidad de alimentación de estos, hasta que la plaga muere por inanición.
- Venenos por contacto. Sustancias que provocan la muerte a los insectos al ponerse en contacto con estos, por lo que para que sean efectivas tienen que aplicarse sobre la plaga.
- Venenos estomacales. Sustancias con efecto tóxico sobre el sistema digestivo de las plagas, cuya efectividad depende de que el insecto las ingiera.
- Acción de disfrazar olores. Este modo de acción aprovecha los olores fuertes y desagradables que expelen algunas plantas para ocultar el olor del cultivo principal y evitar que sea atacado por las plagas" (Mindiola, 2019).

El nombre de este bioinsecticida obedece a sus ingredientes principales: ajo, pimienta y chile (APICHI).

El APICHI es un producto de origen orgánico que se utiliza para el beneficio de las plantas, el suelo y la producción de la salud humana.

Funciona como biocontrolador de insectos, hongos, bacterias y otros patógenos que afectan la producción agrícola.

Este es un abono foliar que ayuda a controlar plagas como el pulgón, picudo, mosca blanca y larvas, al mismo tiempo que estimula el crecimiento de la planta (Rojas, 2021).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

1 litro de producto por cada 100 litros de agua (hortalizas).

1 galón de producto en 200 litros de agua (frutales).

La aplicación del producto depende de la incidencia de plagas. Esta puede ser realizada cada 8 o 15 días (Mindiola, 2019).

Notas para recordar

Como precaución se recomienda el uso de protección como guantes y mascarillas al momento de manipular y aplicar el producto, debido a que contiene ingredientes fuertes que podrían causar algún tipo de alergia o quemadura (Mindiola, 2019).



Figura 9. Bioinsecticida APICHI

MÓDULO

3

Elaboración de biofungicidas



Introducción

Los biofungicidas son de origen microbiano o bioquímico (procesos de fermentación, infusión, maceración, elaboración de purines, destilación), de uso agrícola, que sirven para controlar enfermedades causadas por hongos.

Al ser considerados de baja toxicidad, y al tener un bajo potencial de residualidad, son considerados amigables con el ambiente, por lo que se recomienda su uso en agricultura orgánica y agroecología.

Si bien tienen baja toxicidad, eso no los hace más seguros para las personas y los animales, por eso siempre se recomienda utilizar el equipo de protección personal y otras medidas de seguridad para su preparación y aplicación (APS, s.f.).

Los biofungicidas se clasifican en:

- **Protectores.** Se aplican recubriendo la parte externa de la planta, y actúan como una barrera contra el hongo que potencialmente puede producir la enfermedad.
- **Sistémicos.** Actúan creando defensas en las plantas por dentro. Son absorbidos a través del follaje o de las raíces y se movilizan a toda la planta (FAO , 2010).

Ventajas climáticas

Al igual que los bioinsecticidas, los biofungicidas de elaboración artesanal constituyen una alternativa accesible, en este caso, para el control de enfermedades causadas por hongos y presentan las mismas ventajas descritas en términos de **resiliencia/ adaptación y mitigación** que los primeros. Entre estas ventajas, se puede mencionar: son de bajo costo, no afectan la fauna benéfica, no generan resistencia, son biodegradables, su impacto ambiental es muy bajo, no requieren de energía a base de combustibles fósiles para su elaboración y promueven la reducción de productos sintéticos en el sistema.

Estructura del módulo

Sesión 1. Biofermento de fósforo

Sesión 2. Caldo bordelés

Sesión 3. Caldo sulfocálcico

Sesión 4. Caldo visosa

Sesión 1. Biofermento de fósforo

Objetivos:

Los y las participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Identificar los materiales requeridos para elaborar el biofermento de fósforo.
- Describir el procedimiento y uso del biofermento de fósforo.

Tiempo:

- Dos horas.

Materiales:

- 20 litros de suero.
- 4 litros de melaza.
- 10 litros de microorganismos comerciales activos.
- 20 litros de pasto fermentado.
- 8 kg de roca fosfórica.
- 200 litros de agua de lluvia o reposada (sin cloro).
- Tanque plástico de 200 litros de capacidad.

Otros materiales:

- Manguera de 50 cm.
- Botella plástica de un litro.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el biofermento de fósforo:

1. Armar grupos de trabajo de 4 o 5 personas para realizar la práctica.
2. Colocar 40 litros de agua de lluvia o agua reposada en el tanque plástico.
3. Poner todos los materiales en el tanque plástico y agitar hasta obtener una mezcla homogénea.
4. Colocar agua hasta llenar el tanque, es importante dejar un espacio libre para los gases que se generan.
5. Cerrar herméticamente el tanque.
6. Colocar una válvula de escape de gases para iniciar la fermentación anaeróbica.
7. La válvula de escape consiste en realizar un pequeño agujero en la tapa del tanque, en el cual se coloca una manguera que finalmente se introduce en una botella con agua.
8. Dejar reposar la mezcla durante 25 a 30 días, a temperatura ambiente y bajo sombra; después de este periodo se puede utilizar.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Los biofermentos son producto del proceso de fermentación de materiales orgánicos por medio de una intensa actividad microbiológica. Se transforman en minerales, vitaminas, aminoácidos y ácidos orgánicos que servirán para la nutrición de las plantas, disminuyen la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, debido a que la riqueza de los microorganismos presentes en ellos, al ser aplicados sobre las superficies de las plantas, tienen una reacción de competencia con los microorganismos que atacan los cultivos (Restrepo, 2001).

Están compuestos básicamente de estiércol fresco disuelto en agua, melaza, suero de leche o leche, sales minerales, harinas de roca molida, entre otros componentes. El procedimiento es anaeróbico en donde diversos microorganismos son responsables de la fermentación.

Los biofermentos son un excelente sustituto de los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria. Constituyen una de las principales alternativas de las familias productoras orgánicas por su facilidad de elaboración y sus efectos positivos en la nutrición de las plantas y el suelo. Son conocidos como bioles, son abonos líquidos ricos en energía, minerales y microorganismos benéficos (Bejarano y Restrepo, 2002).

Además, los biofermentos son una fuente orgánica de nutrientes y, al ser reguladores de crecimiento, promueven un adecuado metabolismo, estimulando el desarrollo de las plantas. Se elaboran de manera sencilla, con materiales existentes en la zona y pueden utilizarse en diversas actividades agronómicas que necesitan de un mínimo costo, son efluentes (líquidos que emanan) que se producen en el proceso de fermentación de materiales orgánicos como el estiércol, plantas verdes y frutos, que al ser aplicados al suelo o a la planta logran suplir de manera parcial o total la fertilización sintética (Zagoya, Ocampo, Ocampo, Macías, y Rosa, 2015).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Son fertilizantes líquidos y tienen propiedades de fungicida.

En las hortalizas: aplicar 300 cc/bomba de 18 litros, cada 10 días.

En los frutales: 20 litros/tanque de 200 litros.

En la papa aplicar 2 veces por semana, 1 litro/bomba al follaje y 10 litros/ bomba al suelo (Tencio, 2017).



Figura 10. Biofermento de fósforo

Sesión 2. Caldo bordelés

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesitan para elaborar caldo bordelés de forma segura.
- Describir el procedimiento y uso del caldo bordelés.

Tiempo:

- 1 hora 30 minutos.

Materiales:

Para 100 litros

- 1 Kilogramo de cal viva.
- 1 kilogramo de sulfato de cobre.
- 1 Tanque de plástico de 50 litros.
- 1 Tanque de plástico de 100 litros.
- 100 litros agua reposada (sin cloro) o agua lluvia.
- 1 estaca de madera de 80 cm.

Para la elaboración de 5 litros

- 35 gramos de cal viva.
- 50 gramos de sulfato de cobre.
- 1 bidón plástico de 5 litros.
- 1 balde de 5 litros.
- 5 litros de agua de agua reposada o agua lluvia.
- 1 estaca de madera de 80 cm.

Otros materiales:

- 1 par de guantes de caucho.
- Gafas.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el caldo bordelés:

Parte 1.

Apagar la cal viva

1. En un tanque de plástico de 100 litros colocar 1 kilogramo de cal viva.
2. Añadir poco a poco 10 litros de agua y apagar la cal.
3. Dejar que se enfríe, continuar añadiendo el agua y seguir mezclando continuamente con el palo de madera hasta conseguir una lechada.
4. Enfriar la cal.
5. Tiempo de preparación: 30 minutos.

Parte 2.

Solución de sulfato de cobre

1. Si el sulfato de cobre es líquido, se debe añadir poco a poco en 5 litros de agua e ir mezclando en un balde de 10 litros. Si es sólido, primero se debe moler hasta que este lo más fino posible y proceder a mezclar con 10 litros de agua para disolver.

Parte 3.

1. Una vez que se tienen estas dos soluciones añadir poco a poco el sulfato de cobre a la cal apagada hasta formar una lechada.

Prueba de acidez - alcalinidad.

Para conocer si ya está listo el preparado del caldo bordelés, se debe introducir un clavo o un machete para comprobar si hay corrosión, si sale oxidado, se necesita añadir más cal apagada (cal lechada) hasta conseguir que el hierro no se oxide (JICA - CENTA, 2021).

Tiempo de maduración: No corresponde, se debe utilizar inmediatamente con una brocha a los tallos o de aplicación foliar con una bomba de mochila.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

El caldo bordelés es un fungicida preventivo y en plantas afectadas destruye el hongo impidiendo que la enfermedad se propague a otras partes sanas de la planta. No cura la enfermedad, solo previene que el daño continúe.

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Tabla 10. Dosis recomendada, forma y frecuencia de aplicación

Cultivo	Dosis (cc/litro)	Forma de aplicación	Frecuencia de aplicación
Ajo, Cebolla	¾ partes de caldo + ¼ de agua 15 litros del preparado de caldo bordelés + 5 litros de agua	Aspersión, bomba de mochila	Cada 7 días antes de la floración Máximo 3 aplicaciones por ciclo de cultivo
Arveja, habas, repollo, pepino, zapallo	50 % de caldo + 50 % de agua 10 litros del preparado de caldo bordelés + 10 litros de agua	Aspersión, bomba de mochila	Cada 7 días antes de la floración Máximo 3 aplicaciones por ciclo de cultivo
Tomate, papa	2/3 partes de caldo + 1/3 de agua 13,5 litros de caldo bordelés + 6,5 litros de agua	Aspersión, bomba de mochila	Deben alcanzar una altura de 30 cm Cada 7 días antes de la floración Máximo 3 aplicaciones por ciclo de cultivo
Frutales	En pasta	Se considera que 100 litros de la preparación de caldo bordelés pueden rendir para 2 500 metros cuadrados de un cultivo, aplicando con brocha	

Fuente: (INTA, 2021) (INTA, 2015)

Elaborado por: Alicia Villavicencio Pazos

Notas para recordar

Cuando se prepara y utiliza el caldo bordelés es necesario proteger las manos con guantes de caucho y los ojos con gafas de protección (FAO, 2010; INTA, 2021).

