

MANUAL DE TÉCNICAS AGROECOLÓGICAS

1ª edición

Miguel Ángel Núñez



Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental

Primera edición: 2000

© Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe
Boulevard de los Virreyes 155, Colonia Lomas de Virreyes
11000, México D.F., México

ISBN 968-7913-10-X

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	5
Capítulo 1	
AGROECOLOGÍA: LA VIEJA NUEVA CIENCIA	7
1. Seguridad alimentaria y agroecología campesina	7
2. El suelo ecológico y su composición	11
3. La bioestructura del suelo	18
4. Relación suelo-planta	21
Capítulo 2	
TÉCNICAS AGROECOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL SUELO	29
1. Técnicas agroecológicas tradicionales	29
2. Labranza ecológica	36
3. La fertilización orgánica	37
Capítulo 3	
DIVERSIDAD DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS Y MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS	55
1. Asociación y rotación de cultivos	55
2. La asociación de cultivos y la biodiversidad	62
3. El “riego ecológico”	65
4. Conservación de la diversidad genética: los bancos de semillas	66

5. Manejo integrado de plagas y enfermedades	70
6. Control de malezas	80
7. Consideraciones finales: beneficios de la de la producción agroecológica	81
Apéndice: Síntomas de deficiencias de nutrientes en las plantas	85
Glosario	87
Referencias	91

PRESENTACIÓN

La *Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental* tiene el propósito de promover la construcción de saberes ambientales, capacitando a diferentes sectores gubernamentales, sociales y profesionales, fortaleciendo las acciones ciudadanas y los programas de desarrollo local y comunitario. Con estos manuales queremos impulsar una nueva *pedagogía ambiental* que permita a las propias comunidades reapropiarse sus saberes tradicionales incorporando en ellos las bases para un desarrollo sustentable; asimismo, estos manuales deben servir como instrumento para facilitar la transmisión y elaboración de nuevas técnicas y conocimientos, para diseminar y arraigar estos saberes en nuevas conciencias, habilidades y capacidades de tomadores de decisiones locales y de las propias comunidades. De esta manera, los procesos de educación y capacitación habrán de permitir una participación más activa y efectiva en la solución de los problemas ambientales y reorientar las prácticas de gestión y manejo de los recursos naturales hacia la sustentabilidad.

El presente manual trata de la “nueva vieja ciencia de la agroecología”. No pretende ser un tratado científico de la agroecología, cuya teoría y práctica ha venido evolucionando en los últimos años ofreciendo un nuevo paradigma para una agricultura sustentable. Su objetivo es más modesto: presentar algunos principios elementales, técnicas y métodos que orienten la transformación de las prácticas agrícolas y de uso del suelo hacia procesos más sustentables de aprovechamiento de los recursos naturales por parte de los propios productores agrícolas y las comunidades rurales. De esta manera, busca difundir las bases ecológicas para la conservación, fertilización y manejo del suelo –incluyendo el uso de abonos orgánicos y la lombricultura–, así como la asociación y rotación de cultivos y una diversidad de prácticas de manejo integrado de recursos: incluyendo la conservación de la diversidad genética, el control biológico de plagas, el manejo integrado de los recursos naturales y el aprovechamiento productivo de la biodiversidad.

6 *Presentación*

Este **Manual de Técnicas Agroecológicas** fue elaborado por Miguel Angel Núñez a partir de la convocatoria que abriera La Red de Formación Ambiental del PNUMA en 1995 para apoyar un conjunto de Pequeños Proyectos de Educación y Capacitación Ambiental. El manual recoge las propias experiencias que ha venido desarrollando el Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical (IPIAT) en Venezuela, con el propósito de difundirlas a los países de América Latina. En este sentido, la publicación de este manual dentro del programa editorial de la Red de Formación Ambiental se inscribe dentro del propósito de generar una serie de materiales didácticos, técnicos y prácticos que sirvan a los propios productores rurales para impulsar su capacitación ambiental. Esperamos así que este Manual contribuya a la difusión y aplicación de los saberes técnicos de la agroecología para conducir el desarrollo sustentable de los países de la región.