Utilizar tanques de plástico para la preparación. No usar tanques de metal.

Seguir el orden correcto de preparación: añadir siempre el sulfato de cobre disuelto a la cal apagada y no al revés.

Aplicar esta solución al atardecer para evitar lesiones en las plantas.

Aplicar el caldo bordelés hasta antes de la floración.

Máximo tres aplicaciones con intervalos de 7 días.

No guardar la solución, utilizar de manera inmediata.

No mezclar con otros productos, se aplica solo (JICA - CENTA, 2021).



Figura 11. Elaboración de caldo bordelés

Sesión 3. Caldo sulfocálcico

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Aprender a preparar el caldo sulfocálcico.
- Entender el uso del caldo sulfocálcico.

Tiempo:

- Dos horas.

Materiales:

Para la elaboración de 20 Litros

- 4 kg de azufre.
- 2 kg de cal apagada (cal hidratada).
- 1 tina metálica con capacidad para 30 litros.
- 1 fogón de leña.
- 20 litros de agua.
- 1 estaca de madera de 80 cm.

Para la elaboración de 5 Litros

- 1 kg de azufre.
- 500 gramos de cal apagada (cal hidratada).
- 1 tina metálica con capacidad para 20 litros.
- 1 fogón de leña.
- 5 litros de agua.
- 1 estaca de madera de 80 cm.

Otros materiales:

- 1 par de guantes de caucho.
- 1 mascarilla KN95 para polvo.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el caldo sulfocálcico

1. Armar grupos de cuatro o cinco personas para realizar la práctica.
2. Poner a hervir los 5 o 20 litros de agua necesarios para la preparación.
3. Cuando el agua hierva colocar la mezcla de azufre y la cal.
4. Durante 45 a 60 minutos no dejar de revolver con el palo de madera, para que no se asiente y requeme la base de la tina metálica.
5. Una vez que ha hervido por al menos 45 minutos, dejar reposar fuera del fuego y enfriar aproximadamente 7 horas para 20 litros y 4 horas para 5 litros del preparado.

Nota para recordar

El azufre es inflamable con el fuego.

Tiempo para maduración: Se considera el tiempo de enfriado (aproximadamente 7 horas para 20 litros y 2 horas para 5 litros).

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

El caldo sulfocálcico es un caldo mineral muy útil para controlar enfermedades ocasionadas por hongos en los cultivos. También controla plagas en hortalizas y aporta nutrientes para el crecimiento, floración y fructificación de las plantas (Portalfruticola, 2021).

Recomendaciones de Uso y Aplicación:

Mezclar 1 litro del caldo sulfocálcico en 25 litros de agua, aplicar cada 15 días.

No utilizarlo en cultivos de leguminosas en floración.

No utilizarlo en cucurbitáceas, envejece la planta prematuramente (JICA - PROPA; INTA, 2015).

Notas para recordar:

Hacer un fogón con leña, para que exista buena ventilación.

Al añadir la mezcla del azufre y cal tener la precaución de no dejar caer al fuego porque es inflamable.

Durante el tiempo de reposo dejar fuera del alcance de los niños y/o animales domésticos (JICA - PROPA).

Al envasar utilizar frascos o envases de plástico de color oscuro.

Colocar la fecha de elaboración.

Tiempo de vida útil 8 meses, envasado, sin abrir y sin exposición ni al aire ni a la luz.



Figura 12. Elaboración de caldo sulfocálcico

Sesión 4. Caldo visosa

Objetivos:

Al finalizar la práctica las y los participantes estarán en la capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesitan para elaborar el caldo visosa.
- Describir el procedimiento y uso del caldo visosa.

Tiempo:

- 1 hora.

Materiales:

Para preparar 100 litros

- 500 g de sulfato de cobre.
- 500 g de cal hidratada.
- 600 g de sulfato de zinc.
- 400 g de sulfato de magnesio.
- 400 g de ácido bórico.
- 1 recipiente plástico (A) de 60 litros de capacidad.
- 1 recipiente plástico (B) de 100 litros de capacidad.
- 1 Machete o pedazo de hierro.
- 100 litros de agua (Bejarano y Restrepo, 2002).

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el caldo visosa

1. Armar grupos de cuatro o cinco personas para realizar la práctica.
2. Colocar en el recipiente plástico (A) 50 litros de agua y disolver el sulfato de cobre, zinc, magnesio y ácido bórico.
3. En el tanque de capacidad de 100 litros (recipiente B), colocar 50 litros de agua y diluir la cal.
4. Mezclar la solución del recipiente A en el tanque B (nunca al revés) y revuelva constantemente.
5. El caldo sulfocálcico está listo para usarse.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Los “caldos minerales fríos” consisten en insumos naturales que se preparan a partir de diferentes minerales disueltos en agua fría. Estos caldos permiten controlar en forma preventiva a los agentes patógenos que ocasionan enfermedades bacterianas y fúngicas en los cultivos productivos (INTA, 2020).

El caldo visosa tiene origen mineral, fue desarrollado por el profesor Joao Da Cruz Filho, titular del departamento de Fitopatología de la Universidad Federal de Visosa, apareció oficialmente publicado extra universidad, el 12 de mayo de 1982 en Visosa, en el informe técnico No. 23 de 4 páginas del Consejo de Extensión de esa universidad, ahí se menciona “El caldo Visosa es una suspensión coloidal, compuesta de complejos minerales con cal hidratada (hidróxido de calcio), específicamente desarrollado para el control de la roya del café”.

Un equipo de profesores de los departamentos de fitopatología, fitotecnia y suelos, del centro de ciencias agrarias, comprobaron los efectos benéficos del caldo visosa que además de controlar la roya y el ojo pardo (*cercospora*) del café, redujo significativamente la ocurrencia del minador de la hoja. Además de estos aspectos, permitió corregir deficiencias minerales, lo que retardó la caída de las hojas y mantuvo las plantas más vigorosas para la producción del año siguiente. Finalmente, el equipo de investigadores concluyó que el caldo Visosa fue superior a los fungicidas a base de oxiclورو de cobre y bayleton, en los aspectos de la eficiencia de su acción fungicida y en el aumento de su productividad, aparte de constituirse en un producto más barato en las manos de los productores.

Este preparado o caldo mineral, que inicialmente fue lanzado públicamente como un novedoso fungicida para el control de la roya del café (*Hemileia vastatrix*), ha sido adaptado por los agricultores en muchos países para su aplicación no solo en sus cafetales sino en otros cultivos como uvas, hortalizas y frutales (Restrepo J. , El A,B,C de la agricultura orgánica y harina de rocas., 2007).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Para 1 500 cafetos o árboles frutales se aplica el caldo visosa de acuerdo con la altura del cultivo Tabla 1.

Tabla 11. Recomendación de caldo visosa para cafetos y árboles frutales

Altura de plantas en metros	Litros de caldo Visosa
0,5	100
1,0	200
1,5	300
2,0	400

Fuente: (Restrepo J. , El A,B,C de la agricultura orgánica y harina de rocas., 2007)

Elaborado por: Gabriela Narváez

Según Restrepo (2007) en frutales y en café, se recomienda realizar aplicaciones cada 30 días cuando no estén floreciendo.

Las aplicaciones del caldo en los cultivos de tomate, pimiento y otras hortalizas de hojas, como el repollo y las coles, se realizan en la concentración de 1:1, o sea, una parte (50 %) de caldo mezclado con una parte (50 %) de agua.

Esta misma recomendación se puede aplicar para el cultivo de la papa. Lo más importante es ir ajustando las diluciones de acuerdo con lo observado directamente en el terreno.

Plátano y banano: Para controlar las principales enfermedades de las musáceas, como la sigatoka, se recomienda la aplicación del caldo visosa puro, enriquecido con jabón o melaza de caña de azúcar al 2 % para facilitar su adherencia, principalmente en lugares muy lluviosos.



Figura 13. Elaboración de caldo visosa

MÓDULO

4

Elaboración de biofertilizantes



Introducción

Los biofertilizantes son insumos formulados con uno o varios microorganismos benéficos, que aumentan la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Estos biofertilizantes pueden presentar grandes ventajas como la producción a menor costo, la protección del ambiente y el aumento de la fertilidad y biodiversidad del suelo. Se usan abundantemente en agricultura orgánica, sin embargo, es factible y ampliamente recomendable aplicarlos de manera integral en cultivos intensivos en el sistema tradicional (Intagri, 2020).

Las ventajas del uso de biofertilizantes se presentan en el aprovechamiento del suelo, la captación de agua, la asimilación de nutrientes y la protección contra patógenos. La producción es de bajo costo, aumenta el rendimiento de los cultivos y no degradan el suelo (González, 2019).

Según Intagri (2020) por su uso los biofertilizantes se dividen en 4 grandes grupos: fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, captadores de fósforo y promotores del crecimiento vegetal.

Fijadores de nitrógeno: Las bacterias fijadoras de nitrógeno que se desarrollan de forma natural en el suelo, representan un biofertilizante ecológico y se dividen en dos grupos: Las simbióticas, como *Rhizobium*, específicas de las leguminosas y las libres, que viven en el suelo y no necesitan a la planta para su reproducción, como *Azotobacter* y *Azospirillum*.

Solubilizadores de fósforo: Son los microorganismos que realizan el paso de formas orgánicas del fósforo a formas inorgánicas, de formas insolubles a solubles. Esta transformación, de fosfatos insolubles a formas disponibles para las plantas, se obtiene por procesos de quelación, reducción de hierro y producción de ácidos orgánicos.

Captadores de fósforo: Las micorrizas (unión entre hongos y raíces) son captadoras de fósforo, penetran o se unen a las raíces para que éstas les proporcionen los alimentos necesarios y con ello cumplan su ciclo de vida, se alimentan de exudados de la raíz ricos en azúcares. La presencia de las micorrizas en el medio favorece al sistema radical, ayudando a la planta a una mejor absorción de agua y de los nutrientes, así como a la defensa contra patógenos.

Promotores de crecimiento vegetal: Estos son microorganismos que, durante su actividad metabólica, son capaces de producir y liberar sustancias reguladoras de crecimiento para las plantas.

Funciones de los principales ingredientes de los biofertilizantes

Según Restrepo (2007) cada ingrediente del que está compuesto el biofertilizante aumenta la sinergia de la fermentación para obtener una buena disponibilidad de los nutrientes para la vida de las plantas y del suelo.

Leche: Al igual que la melaza, la leche reaviva el biopreparado, aporta proteínas, vitaminas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de fermentación del biofertilizante. La leche es el medio propicio para la reproducción de la microbiología de la fermentación.