Enrique Leff
Coordinador

Red de Formación Ambiental para
América Latina y el Caribe

CAPÍTULO 1

AGROECOLOGÍA: LA NUEVA VIEJA CIENCIA

1. Seguridad alimentaria y agroecología campesina

La seguridad alimentaria local, regional y mundial requiere de un conocimiento profundo de los agroecosistemas productivos en las regiones tropicales, ya que éstos presentan condiciones agroecológicas diferentes a otras latitudes. Los alimentos se deben producir en concordancia con los diversos agroecosistemas, con la naturaleza del proceso productivo, con las relaciones sociales, culturales y tecnológicas que han practicado los campesinos a lo largo de la historia.

Esto es contrario a la práctica de la agricultura convencional intensiva inspirada en la Revolución Verde, la cual no tomó en cuenta las experiencias y potencialidades de las técnicas utilizadas por los campesinos. No se consideró que las técnicas agrícolas fueron inventadas y desarrolladas por el conocimiento popular, proveniente de la inmensa y variada diversidad cultural propia de los pueblos latinoamericanos y de otros continentes.

A pesar de su amplia experiencia científica, la agricultura convencional ha ocasionado graves impactos ambientales, problemas de productividad y rendimiento y sin embargo todavía se mantiene en uso. Aún se gastan considerables sumas de dinero para importar insumos y maquinaria y se desarrollan nuevas tecnologías, sin haber logrado solucionar los problemas de hambre y pobreza de la población. La agroindustria transformadora de alimentos sigue multiplicando sus ganancias y beneficios y presionando por hacer de la agricultura convencional una agricultura a gran escala, “modernizante” y aparentemente competitiva. Ello ha llevado a la exclusión de los pequeños y medianos productores de ese sector por las limitadas capacidades de la agricultura comercial para absorberlos.

Este enfoque de la agricultura convencional-modernizante-comercial no ha estado consustanciado con las necesidades y potencialidades de los productores rurales de la región. Este desajuste lo podemos caracterizar brevemente en las siguientes consideraciones:

a) Los paquetes tecnológicos agrícolas son homogéneos y no se adaptan a la heterogeneidad de los productores rurales y sus diversas condiciones agroecológicas y sólo funcionan en condiciones similares a las de los países industrializados y estaciones experimentales.

b) El cambio de los paquetes tecnológicos impuesto por el proceso de la revolución verde beneficia principalmente la producción de bienes agrícolas de exportación. Se enfatiza la producción a gran escala en detrimento de los pequeños productores impactando marginalmente la productividad de los productos alimentarios, que son cultivados en gran medida por el mediano y pequeño sector productivo.

Esta situación ha convertido a casi todos los países latinoamericanos en importadores netos de insumos de agroquímicos y maquinaria agrícola aumentando los gastos de los gobiernos regionales. A esto se añade la alta disparidad en la distribución de la tierra, los marcados niveles de pobreza rural que acentúan el desplazamiento de la población a los espacios urbanos y una degradada base de los recursos naturales. Esta agricultura convencional-comercial ha demostrado ser no sustentable debido a los altos costos de los insumos y los problemas tecnológicos, productivos, ambientales, sociales y culturales que ha ocasionado.

Los problemas y sus consecuencias resultado de la aplicación de la agricultura comercial planteados anteriormente nos presentan nuevos retos en el ámbito del desarrollo rural contemporáneo. Actualmente los problemas de distribución de la tierra no se pueden desligar del valor de los recursos naturales (en particular de los recursos fitogenéticos) y de las condiciones agroecológicas que presenta la diversidad ecogeográfica de América Latina y el Caribe. Es así como la preservación y uso de los recursos naturales deberá considerarse en soluciones agrícolas que apunten a disminuir los marcados niveles de pobreza que se incrementan aceleradamente. Entonces entenderemos que al hablar de seguridad alimentaria sería limitado seguir enfocándola como un problema meramente técnico. Las nuevas respuestas necesariamente tienen que apuntar hacia la integración de los aspectos sociales, económicos, culturales y político-

jurídicos, con alternativas sustentables de producción de alimentos.