Melaza: La principal función es aportar la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico, para que el proceso de fermentación se potencialice. La melaza, aunque en menor escala, aporta algunos minerales, como calcio, potasio, fósforo, boro, hierro, azufre, manganeso, zinc y magnesio.

Sales minerales: Activan y enriquecen la fermentación y tienen como función principal, nutrir y fertilizar el suelo y las plantas. Cuando las sales se fermentan con otros componentes como el estiércol fresco de vaca, cobran vida a través de la digestión y el metabolismo de los microorganismos presentes en el tanque de la fermentación.

Estiércol de vaca: Aporta los ingredientes vivos (microorganismos) para que ocurra la fermentación del biofertilizante. Aporta inóculos o semillas de levaduras, hongos, protozoos y bacterias. Estos microorganismos son responsables de digerir, metabolizar y colocar de forma disponible para las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos que se encuentran en el caldo vivo que se está fermentando en el tanque.

Agua: Es el medio líquido donde se multiplican todas las reacciones bioenergéticas y químicas de la fermentación anaeróbica del biofertilizante. Es importante resaltar que muchos microorganismos presentes en la fermentación, tales como levaduras y bacterias, viven más uniformemente en la masa líquida, donde al mismo tiempo se transfieren los productos

sintetizados como enzimas, vitaminas, péptidos, promotores de crecimiento, entre otros.

Ventajas climáticas

La utilización de biofertilizantes constituye una oportunidad para mejorar y expandir el potencial productivo de los suelos y los cultivos, sin agredir el medio ambiente.

Resiliencia/adaptación: Los biofertilizantes brindan buenos rendimientos en las cosechas, favorecen el crecimiento de frutos sanos y resistentes al ataque de plagas, ofrecen facilidades para su aplicación y su producción es de bajo costo. Además, los nutrientes esenciales contenidos en los fertilizantes biológicos poseen características fisicoquímicas y biológicas apropiadas para el suelo, lo que implica el aumento de la fertilidad y biodiversidad del suelo (Carvajal y Mera, 2010). Ayudan a disminuir o evitar la contaminación producida por fertilizantes químicos tradicionales en los cuerpos de agua y el suelo (Chirinos, Leal, y Montilla, 2006).

Mitigación: Los fertilizantes biológicos actúan como sustitutos de fertilizantes químicos tradicionales, con lo cual se ayuda a disminuir los GEI generados en la elaboración de estos productos (Carvajal y Mera, 2010). Suelen necesitar menos energía (combustibles fósiles) para su elaboración. Sus beneficios para la salud del suelo favorecen a la absorción de carbono.

Estructura del módulo

- Sesión 1. Elaboremos biobertilizante para engrose de frutos.
- Sesión 2. Elaboremos fosfitos orgánicos con harina de huesos.
- Sesión 3. Elaboremos el biobertilizante a base de microorganismos benéficos enriquecidos con minerales.
- Sesión 4. Elaboremos el biobertilizante supermagro enriquecido con minerales.
- Sesión 5. Elaboremos humato de potasio.
- Sesión 6. Elaboremos biocarbón inoculado con microorganismos benéficos para las plantas.
- Sesión 7. Elaboremos el biofertilizante a base de calabaza.

Sesión 1. Elaboremos biofertilizante para engrose de frutos

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesitan para elaborar el biofertilizante para engrose de frutos.
- Elaborar un biofertilizante para engrose de frutos, con materiales asequibles para quien produce.
- Conocer las dosis y forma de aplicación en los cultivos.

Tiempo:

- Tres horas.

Materiales:

Para preparar 200 litros de biofertilizante se necesita:

- 3 kilos de fosfitos.
- 2 kilos de roca fosfórica.
- 3 kilos de bórax o ácido bórico.
- 2 kilos de sulfato de magnesio.
- 2 kilos de harinas de rocas.
- 2 kilos de carbonato de calcio.
- 100 litros de agua o suero de leche.
- 1 tanque de 200 litros.
- 60 litros de microorganismos comerciales.
- 2 galones de melaza.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar el biofertilizante para engrose de frutos:

Parte 1.

1. Colocar el agua o suero de leche hasta la mitad del tanque.
2. Añadir 60 litros de microorganismos comerciales líquidos.
3. Realizar un agujero en la tapa hermética del tanque y conectar un tubo con manguera de escape de gases de fermentación, además enlazar a una botella con agua para el burbujeo; siempre dejar la mezcla tapada de manera hermética.
4. Dejar unos 3 o 4 días para esta primera fermentación.

Parte 2.

1. Agregar los fosfitos, roca fosfórica, harina de rocas, sulfato de magnesio, carbonato de calcio y bórax disueltos en 20 litros del fermento anterior, luego añadimos al tanque e incorporamos 2 galones de melaza.
2. Cerrar herméticamente y dejar fermentado por 30 días.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Los microorganismos utilizados en los biofertilizantes son clasificados dentro de dos grupos:

- En el primer grupo están los microorganismos con capacidad de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico lo que mejora en la planta la tolerancia al estrés por sequía, salinidad, metales tóxicos y exceso de pesticidas.
- El segundo grupo incluye microorganismos capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos (Bojórquez, Dagoberto, y Gutiérrez, 2010).

A los 30 días de fermentación los biofertilizantes, enriquecidos con cenizas, sales minerales y harina de rocas molidas, estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal. Cuando los biofertilizantes están listos, sus efectos pueden ser entre 10 y 100 000 veces superiores en micronutrientes recomendados técnicamente por la agroindustria para ser aplicados a los cultivos (Restrepo J., 2007).

Durante la fase de cuajado del fruto la planta requiere un mayor aporte de nutrientes y la deficiencia de estos elementos puede llevar a una maduración irregular, impidiendo en muchos casos la plena formación de los frutos. Los síntomas de carencia de nutrientes son fáciles de observar los frutos son pequeños y con coloración no uniforme, con manchas amarillas en zonas que no llegan a madurar. La falta de nutrientes también deja tallos débiles, clorosis y bordes quemados en las hojas. Las plantas sin nutrientes tienen poca resistencia a plagas y enfermedades, así como una mayor susceptibilidad a heladas y sequías (Restrepo J. , 2016). Por esta razón se debe utilizar biofertilizantes orgánicos que favorezcan el desarrollo completo de la planta y mejoren el sistema de defensa.

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Tabla 12. Instrucción de uso en los cultivos

Cultivo	Dosis	Frecuencia de aplicación
Hortalizas	50 – 70 cc/l (foliar)	Cada 7 días
Frutales		

Fuente: Restrepo, 2020

Elaborado por: Cristhian Torres



Figura 14. Elaboración de biofertilizante para engrose de frutos

Sesión 2. Elaboremos fosfitos orgánicos con harina de huesos

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesita para elaborar fosfitos.
- Elaborar fosfitos con materiales fáciles de conseguir para las y los productores.
- Conocer las dosis y la forma de aplicación de fosfitos en los cultivos.

Tiempo:

- 3 horas la primera parte y la segunda parte tendrá una duración de 2 horas.

Materiales:

- 10 kilos de cascarilla de arroz.
- 3 kilos de harina de hueso.
- 0,5 kilos de roca fosfórica.
- 1 tanque metálico de 200 litros.
- 1 parrilla de hierro de 15 a 20 centímetros de altura.
- 1 tubo de 3 a 4 pulgadas de diámetro de hasta 2 metros.
- 1 zaranda de 1 metro cuadrado.
- 1 rodillo.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar fosfitos orgánicos con harina de huesos:

Parte 1.

1. Armar grupos de trabajo de 4 o 5 personas para realizar la práctica.
2. Soldar cuatro patas metálicas en el tanque metálico.
3. Por debajo de la parrilla encender una fogata y colocar por encima de la parrilla el tanque metálico.
4. Añadir dentro del tanque los huesos (mandíbulas y cabezas de animales) hasta que se calcinen.
5. Dejar que los huesos se enfríen.
6. Moler los huesos calcinados con el rodillo y cernir para obtener la harina de huesos.

Parte 2.

1. Al tubo metálico de 3 o 4 pulgadas de diámetro y 2 m de alto soldar cuatro patas, que le den una altura de 20 cm.
2. Por debajo de las patas del tubo encender una fogata.
3. Añadir la cascarilla de arroz alrededor de la base del tubo metálico.
4. Colocar la harina de huesos.
5. Poner roca fosfórica.
6. Colocamos cascarilla de arroz para que se realice la combustión, se puede colocar los materiales en varias capas.
7. Terminada la combustión cosechar los fosfitos y colocar en un lugar fresco.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Los fosfitos son compuestos eficaces para el control de protozoarios, oomycetes, hongos, bacterias y nematodos fitoparásitos, sin embargo, en comparación con los fungicidas convencionales sintetizados suelen ser menos eficaces. Los niveles de eficacia de los fosfitos para resolver problemas fitopatológicos están en relación con: organismo problema, planta hospedante e ion unido al fosfito. Por su eficiente translocación en tejido vegetal, los fosfitos se pueden suministrar al follaje, a los tallos, a las raíces y a los frutos. Los efectos profilácticos de los fosfitos son diversos e incluyen la estimulación de los mecanismos de defensa bioquímica y estructural en las plantas. Además, tienen una acción directa que restringe el crecimiento, desarrollo y reproducción de los organismos fitoparásitos (Yáñez, 2018).

Según Estrada, Trejo y Gómez (2011), demostraron en el cultivo de fresa, que, si se adicionan fosfitos a la solución nutritiva en etapa inicial y en etapa de fructificación, manteniendo los niveles óptimos de P de acuerdo con la solución de Stainer (1984) se obtienen resultados positivos en cuanto a rendimiento (955,63 g por planta).

Lovatt (1999) demostró que en naranja Navel (60,8 kg por árbol) al realizar aplicaciones foliares de fosfitos se incrementó el rendimiento, lo que aumentó el número de frutos por árbol. A su vez, Albrio (1999), encontró efecto positivo en naranja valencia, en Florida, Estados Unidos. Esto se evidenció en el número de flores, sólidos solubles totales y rendimiento al usar fosfitos con la aspersion.

El trabajo que realizaron Moor, Poldma y Tonutare (2009) indicó que no se inhibe ni promueve el crecimiento de plantas de fresa al fertilizar con fosfitos. En cuanto al rendimiento, no hubo ninguna ventaja al usar fosfitos como fertilizante en comparación con fosfatos; sin embargo, la aplicación foliar con fosfitos modificó el sabor de la fruta debido a que se incrementó su acidez, por tanto, disminuyó la concentración de azúcares. También encontraron que las plantas que recibieron aplicaciones de fosfitos, activaron los mecanismos de defensa por lo que aumenta el ácido ascórbico en las frutas y contenido de antocianinas.