Debemos esforzarnos en interpretar las razones de una nueva agricultura, denominada agricultura sustentable, cuya base científica es la agroecología. Este enfoque multidisciplinario tiene su base en lo holístico, en lo multidisciplinario. A la agroecología la definimos como la ciencia que unifica las perspectivas socioeconómicas y técnicas con el diseño, el manejo y la evolución del sistema productivo y de su base social productiva y cultural.

La naturaleza del enfoque agroecológico garantiza la participación del agricultor en un mejor desarrollo del proceso productivo. El conocimiento ancestral-popular de los campesinos ha evolucionado por siglos y todavía se mantiene sin ser valorado ni evaluado en su justa dimensión. Es allí donde nace el enfoque agroecológico, basado en las técnicas agrícolas que fueron creadas por los propios agricultores. Se trata de darle presencia al desarrollo científico-tecnológico popular, de evaluarlo, de encontrar las mejores ventajas y de integrarlas al nuevo devenir científico-técnico-agrícola que se desarrolla en los centros de investigación y las universidades.

El valorar las técnicas agroecológicas nos permitirá evaluar el conocimiento y destreza de los agricultores, identificando el potencial que de ellos se deriva al haber aplicado durante siglos tecnologías ecológicamente apropiadas para superar las limitaciones de sus agroecosistemas productivos y cumplir con los objetivos de producción.

Las técnicas agroecológicas, por sus diversas aplicaciones en los variados sistemas de producción, nos acercan a interpretar el sentido de pertenencia y de arraigo de los productores a sus territorios y ecosistemas, así como las características de las innovaciones tecnológicas. No sólo es el tipo de cultivos lo que identifica a una población rural con una zona o localidad; también las técnicas que se aplican a los agroecosistemas se hacen indispensables para el desarrollo de los procesos productivos y su identificación con el medio.

El sentido de arraigo en las técnicas agroecológicas nos muestra la influencia autogestionaria propia de los valores ideológicos de los campesinos. La autogestión que se aprende de ellos es y será la fuente de creatividad que fortalecerá la dignidad y prestancia ante los nuevos procesos de cambio que debemos asumir en conjunto para darle a la agricultura sustentable, popular y agroecológica, la justa dimensión en el nuevo desarrollo social y económico de los pueblos latinoamericanos y del mundo.

LIMITACIONES O PROBLEMAS A SUPERAR

Una de las más graves causas-consecuencias de la crisis alimentaria mundial es la pérdida progresiva de suelos de alta vocación agrícola. Como causa de este proceso se encuentran, entre otras actividades, el uso de maquinaria pesada (algunas veces no apta para las condiciones agroecológicas de los ecosistemas tropicales), un alto consumo de agroquímicos y la práctica generalizada del monocultivo, lo cual ha tenido como consecuencia directa la pérdida de la actividad biológica de los suelos.

Las consecuencias de este proceso de pérdidas se pueden entender a través de las múltiples limitaciones o problemas que presenta un suelo improductivo. Cuando el suelo se ha degradado biológicamente puede tener varios inconvenientes, entre ellos la acidificación, la falta de nutrientes, el exceso de porosidad, la falta de drenaje o de retención de agua, la compactación y otros.

Al encontrarse con un suelo que reúne las condiciones de degradación enunciadas anteriormente, se deben inducir prácticas que se centren fundamentalmente en un manejo ecológico del mismo. Ésta ha demostrado ser la única posibilidad para superar las limitaciones físico-químico-biológicas que comúnmente se presentan como consecuencia del manejo inadecuado del suelo. Entre ellas tenemos:

- Suelos erosionados.
- Pérdida de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Bajos niveles de materia orgánica.
- Baja actividad microbiana.
- Baja biodiversidad (macro y micro flora y fauna).
- Baja retención de humedad.
- Suelos con alta población de fitopatógenos.
- Suelos con poca formación de grumos.
- Suelos con exceso de humedad o lixiviación.
- Contaminación con basura inorgánica y agrotóxicos.

Tomado en cuenta estas limitaciones, explicaremos algunas prácticas agroecológicas tendientes a superar las causas-consecuencias de los suelos agotados ecológicamente.

2. El suelo ecológico y su composición

La agroecología contempla un sistema complejo integrado por diversas estructuras, procesos y componentes. De esta manera podemos considerar a los suelos como subsistemas del agroecosistema del cual forman parte.

Apreciar la ecología del suelo es apreciar sus ciclos ecológicos y de vida. La tierra que tiene un ambiente vivo una importante actividad biológica, producto tanto de la gran cantidad de microorganismos que habitan en ella (**Fig. 1**), como del perfil ideal del suelo y el edafón, que posibilitan la nutrición de las plantas y los animales.

El suelo tiene elementos minerales y residuos de roca, elementos orgánicos (flora, fauna, raíces, residuos animales y vegetales). Asimismo, el suelo consta de partículas de agua y aire entre otros elementos.

En la **figura 2**, se observan los elementos que componen el suelo, de los cuales el 5% del total corresponde a la materia orgánica, cuya composición se explica en la **figura 3**.

En la **figura 3**, en el área correspondiente a la materia orgánica, el 85% de

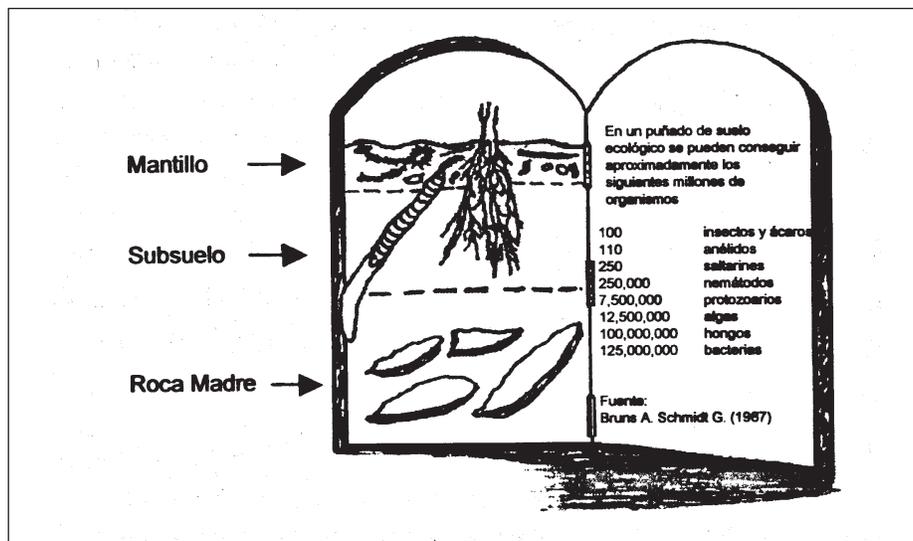


Figura 1. Perfil del suelo

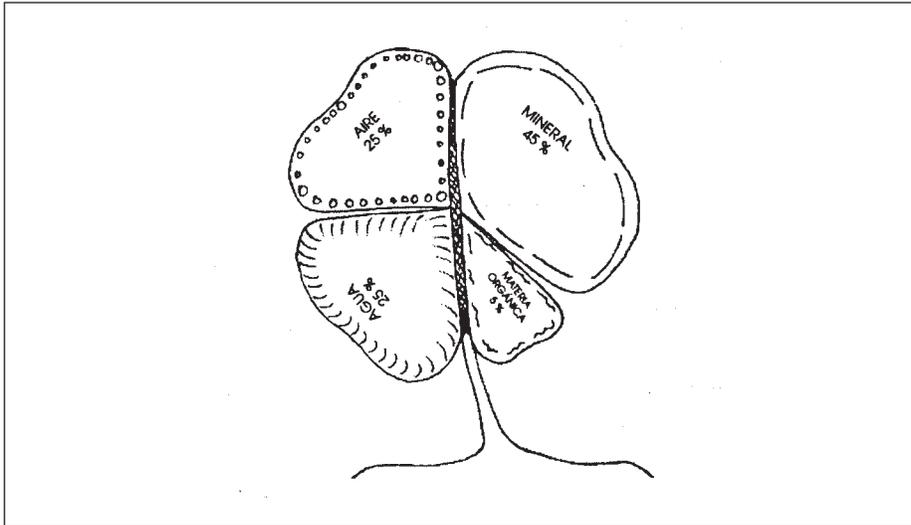


Figura 2. Composición del suelo (Kolsman y Vasquez, 1996)