Los microorganismos del suelo son capaces de asimilar fosfitos y liberar fosfatos, ganando energía y nutrientes durante esta conservación biológica. El tiempo promedio para la oxidación de fosfitos a fosfato en el suelo

es de aproximadamente 3 a 4 meses. Sin embargo, debido a su gran solubilidad, cuando se aplica fosfito al suelo, está más disponible para los microorganismos y para las raíces de las plantas que el fosfato (Intagri, 2020).

Los fosfitos se utilizan para la preparación de biofertilizantes, activación de microorganismos y aplicación en drench al suelo (Restrepo, 2020).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Tabla 13. Instrucción de uso en los cultivos

Cultivo	Dosis	Frecuencia de aplicación
Hortalizas	10 – 15 g/l (foliar)	Cada 7 días
Frutas	100 – 125 g/l (drench)	Cada 30 días

Fuente: Restrepo 2020

Elaborado por: Cristhian Torres



Figura 15. Elaboración de fosfitos orgánicos con harina de huesos

Sesión 3. Elaboremos biofertilizante a base de microorganismos benéficos enriquecidos con minerales

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesitan para elaborar el biofertilizante a base de microorganismos.
- Elaborar un biofertilizante a base de microorganismos enriquecidos con minerales.
- Determinar las dosis y forma de aplicación en los cultivos.

Tiempo:

- 1 hora la primera parte y luego de 4 días la segunda parte que tendrá una duración de 30 minutos.

Materiales:

- 10 litros de suero.
- 20 litros de melaza.
- 1 kg de harina de roca.
- 1 kg de roca fosfórica.
- 2 kg de fosfitos.
- 10 kg de microorganismos comerciales.
- 2 kg de cáscara de camarón molido.
- 2 kg de sulfato de zinc.
- 1800 g de sulfato de magnesio.
- 1 kg de sulfato de manganeso.

- 1 kg de bórax.
- 1 kg de sulfato de calcio.
- 1 kg de sulfato de hierro.
- 500 g de sulfato de cobre.
- 1 tanque de 200 litros.
- 2 baldes de 25 litros.
- Manguera de 40 o 50 cm de media pulgada.
- Acople plástico de media pulgada.
- Botella plástica de capacidad de 1 a 2 litros.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar biofertilizante a base de microorganismos:

Parte 1.

1. Colocar 100 litros de agua en el tanque de 200 litros de capacidad.
2. Disolver 10 litros de melaza, luego incorporar 10 litros de suero, 1 kilo de harina de roca, 1 kilo de roca fosfórica, 2 kilos de fosfitos y mezclar hasta homogenizar.
3. En una malla de tela colocar los 10 kilos de microorganismos sólidos simulando una bolsa de té.
4. En una bolsa de tela pequeña añadir 2 kilos de cáscara de camarón molido.
5. Colocar las dos bolsas preparadas en el tanque de 200 litros.
6. En la tapa del tanque realizar un agujero e introducir un acople de media pulgada y conectar la manguera.

7. Tapar herméticamente el tanque y colar la manguera hasta enlazar a una botella con agua para el burbujeo de los gases de fermentación.
8. Dejar la fermentación por 4 días para activar los microorganismos.

Parte 2.

1. A los 4 días abrir el tanque y retirar un balde de 10 litros del producto preparado, luego añadir el sulfato de zinc, sulfato de magnesio, sulfato de manganeso, bórax, sulfato de calcio, sulfato de hierro y sulfato de cobre.
2. Mezclar en el balde cada mineral hasta disolverlo, luego colocar esta mezcla en el tanque de 200 litros y añadir 10 litros de melaza.
3. Colocar agua hasta aproximadamente 20 cm bajo el nivel superior del tanque y mezclar.
4. Tapar de forma hermética el tanque y colocar la manguera hasta enlazar a una botella con agua para el burbujeo.
5. Después de un total de 34 días la fermentación con los microorganismos benéficos enriquecidos con minerales está lista para ser aplicada.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Se llaman microorganismos a las comunidades de hongos, bacterias y levaduras; se caracterizan por ser muy diversos y estar adaptados al ambiente. También se les llama benéficos, porque aportan grandes beneficios y contribuyen a la calidad y fertilidad del suelo (Cardozo, 2020).

Pertencen a cuatro grupos de microorganismos: bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico, hongos y levaduras. Las bacterias fotosintéticas son un grupo de microorganismos que sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, azúcares de las secreciones provenientes de las raíces y materia orgánica; estas bacterias promueven el desarrollo y crecimiento de la planta. Las bacterias lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares, este ácido actúa como compuesto esterilizante que ayuda a prevenir el crecimiento de microorganismos dañinos en las raíces de las plantas.

Los hongos de fermentación y levaduras como la *Saccharomyces* spp. sintetizan sustancias antimicrobianas, aminoácidos, azúcares, también hormonas y enzimas que promueven la división celular de los tejidos de la raíz de la planta. Los actinomicetos también se benefician de los productos de las levaduras para ejercer sus funciones en los biofertilizantes (Zeballos, 2017).

Los microorganismos se utilizan en la preparación de biofertilizantes biológicos para acelerar el proceso de metabolismo de la materia orgánica, aumentan la productividad de los cultivos, así como la calidad de los productos, estimulan la germinación de semillas y crecimiento de las raíces. Los microorganismos además aumentan el grado de protección natural de los cultivos hacia organismos causantes de enfermedades (Carmona, 2017).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Tabla 14. Instrucción de uso en los cultivos

Cultivo	Dosis	Frecuencia de aplicación
Hortalizas	50 – 70 cc/l (foliar)	Cada 7 días
Frutales		

Fuente: Restrepo, 2020

Elaborado por: Cristhian Torres



Figura 16. Elaboración de biofertilizante a base de microorganismos benéficos enriquecidos con minerales

Sesión 4. Elaboremos biofertilizante supermagro enriquecido con minerales

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los materiales que se necesita para realizar el biofertilizante supermagro.
- Elaborar un biofertilizante supermagro enriquecido con minerales.
- Determinar las dosis y forma de aplicación en los cultivos.

Tiempo:

- 2 horas la primera parte y luego de 30 días la segunda parte que tendrá una duración de 30 minutos cada tres días para cada micro elemento.

Materiales:

Para preparar 200 litros de biofertilizante se necesita:

- 40 kg de estiércol de vaca fresca.
- 18 litros de suero de leche.
- 2 litros de melaza.
- 1 kg de fosfitos o ceniza.
- 1 kg de harina de rocas (basáltica).
- 1 kg de harina de rocas (fosfórica).
- 150 g de levadura.
- 2 kg de sulfato de zinc.
- 1800 g de sulfato de magnesio.
- 600 g de sulfato de hierro.

- 300 g de sulfato de manganeso.
- 1 kg de bórax.
- 2 kg de cloruro de calcio o sulfato de calcio.
- 150 g de molibdato de sodio.
- 50 g de cloruro de cobalto.
- 500 g de sulfato de cobre.
- 1 tanque de 200 litros.
- 2 baldes de 25 litros.
- 1 colador o cernidor.
- Manguera de 40 o 50 cm de media pulgada.
- Acople plástico de media pulgada.
- Botella plástica de capacidad de 1 a 2 litros.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar biofertilizante supermagro:

Parte 1.

1. Añadir en el tanque de 200 litros, 50 kilos de estiércol de vaca fresca, luego colocar un 1 kilo de fosfito, harina de rocas y roca fosfórica, respectivamente.
2. En un balde de 25 litros, diluir 2 kilos de melaza en 20 litros de suero, luego agregar 150 gramos de levadura y mezclar hasta que se active la levadura, a continuación, incorporar esta mezcla al tanque de 200 litros.
3. Añadir agua hasta aproximadamente 20 cm bajo el nivel superior del tanque y mezclar hasta obtener una solución uniforme.

4. En la tapa del tanque hacer un agujero e introducir un acople de media pulgada y conectar la manguera.
5. Tapar el tanque y colocar la manguera hasta enlazar a una botella con agua para el burbujeo de los gases de fermentación.
6. La fermentación dura 30 días aproximadamente, donde presenta varias etapas de maduración.
7. El supermagro sencillo, luego de colarlo, dura 30 días.

Parte 2.

Una vez obtenido el supermagro sencillo, procedemos a incorporar los microelementos para enriquecer el biofertilizante, de la siguiente manera:

1. Tomar 5 litros del supermagro preparado en un balde, disolver 2 kg de sulfato de zinc e incorporar nuevamente al tanque.
2. Añadir en el tanque 1 litro de leche y 1 litro de melaza, mezclar hasta obtener una solución uniforme.
3. Cerrar el tanque de manera hermética por 30 días.
4. El mismo procedimiento se realiza cada tres días para cada elemento (sulfato de magnesio, sulfato de hierro, sulfato de manganeso, bórax, cloruro de calcio, molibdato de sodio, cloruro de cobalto y sulfato de cobre).
5. El producto final es un líquido de color marrón, verdoso oscuro y de olor agradable. Se recomienda utilizar la preparación en los siguientes 6 meses, aunque la experiencia ha mostrado que puede durar más tiempo.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

En Brasil ha surgido una alternativa al uso de fertilizantes sintéticos: el supermagro, que es un biofermento enriquecido, que se obtiene con la fermentación, en condiciones aerobias o anaerobias, de estiércol vacuno, agua, leche o suero, minerales provenientes de materiales calcáreos o cenizas, y melaza. Este biofermento fue desarrollado por el técnico agrícola Delvino Magro. En la actualidad, existen diversas variaciones del biofermento, dependiendo de los ingredientes empleados. Pero en general esta mezcla aporta al suelo: carbón, minerales (como boro, magnesio, zinc, manganeso, azufre, nitrógeno, cobre, entre otros), aminoácidos, vitaminas y hormonas componentes indispensables para el crecimiento equilibrado de las plantas. Además este biofertilizante ofrece una fuerte carga de microorganismos benéficos (Manríquez, 2016).

La aplicación de enmiendas orgánicas a los cultivos es importante, porque aportan nutrientes, materia orgánica y microorganismos que aceleran la degradación de la materia orgánica, compiten contra patógenos y producen sustancias como fitohormonas. Los biopreparados como el supermagro son herramientas útiles para la agroecología. Es importante caracterizarlos con el fin de perfeccionar sus formulaciones y aplicación, y maximizar sus aportes tanto al rendimiento de los cultivos como a la salud del suelo y la sustentabilidad del agroecosistema (Lassevich, 2020).

Según Restrepo (2020) las funciones de los ingredientes del supermagro están dadas por el estiércol de vaca, es el inóculo microbiológico principal de hongos como el *Bacillus subtilis*, que permite dar el impacto positivo en el desarrollo de los cultivos. El suero de leche es la principal proteína para que los microorganismos se multipliquen, la melaza aporta la energía, además las harinas de rocas y fosfitos son los minerales que vamos a entregar a las plantas, debido a que el estiércol de vaca no es muy rico en minerales. La levadura es el arranque de la fermentación, que después se transforma en proteína.

La fermentación del supermagro a los 30 días está en inicio de maduración, sin embargo, se aplica en todos los cultivos que estén en desarrollo vegetativo.

A los 60 días está semimaduro, ha finalizado la fermentación y se puede aplicar en todos los cultivos que estén en desarrollo vegetativo e inicio de llenado de frutos.

La maduración completa de biofertilizante está dada a los 90 días y puede ser aplicado en todos los cultivos en todas las fases de desarrollo y producción.

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Tabla 15. Instrucción de uso en los cultivos:

Cultivo	Dosis	Frecuencia de aplicación
Hortalizas	50 – 70 cc/l (foliar)	Cada 7 días
Frutales		

Fuente: Restrepo, 2020

Elaborado por: Cristhian Torres



Figura 17. Elaboración de biofertilizante supermagro enriquecido con minerales

Sesión 5. Elaboremos humato de potasio

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Identificar los materiales requeridos para elaborar el humato de potasio.
- Describir el procedimiento y uso del humato de potasio.

Tiempo:

- Una hora.

Materiales:

- 3 kg de hidróxido de potasio.
- 50 kg de humus de lombriz.
- Recipiente plástico con capacidad de 100 litros.
- 100 litros de agua.
- Palo de madera.
- Plástico.
- Colador (Restrepo J. , Agroecology, 2019).

* En caso de que se pueda conseguir **leonardita** utilizar 5-10 kg en lugar del humus.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar humato de potasio:

1. Colocar los 50 kilos de humus en el recipiente que contiene 100 litros de agua.
2. En un recipiente que contenga 1 litro de agua colocar los 3 kg de hidróxido de potasio, disolver con mucho cuidado, evitar que el hidróxido entre en contacto con la piel porque puede ocasionar quemaduras.
3. Colocar el hidróxido de potasio disuelto en el tanque plástico que contiene el agua con el humus.
4. Mezclar con la ayuda de un palo de madera y dejar reposar.
5. Tapar con un plástico.
6. Revolver 2 veces al día durante 3 o 4 días.
7. Transcurrido el tiempo indicado colar la preparación previa a ser utilizada.
8. Envasar en recipientes oscuros.
9. Almacenar en lugar fresco y oscuro.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

El humato de potasio es el resultado de una **hidrólisis alcalina** en agua de leonardita mineral para la obtención de ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR). Con este proceso se puede obtener tres elementos esenciales (potasio, ácidos húmicos y pequeñas trazas de ácidos fúlvicos) para el desarrollo de las plantas.

Generalmente se toma como referencia para la obtención de los ácidos húmicos el humus de lombriz, compost, estiércol o algún sustrato comercial rico en materia húmica. De todos ellos, la Leonardito es el componente mineral con el que se obtiene más cantidad de estos ácidos. Su extracción por medio de hidrólisis o quelato ronda entre un 40 % de ácidos húmicos y un 85 % de ácidos fúlvicos.

La leonardita es una sustancia vegetal humificada, muy rica en materia orgánica, en un estado intermedio de transformación entre la turba y el lignito. Tiene su origen en el enterramiento de materiales vegetales desde hace millones de años y suele encontrarse en las capas superiores de las minas a cielo abierto de lignito (carbón) (Murillo, 2021).

¿Qué son realmente los ácidos húmicos?

Según Murillo (2021), los ácidos húmicos están presentes en los suelos y son la parte más activa de la materia orgánica. Son una mezcla de moléculas orgánicas complejas que se forman por descomposición y oxidación de la materia orgánica. Por tanto, la humificación es un proceso progresivo que lleva a la formación de ácidos húmicos.

Tanto los ácidos húmicos como los fúlvicos son solubles en medio básico y, por ello, se emplea para extraerlos en forma líquida, un extractante alcalino, generalmente hidróxido potásico.

Al ponerlos en medio ácido, los húmicos precipitan por ser insolubles en este medio, mientras que los fúlvicos, se mantienen en fase líquida al ser solubles en medio ácido (Murillo, 2021).

Beneficios del uso de humato de potasio:

- Incrementa la resistencia de las plantas ante ataques de patógenos por la acción de fenoles disponibles en los ácidos húmicos.

- Previene las enfermedades favoreciendo la actividad de la planta y con ello su inmunidad con la invasión de parásitos en las células.
- Estimula el crecimiento de la vida microbiológica del suelo, especialmente en los hongos micorrizas y hongos antagonistas, produciendo un equilibrio biológico en la zona radicular o de las raíces (Agricultura, 2020).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Riego: 0,5 a 1 %, es decir, por cada litro de agua añadir 10 ml de humato de potasio.

Foliar: 0,5 a 3 %, es decir, por cada litro de agua añadir 30 ml de humato de potasio (Agricultura, 2020).



Figura 18. Elaboración de humato de potasio

Sesión 6. Elaboremos biocarbón inoculado con microorganismos benéficos para las plantas

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesita para elaborar el biocarbón.
- Elaborar biocarbón con materiales accesibles para los productores.
- Conocer las dosis y forma de aplicación en los cultivos.

Tiempo:

- Dos horas.

Materiales:

Para preparar biocarbón se necesita:

- 100 kilos de carbón.
- 5 litros de microorganismos comerciales activados de forma líquida.
- 10 kilos de microorganismo comerciales sólidos.
- 5 litros de melaza.
- 20 litros de agua.
- 1 tanque de 160 litros con tapa hermética.
- 2 baldes plásticos de 20 litros.
- 1 pala de mano.
- 1 metro cuadrado de malla metálica de 1 mm.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar biocarbón:

1. Disolver en 10 litros de agua los 5 litros de melaza.
2. Tomar 5 litros de microorganismos comerciales líquidos y añadir 10 litros de agua.
3. Triturar o moler el carbón hasta que se desmenuce y colocar en el piso.
4. Añadir la melaza diluida y los microorganismos comerciales líquidos alrededor del carbón.
5. Mezclar con la ayuda de una pala hasta que se homogenicen todos los productos líquidos aplicados.
6. Colocar 10 kilos de microorganismos comerciales sólidos alrededor del biocarbón y revolver.
7. Poner el biocarbón en el tanque de 160 litros y tapar herméticamente por 30 días.
8. Sacar el biocarbón del tanque y cernir con la ayuda de una malla metálica, luego guardar nuevamente en el tanque.
9. El producto final debe estar fermentado y presentar un olor dulce agradable.
10. Reposar durante 15 a 18 días, luego de este tiempo se puede extraer el producto para su uso.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

El biocarbón es un producto que se obtiene sólo donde hay suficiente biomasa disponible, tal es el caso de los subproductos de actividades agroforestales o residuos orgánicos urbanos, que pueden ser usados como materia prima. Existen experiencias positivas derivadas de la aplicación de biocarbón al suelo, que generan una mejoría en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo que se traduce en un aumento de la productividad de los cultivos. El biocarbón, por ser una forma recalcitrante de carbono, actúa como reservorio de larga duración de este elemento, retardando su retorno a la atmósfera como CO₂, situación que contribuye a mitigar el cambio climático (Escalante, 2016).

Según Zheng, Wang y Deng (2013), hay reportes en donde el biocarbón puede retener temporalmente nitrógeno soluble en su estructura y liberarlo más lentamente que los productos inorgánicos, por lo que incrementa la eficiencia de este elemento y la productividad de los cultivos.

También se ha considerado que el empleo de nuevas tecnologías como el uso de biofertilizantes, microorganismos y fertilizantes minerales para mejorar una deficiente fertilidad del suelo, podría verse apoyada por el empleo del biocarbón (Yamoah, Bationo, y Shapiro, 2002).

El biocarbón provoca cambios positivos en el suelo; por lo tanto, favorece las propiedades y el crecimiento de los cultivos (Ippolito, Lentz, y Novak, 2011). Además, contribuye a reducir el impacto del cambio climático, por estar constituido principalmente por formas resistentes a la oxidación, con lo que el carbono puede permanecer por largo tiempo en el suelo sin regresar a la atmósfera.

Según Restrepo (2020), antiguamente los indígenas de la amazonia mejoraban sus suelos incorporando restos carboneros, a través de la quema de vasijas y fogones donde cocinaban. Hoy en día los científicos que se dedican a la arqueología de la agricultura, han redescubierto lo que hacían los indígenas para construir suelo. Por tanto, el biocarbón construye y protege el suelo, a través de la retención de humedad, dando una mayor profundidad a las raíces, permitiendo una oxigenación adecuada y mayor regulación térmica entre la temperatura del día y la noche.

El biocarbón se utiliza para sustrato de plántulas de hortalizas, para lo cual se necesita realizar el llenado de las bandejas con la siguiente mezcla:

- 2 kilos de biocarbón.
- 18 kilos de bocashi con microorganismos.
- 100 kilos de tierra.

Para aplicar en plantas frutales se puede utilizar de 1 a 2 kilos de biocarbón alrededor de la planta.



Figura 19. Elaboración de biocarbón inoculado con microorganismos benéficos para las plantas

Sesión 7. Elaboremos el biofertilizante a base de calabaza

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los ingredientes que se necesita para elaborar el biofertilizante de calabaza.
- Elaborar el biofertilizante a base de calabaza con materiales accesibles para los productores.
- Conocer las dosis y la forma de aplicación en los cultivos.

Tiempo:

- 2 horas.

Materiales:

Para preparar 200 litros de biofertilizante se necesita:

- 20 kg de calabaza.
- 10 litros de melaza.
- 1 kg de roca fosfórica.
- 2 kg de fosfitos.
- 40 litros de suero.
- 10 kg de estiércol de ternero.
- 300 g de levadura de cerveza.
- 1 kg de cascara de camarón.
- 200 litros de agua.
- 1 tanque de 200 litros con tapa hermética.
- 2 baldes plásticos de 20 litros.
- 1 funda de tela pequeña.
- 1 pala de mano.
- 1 olla grande de capacidad de 60 litros.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar biofertilizante:

Parte 1.

1. Cocinar 20 kilos de calabaza picada en trozos pequeños en 40 litros de agua en una olla grande.
2. Cuando empiece a hervir añadir 5 litros de melaza y mezclar hasta que se disuelvan los trozos de calabaza.
3. Cuando ya esté el producto bien cocinado tipo colada, se deja en reposo hasta que se enfríe.

Parte 2.

1. Colocar el suero de leche en el tanque de 200 litros.
2. Añadir en un balde 5 litros de melaza y 300 gramos de levadura y mezclar con agua, luego colocar los fosfitos y la roca fosfórica hasta que se mezclen, e incorporar al tanque.
3. Disolver con agua el estiércol de ternero y añadir al tanque.
4. Colocar el preparado de zapallo en el tanque, luego añadir agua hasta aproximadamente 20 cm bajo el nivel superior del tanque y mezclar hasta obtener una solución uniforme.
5. Poner en la funda de tela cáscara de camarón molida y añadir al tanque.
6. En la tapa del tanque hacer un agujero e introducir un acople de media pulgada y conectar la manguera.
7. Tapar herméticamente el tanque y colocar la manguera hasta enlazar a una botella con agua, para el burbujeo de los gases de fermentación por 30 días.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Los biofertilizantes 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 complejos, 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 (Restrepo, 2007).

Según Barros y Silva (2006), los biofertilizantes mejoran la nutrición de las plantas y son capaces de realizar funciones como: fijar nitrógeno, movilizar fósforo, potenciar la acción de algunos nutrientes y producir sustancias activas. Los biofertilizantes son elaborados con diferentes tipos de microorganismos, que tienen efectos positivos sobre los procesos de descomposición y síntesis que ocurren en el suelo. Dichos microorganismo se colocan en medios de cultivo, para posteriormente adicionarles sustratos inertes, que aportan energía para su supervivencia y multiplicación (Fregosol, Ferrera, y Etchevers, 2001).

El biofertilizante a base de calabaza se utiliza para cultivos en desarrollo vegetativo, tratamiento de descomposición de materia orgánica y recuperación de suelos deteriorados, además ayuda mucho en la descomposición de los abonos verdes que se hayan utilizado como cobertura de suelo (Restrepo J., 2020).

Forma de aplicar y recomendaciones de uso

Tabla 16. Instrucción de uso en los cultivos

Cultivo	Dosis	Frecuencia de aplicación
Hortalizas	50 – 70 cc/l (foliar)	Cada 7 días
Frutales		

Fuente: Restrepo, 2020

Elaborado por: Cristhian Torres

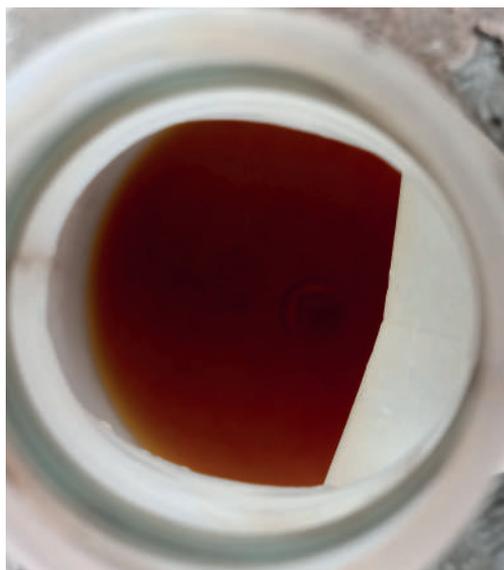
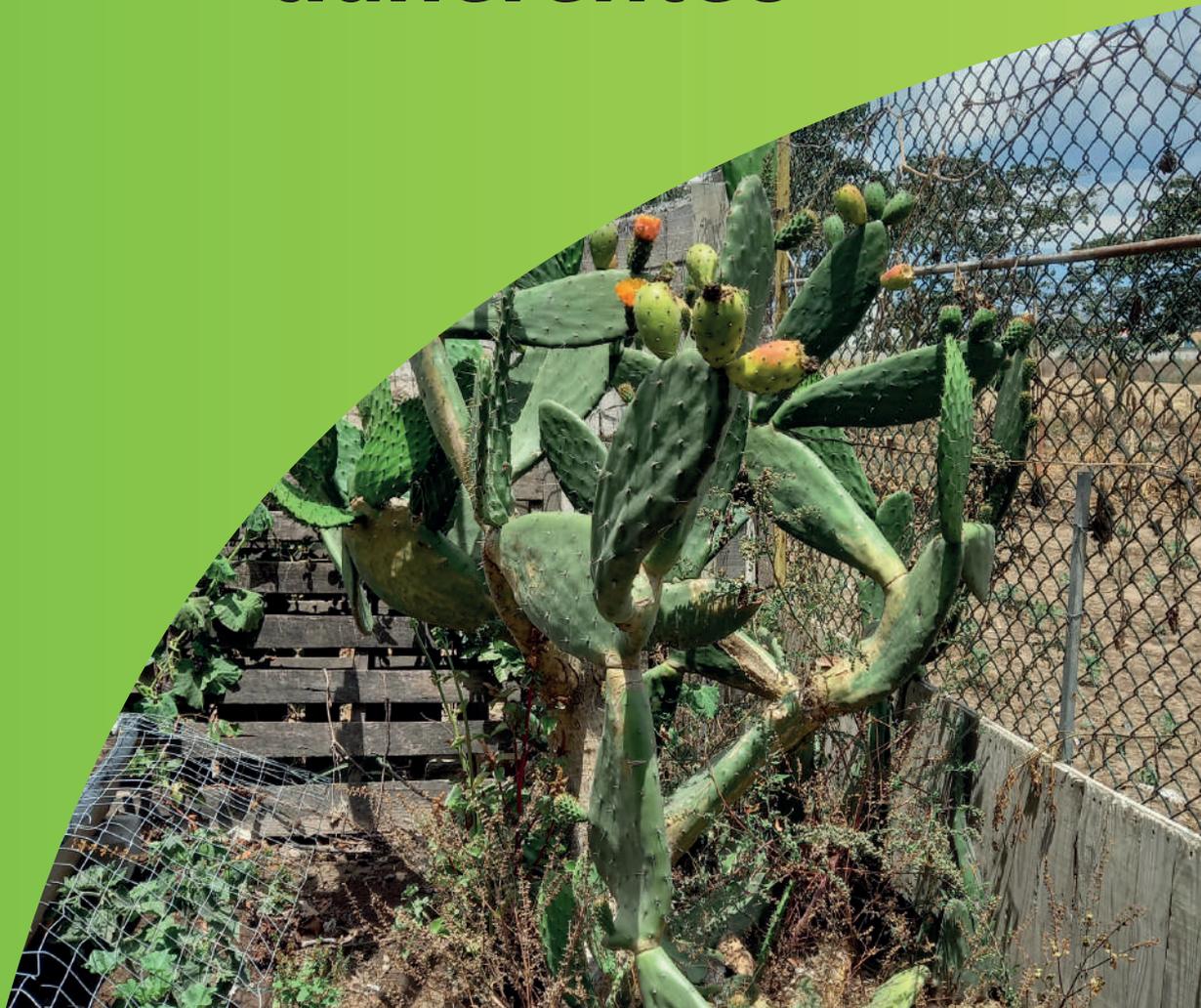


Figura 20. Elaboración de biofertilizante a base de calabaza

MÓDULO

5

Elaboración de adherentes



Introducción

Los adherentes se utilizan para asegurar que exista mejor penetración del producto que se está aplicando al cultivo. Ayudan a que los productos no se laven con facilidad si llueve y se usan cuando se aplican abonos foliares como el biol, biocidas, caldos sulfocálcicos. Se agregan con el producto a aplicar en la mochila de fumigar (Arana, 2011).

Ventajas climáticas

Son de bajo costo y de fácil elaboración y aplicación. Al hacer uso de productos naturales al igual que los otros bioinsumos descritos en esta guía, contribuyen a la reducción del uso de agroquímicos, y por ende a reducción de la contaminación ambiental y el gasto de combustibles fósiles (emisiones GEI) en la producción de estos insumos.

Estructura del módulo

Sesión 1. Adherente a base de tuna (cladodio)

Sesión 2. Adherente a base de sábila

Sesión 1. Adherente a base de tuna (cladodio)

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los materiales que se necesitan para elaborar el adherente de tuna (cladodio).
- Elaborar el adherente de tuna (cladodio) con los materiales disponibles.
- Conocer las cantidades de adherente de tuna (cladodio) recomendadas.

Tiempo:

- Una hora.

Materiales:

Para la elaboración de 60 litros

- 6 kg de tuna (cladodio) picada.
- 1 litro de melaza mezclada con agua.
- 3 litros de microorganismos comerciales.
- 60 litros de agua.

Otros materiales:

- Tanque de 60 l.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar adherente a base de tuna:

1. Pedir a las y los participantes que formen grupos de trabajo de 4 o 5 integrantes que serán los responsables de los materiales y la elaboración del adherente.
2. Colocar la tuna (cladodio) picada en el tanque.
3. Agregar melaza.
4. Agregar los microorganismos comerciales.
5. Poner los 60 litros de agua.
6. Tapar el tanque.
7. Esperar 8 días.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Según Sáenz *et al.* (2003), entre otros estudios, la presencia de mucílago y pectina en los **cladodios o pencas** influencia la viscosidad de algunos productos, tales como las preparaciones en polvo para mezclarse con agua o jugos antes del consumo. Ambos compuestos son hidrocoloideos, forman parte de la fibra dietaria, conocidos por su habilidad para absorber y retener agua. Estos pueden ser extraídos y usados como espesantes en alimentos.

Según Nobel *et al.* (1992), citado en FAO e ICARDA (2018), el mucílago (hidrocoloide) tiene un importante papel fisiológico en las Opuntias, debido a que poseen una alta retención de agua. Puede ser extraído de la matriz (cladodios o cáscaras de tunas) con agua.

Los cladodios o pencas se pueden obtener como residuos de poda y están disponibles todo el año.

Forma de aplicar

Aplicar 0,5 l/bomba de 18 l, al 10 %. Según Tencio (2017), se puede usar con bioles como pega, en donde colocamos primero el biol y luego el adherente.



Figura 21. Elaboración de adherente a base de tuna (cladodio)

Sesión 2. Adherente a base de sábila

Objetivos:

Las y los participantes al finalizar la práctica estarán en capacidad de:

- Describir los materiales que se necesitan para elaborar el adherente de sábila.
- Elaborar el adherente de sábila con los materiales disponibles.
- Indicar las cantidades de adherente de sábila recomendadas.

Tiempo:

- Dos horas.

Materiales:

Para la elaboración de 60 litros

- 6 kg de sábila picada.
- 1 litro de melaza mezclada con agua.
- 3 litros de microorganismos comerciales.
- Agua para completar 60 litros.

Otros materiales:

- Tanque de 60 l.

Procedimiento:

Actividades iniciales:

- Dar la bienvenida a la sesión, hacer una ronda de presentación con las y los participantes, compartir la agenda y los objetivos de la sesión. De ser posible realizar una evaluación.

Actividades para realizar adherente a base de sábila:

1. Compartir con los participantes los objetivos de la sesión.
2. Pedir a los participantes que formen grupos de trabajo de 4 o 5 integrantes que serán los responsables de los materiales y la elaboración del adherente.
3. Colocar la sábila picada en el tanque.
4. Agregar melaza.
5. Agregar los microorganismos comerciales.
6. Poner los 60 litros de agua.
7. Tapar el tanque.
8. Esperar 8 días.

Actividades de cierre:

- Hacer una ronda de preguntas y respuestas sobre la práctica, despejar dudas.
- Hacer un cierre de la sesión con las ideas fuerza trabajadas.
- Realizar la evaluación de los aprendizajes y la retroalimentación.

Notas técnicas

Según Reynolds y Dweck (1999), citados en Domínguez *et al.* (2012), la planta de aloe vera se compone de raíz, tallo, hojas y flores. Las hojas crecen alrededor del tallo a nivel del suelo en forma de roseta.

Las hojas tienen formas lanceoladas y dentadas. La estructura de las hojas está formada por el exocarpio o corteza, que está cubierta de una cutícula delgada. La corteza representa aproximadamente del 20 al 30 % del peso de toda la planta y dicha estructura es de color verde o verde azulado, dependiendo de diversos factores tales como: el lugar, clima o nutrición de la planta. El parénquima, conocido comúnmente como pulpa o gel se localiza en la parte central de la hoja y representa del 65 al 80 % del peso total de la planta. Entre la corteza y la pulpa, ocupando toda la superficie interna de la hoja, se encuentran los conductos de aloína que son una serie de canales longitudinales de pocos milímetros de diámetro por donde circula la savia de la planta, conocida como acíbar (Ramachandra y Srinivasa, 2008).

El gel o pulpa es una masa gelatinosa e incolora formada por células parenquimáticas, estructuradas en colénquima y células pétreas delgadas. El gel está constituido principalmente de agua, mucílagos y otros carbohidratos, ácidos y sales orgánicas, enzimas, saponinas, taninos, heteróxidos antracénicos, esteroides, triacilglicéridos, aminoácidos, ARN, trazas de alcaloides, vitaminas y diversos minerales (Reynolds, 2004).

Según Reynolds y Dweck (1999); Choi y Chung (2003), Hey y col. (2005); Bozzi y col. (2007), citados en Domínguez *et al.* (2012), de las plantas adultas (3-5 años), se debe recolectar las hojas más externas de la base, con el fin de obtener un acíbar o pulpa de aloe de buena calidad para, posteriormente, procesarlo y fabricar productos aptos para la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria.

Forma de aplicar

De 100 ml por mochila de 15 litros (Arana, 2011).



Figura 22. Elaboración de adherente a base de sábila

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Europea del Medio Ambiente. (2015). Recuperado el 28 de 10 de 2021, de <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2015/articulos/la-agricultura-y-el-cambio-climatico>
- Agricultura, E. e. (7 de octubre de 2020). *Esto es Agricultura*. Obtenido de <https://estoesagricultura.com/como-hacer-abono-de-frutas/>
- Agroflor. (s.f.). *Manual lombricultura*. Chile: Agroflor lombricultura.
- AGRUPAR. (2020). *Agricultura Urbana Participativa . Abonos orgánicos*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Albrio, L. (1999). *Effects of foliar applications of urea or nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees. Proceedings-Florida State Horticultural Society*. Florida.
- Altieri, M., y Koohafkan, P. (2008). Enduring farms: climate change, smallholders and traditional farming communities. En *Environment and Development Series 6*. Obtenido de http://www.fao.org/docs/eims/upload/288618/Enduring_Farms.pdf
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología*, 3(1), 7-28. Obtenido de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/95471>
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y Consideraciones Metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20. Obtenido de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921/152421>
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2017). Estrategias agroecológicas para enfrentar el cambio climático. *Leisa revista de Agroecología*, 33 (2), 5-8. Obtenido de <http://leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol33n2.pdf>
- Alvarez, F. (2010). *Manual preparación y uso del biol*. Lima, Perú.
- APS. (s.f.). *The American Phytopatological Society*. Obtenido de <http://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/Pages/fungicidesSpanish.aspx>
- Arana, S. (2011). *Manual de elaboración de biol*. Cusco, Perú.
- Asamblea de Cooperación por la Paz (ACPP). (2018). *La economía social y solidaria en el contexto educativo. Guía para el profesorado*. Madrid.
- Barros, M., y Silvia, J. (2006). *Biofertilizantes líquidos y sustentabilidad agrícola*. Brasil.

- Bejarano, C., y Restrepo, C. (2002). *Agricultura sostenible. Abonos orgánicos fermentados tipo Bocashi, caldos minerales y biofertilizantes*. Cali: Corporación Autónoma del Valle del Cauca. CVC.
- Bojórquez, A., Dagoberto, A., y Gutiérrez, G. (2010). *Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México*. México: Universidad Autónoma Indígena de México.
- Bollo, E. (1999). *Lombricultura, una alternativa de reciclaje*. Barcelona: España.
- Carballo, M., y Guharay, F. (2004). *Control biológico de plagas agrícolas*. Managua: CATIE.
- Cardozo, A. (2020). *Elaboración de biofertilizantes a partir de microorganismos de bosque (Proyecto FONTAGRO ATN/RF-16680-RG)*. Bariloche Argentina: Copyright, licencias CCy Disclaimer.
- Carmona, S. (2017). *Efecto del uso de microorganismos de montaña (MM) sobre el suelo con base a dos cultivos agrícolas*. Costa Rica.
- Carvajal, J., y Mera, A. (2010). Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. *Producción + Limpia, Corporación Universitaria Lasallista*, 5(2). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552010000200007
- CEPAL. (2013). "Agricultura familiar y circuitos cortos, nuevos esquemas de producción, comercialización y nutrición". Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CEPAL. (2016). *Serie: seminarios y conferencias. Seminario regional Agricultura y Cambio Climático: Agrobiodiversidad, Agricultura Familiar y Cambio Climático*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe- CEPAL. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40299/1/S1600561_es.pdf
- CEPAL, FAO, IICA. (2013). Los circuitos cortos como política para la promoción de la agricultura familiar. *Experiencias de los circuitos cortos en latinoamérica*, 21.
- Chirinos, J., Leal, A., y Montilla, J. (2006). Uso de insumos biológicos como alternativa para la agricultura sostenible en la zona sur del Estado Anzoátegui. *Revista Digital Ceniap*.
- CISP. (2008). *Manual para el manejo de huertos orgánicos*. Quito.
- Claros, J., Chungara, A., y Zeballos, G. (2010). *Manual de elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades : experiencias en la zona biocultural subcentral Waca Playa, Tapacarí*. Cochabamba: AGRUCO.

- Coraggio, J. L. (17 de 05 de 2016). *La Economía social como vía para otro desarrollo social*. Obtenido de Red de políticas sociales: www.urbared.ungs.edu.ar
- Domínguez, R., Arzate, Chanona, J., J. W., J. A., Calderón, G., y Garibay, V. y. (2012). El gel de Aloe vera: Estructura, composición, química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1), 23-43.
- EPA. (23 de 02 de 2021). *EPA-ESPAÑOL* . Obtenido de <https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2015-09/documents/spch7.pdf>
- Escalante, A. (2016). *Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo*. Veracruz México: Terra Latinoamericana 34: 367-382. doi:versión On-line ISSN 2395-8030versión impresa ISSN 0187-5779
- EstoEsAgricultura. (25 de abril de 2019). *Esto es Agricultura*. Obtenido de <https://estoesagricultura.com/humus-liquido/>
- EstoEsAgricultura. (2021). *Como hacer M5*. Obtenido de <https://estoesagricultura.com/como-hacer-m5/>
- Estrada, E., Trejo, F., & Gómez, R. (2011). *Respuesta bioquímicas en fresa al suministro de papaen forma de fosfitos*. Chapingo.
- FAO. (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. En R. Terrile, *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana* (pág. 93). Lima: Zonacuario .
- FAO. (2014). *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de Política*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . Obtenido de C:\Users\DELL\Documents\i3788s.pdf
- FAO. (2014). *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política*. Santiago , Chile.
- FAO. (2015). *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i4260s.PDF>
- FAO. (2016b). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i6030s.pdf#=#71>
- FAO. (2016). *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe (orientaciones de política)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i6311s.pdf>

- FAO, AECID, CENTA y MAG El Salvador. (2011). *Elaboración y uso del bocashi*. El Salvador.
- FAO e ICARDA. (2018). *Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal*. Roma.
- Fregosol, M., Ferrera, R., & Etchevers. (2001). *Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo*. México.
- FUNDAR. (2008). *El manual de agricultura orgánica "Verdes gotas de vida"*. Puerto Ayora: FUNDAR Galápagos.
- García, C., & Félix, J. (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales*. Sinaloa: Fundación Produce Sinaloa, AC.
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. San José: INTA.
- Gobierno de Pichincha. (11 de 2019). Bocashi. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Gonzalez, E. (2019). *Portal frutícola*. Obtenido de Biofertilizantes: Definición, función y tipos: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/07/17/biofertilizantes-definicion-funcion-y-tipos/>
- IICA. (2014). *Desarrollo de los agronegocios en América Latina y el Caribe, conceptos, instrumentos, proyectos de cooperación técnica*. San José de Costa Rica: IICA.
- IICA. (2014b). *Estrategia regional para la investigación y adaptación de frijol y maíz dentro de escenarios de cambio climático para los próximos años (2013-2020)*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6466/BVE18029667e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IICA. (2016). *Circuitos cortos de comercialización*. San José de Costa Rica .
- IICA. (2019). *Innovación y tecnología. Enfoque del IICA sobre innovación y tecnología*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. doi:<http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7974/BVE19040251e.pdf;jsessionid=990689B7A9A40803F43C27C5CEE83050?sequence=1>
- IICA. (20 de 11 de 2020). *Desarrollo de los agronegocios y la agroindustria rural en América Latina y el Caribe. Conceptos, instrumentos y casos de cooperación técnica*. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6572/BVE18029674e.pdf;jsessionid=5F89B87B4EB4662020AB0252452939D3?sequence=1>.
- INIA. (2008). *Producción y uso del biol*. (A. R. Chávez, Ed.) Lima, Perú.
- INTA. (2015). *Cartilla de biopreparados*. Argentina: EE INTA PROHUERTA.

- INTA. (08 de junio de 2020). *INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de <https://inta.gov.ar/documentos/elaboracion-artesanal-de-caldos-minerales-frios>
- INTA. (23 de 02 de 2021). Cartilla práctica #3 caldo bordelés. Río Primero, Argentina.
- INTA Balcacer. (01 de 07 de 2020). Recuperado el 10 de 02 de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=t5yMCV4yCgw>
- Intagri. (2020). *Intagri*. Obtenido de Los Biofertilizantes en la Agricultura, Bacterias promotoras del crecimiento vegetal. Cursos online INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- IPCC. (2014). Resumen para responsables de políticas. En: Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. En *Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- IPCC. (2014b). Anexo II: Glosario. En *Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio* (págs. 127-141). Ginebra.
- IPCC. (2014c). *Resumen para responsables de políticas. En: Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Reino Unido y New York.
- IPES; FAO. (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. Promoción del Desarrollo Sostenible-IPES; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.
- Ippolito, L., Lentz, & Novak, K. (2011). *Uso de biocarbón: pros y contras. Conferencia occidental sobre gestión de nutrientes*. EEUU.
- Jaén, B. (2011). Guía para la preparación y uso del biol. *Seguridad alimentaria y desarrollo económico local en Bolivia y Ecuador*. (CEMSE, Ed.)
- JICA - CENTA. (23 de 02 de 2021). Caldo bordelés Guía Técnica #5. San Salvador, El Salvador: CENTA Región Oriental.
- JICA - PROPA. (s.f.). Caldo sulfocálcico Guía Técnica 12. Salvador: CENTA REGIÓN IV.
- JICA - CENTA. (s.f.). Guía 9 Preparación del bioinsecticida M5. San Salvador, El Salvador. CENTA REGIÓN ORIENTAL.
- Lassevich, D. (2020). *ISSN 2236 Anais do XI Congresso Brasileiro de*. São Cristóvão: Sergipe.

- Lavell, A., y Witkowski, K. (2015). *Gestión del riesgo y adaptación de la agricultura y el medio rural al cambio climático*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2993/BVE17068911e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lovatt, C. (1999). *Effects of foliar applications of urea or nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees*. Valencia.
- MAG. (21 de 07 de 2013). *Feria agroecológica y orgánica*. Obtenido de <http://www.agricultura.gob.ec/feria-agroecologica-y-organica-en-loja/>
- MAG, INIAP. (2014). *Guía práctica para la elaboración de abonos orgánicos y bioinsecticidas botánicos*. Portoviejo, Ecuador.
- MAGAP. (2014). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. *Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos*. Ecuador.
- Mamani, P., Chávez, E., y Ortuño, N. (2008). El biol biofertilizante casero para la producción ecológica de cultivos. Cochabamba.
- Mançao Fernandes, B. (2012). *Cuando la agricultura familiar es campesina*. Quito, Ecuador : IAEN.
- Manríquez, J. (2016). El abono orgánico del futuro. *Revista Innovación Agrícola*, file:///C:/Users/CRISTHIAN/Downloads/Documents/8_Supermagro.pdf.
- MARES-Madrid. (2017). *Guía didáctica de la economía social y solidaria*. Madrid, España: MARES Madrid, Licencia CC by-nc-sa.
- Meza, L. (2014). *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de política*. Santiago de Chile.
- Mindiola, A. (2019). *Proceso de elaboración del bioinsecticida botánico "Apichi" mediante la utilización de extractos vegetales con propiedades plaguicidas*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Moor, U., Poldma, y Tonutare. (2009). Fruit composition of organically and conventionally cultivated strawberry 'Polka. En *Agronomy Research* 7(S2):755-760.
- Moreno, D. (2011). *La economía social y solidaria: su concepción e influencia en el desarrollo actual del Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador : Quito, Ecuador.
- Mosquera, B. (2010). *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*.
- Muñoz, G. (2015). *Evaluar las propiedades del purín de humus de lombriz (Eisenia Foetida) obtenido a partir de diferentes raquis*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

- Murillo, G. (2021). *JISA*. Obtenido de <https://www.acidoshumicos.com/los-acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/>
- Nava, E., García, C., Camacho, J. R., y Vázquez, E. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra-Ximhai*, 8(3), 17-29. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf>
- Nicholls, C., y Altieri, M. (2018). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5156/515661223008/html/index.html>
- Nicholls, C., Altieri, M., Henao, A., Montalba, R., y Talavera, E. (2015). *Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático*. Lima: REDAGRES.
- NOSTOC. (Diciembre de 2017). *Nostoc Biotech*. Obtenido de <https://www.nostoc.es/humus-de-lombriz-comparativa-humus-liquido-y-solido/>
- Peñaherrera, D., y Mármol, R. (2018). Quito, Ecuador : Universidad Tecnológica Indoamérica, Tesis para la obtención del título de Master en Administración de las Organizaciones de la Economía Social y Solidaria .
- Peñaranda, I. (29 de mayo de 2017). *Metroflor*. Obtenido de <https://www.metroflorcolombia.com/funcion-de-los-aminoacidos-en-plantas/>
- Pérez, D. (20 de 11 de 2020). *Agronegocios*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/34491/secme-18549.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Picado, J., y Añasco, A. (2005). *Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos*. San José: CEDECO.
- PNUD. (21 de mayo de 2010). *Gestión del Riesgo Climático. Buro de Prevención de Crisis y Recuperación. Buro de Políticas de Desarrollo/Grupo de Energía y Medio Ambiente*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <https://www.undp.org/content/dam/undp/library/crisis-prevention/disaster/Reduccion-Gestion-del-Riesgo-Climatico.pdf>
- Portalfruticola. (2021). Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/08/22/como-preparar-un-caldo-sulfocalcico-y-su-uso-como-fungicida-insecticida-bactericida-y-acaricida/>
- Ramachandra, C., y Srinivasa, P. (2008). Processing of Aloe vera leaf gel: A review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3, 502-510.
- Razeto, L. (2010). ¿Qué es la economía solidaria? *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 47-52.
- Restrepo, J. (2007). *El A,B,C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. Managua: SIMAS.

- Restrepo, J. (2007). *El abc de la agricultura orgánica y harina de rocas*. Nicaragua.
- Restrepo, J. (2016). *Talleres de elaboración de biofertilizantes y fosfitos*.
- Restrepo, J. (03 de Octubre de 2019). *Agroecology*. Obtenido de <https://agroecologysl.com/humato-de-potasio-o-leonardita-activada-fabricacion-ingredientes-humato-acidos-humicos/>
- Restrepo, J. (2020). Recuperado el 10 de 2 de 2021, de El abc de la agricultura orgánica.
- Restrepo, J. (30 de 07 de 2020). *Como controlar hongos en el cultivo de forma facil y barata*. Obtenido de La mierda es de la vaca: <https://www.youtube.com/watch?v=o3OUICLk6Xc>
- Restrepo, J., Gómez, J., y Escobar, R. (2014). *Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura*. Cali.
- Reynolds, T. (2004). *Aloes: The Genus Aloe. Medicinal and aromatic plants-industrial profiles*. Boca Raton, Florida: CPR Press LLC.
- Rojas, R. (2021). *Info agro*. Obtenido de http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/elaboracion_biocontroladores_apichi_m5.pdf
- Román, P., Matínez, M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de compastaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile. doi:ISBN 978-92-5-307844-8
- SAG. (2013). *Agricultura orgánica nacional. Bases técnicas y situación actual*. Chile: Ministerio de Agricultura.
- Science, A. (18 de octubre de 2020). *Agri nova Science*. Obtenido de <https://agrinova.com/noticias/que-hace-un-aminoacido-en-la-planta/>
- StuDocu. (2013). Recuperado el 28 de 10 de 2021, de StuDocu: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-politecnica-salesiana/biotecnologia-animal/a3-02-ficha-biocidas-m5/16304683>
- Suquilanda, M. (2003). *Elaboración de abonos orgánicos*. Quito: Publiacesores.
- Tencio, R. (2017). *Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible*. Costa Rica.
- ULATE ROJAS, R. (s.f.). *Elaboración de los biocontroladores APICHI y M 5 en la actividad agrícola*. Sarapiquí, Costa Rica: INFOAGRO.
- UNODC. (s.f.). *Oficina de la Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Proyecto: Manejo integrado de los recursos naturales en el tropico de Cochabamba y los Yungas de la Paz*. Bolivia.
- USGCRP. (2016). *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United*

- States: A Scientific Assessment. Washington, DC.: U.S. Global Change Research Program. Obtenido de http://www.publicjustice.net/wp-content/uploads/2017/01/ClimateHealth2016_FullReport-ilovepdf-compressed.pdf
- Vermidiero. (12 de febrero de 2021). *Vermidiero*. Obtenido de <https://cdn.website-editor.net/8adde36ef60e476db9a4892b6526f2ae/files/uploaded/Ficha%2520t%25C3%25A9cnica%2520humus%2520l%25C3%25ADquido-Vermidiero.pdf>
- Verner, D. (2014). *Reducing Poverty, Protecting Livelihoods, and Building Assets in a Changing Climate Social Implications of Climate Change for Latin America and the Caribbean*. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2473>
- Villalba, D. K., Holguín, V. A., y Acuña, J. A. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café-musáceas. *Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 48-49.
- Yamoah, C., Bationo, B., y Shapiro. (2002). *Tendencia y estabilidad de los rendimientos de mijo tratado con fertilizantes y residuos de cultivos en el Sahel*. .
- Yáñez. (2018). Los fosfitos como alternativa para el manejo de problemas fitopatológicos. *Revista mexicana de fitopatología*, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092018000100079&script=sci_arttext.
- Yugsi, L. (2011). *Elaboración y uso de abonos orgánicos. Módulo de capacitación para capacitadores. Módulo V*. Quito: INIAP.
- Yugsi, L. (2011). *Elaboración y uso de abonos orgánicos. Módulos de Capacitación para Capacitadores. Módulo 1*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias- INIAP.
- Yugsi, L. (2012). *Elaboración y uso de abonos orgánicos. Guía de campo para capacitación a capacitadores*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP.
- Zagoia, J., Ocampo, J., Ocampo, I., Macías, A., y Rosa, P. D. (2015). Caracterización Físico Química de biofermentados elaborados artesanalmente. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 6.
- Zeballos, M. (2017). *Caracterización de microorganismos de montaña (MM) en biofertilizantes artesanales*. Honduras.
- Zheng, H., Wang, X., y Deng, S. (2013). *Impactos de la adición de biocarbón en la retención y biodisponibilidad de nitrógeno en suelos agrícolas*.



Panamericana Sur Km 1
Estación Experimental Santa Catalina
Quito - Ecuador
T. (593) 2 300 6443 Ext. 107
www.cipotato.org

Instituto Interamericano de Cooperación
para la Agricultura

Representación IICA Ecuador
Av. 12 de Octubre N24-584 y Francisco
Salazar (esq.) Edificio Torre Sol Verde, Piso 2
Quito, Ecuador
T. (593) 2 294 5104 / F. Ext. 3223
www.iica.int



Panamericana Sur Km 1
Estación Experimental Santa Catalina
Quito - Ecuador



INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



@agroinvestigacionecuador



@iniapecuador



@iniapecuador

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Estación Experimental Santa Catalina.

Panamericana Sur km 1, Distrito Metropolitano de Quito, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha.

Casilla: 17-01-340. Teléfono: (593 2) 3076002. E-mail: iniap@iniap.gob.ec



República
del Ecuador



Juntos
lo logramos