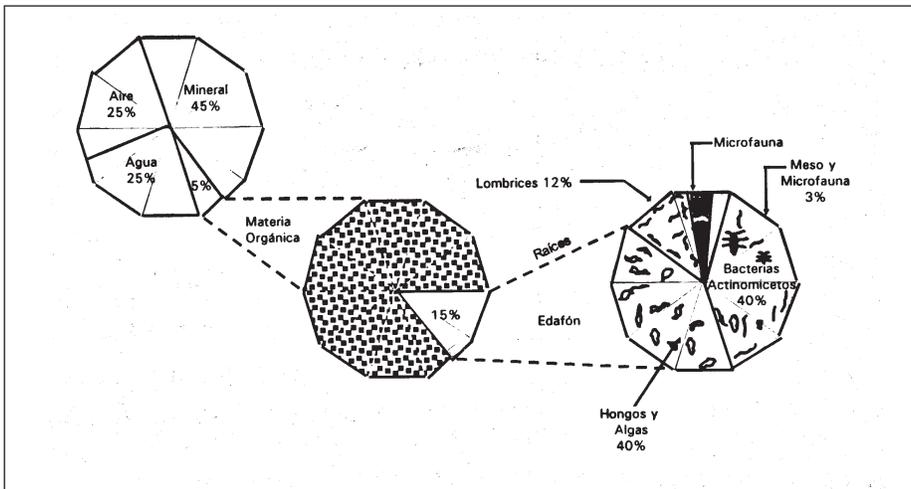


Figura 3. Composición del suelo y edafón (Kolsman y Vasquez, 1996)

los componentes corresponden al humus; éste es resultado de la descomposición cíclica de la materia orgánica; el otro 15% es compartido por las raíces y el edafón. Este último es una de las partes más importantes del manejo ecológico del suelo por cuanto recoge, en gran medida, el proceso de los organismos vivos del mismo, sin los cuales no podría darse la actividad biológica y la relación entre sus propiedades físicas y químicas no podría cumplirse.

Edafón

El edafón comprende a la totalidad de los organismos del suelo, tanto la flora como la fauna en sus formas macro y micro. Éste contribuye a solubilizar y mineralizar las fuentes nutritivas, así como a mejorar la estructura del suelo. Solamente las bacterias y actinomicetos aportan dos tercios del carbono del suelo. Las bacterias viven un promedio de media hora, forman colonias y son increíblemente móviles. Su rápido ciclo de vida y su enorme actividad metabólica mejoran la estructura del suelo, facilitando la movilización de compuestos a base de hierro y fósforo, difícilmente solubles. Los actinomicetos segregan antibióticos, mientras los estreptomicetos junto con los hongos producen el típico olor a tierra.

Se considera que una hectárea de suelo con una capa arable de 10 a 20 cm de profundidad y 1% de materia orgánica, contiene alrededor de 1,500 kg de microorganismos.

En el suelo existen bacterias ligadas a funciones muy específicas. Algunas se encuentran descomponiendo celulosas, pectinas, proteínas; otras como las nitrosomonas oxidan el amonio (NH_4) a nitrito (NO_2), las nitrobacterias oxidan los nitritos a nitratos (NO_3) mientras que otras como *Azotobacter* sp. y *Rhizobium* sp. fijan el nitrógeno atmosférico en forma libre y en simbiosis respectivamente.

Los hongos dan firmeza mecánica a la estructura del suelo y, en simbiosis con las raíces de las plantas, aumentan el radio de acción de estas fuentes de energía y carbono. Las algas se ubican superficialmente debido a su necesidad de luz; mediante la fotosíntesis asimilan carbono y enriquecen el suelo con oxígeno y nitrógeno.

El edafón descompone y desintegra la materia orgánica produciendo su mineralización y humificación. La desintegración microbiana lleva a la liberación de los elementos orgánicos y su posterior transformación en productos inorgánicos (mineralización). A través del proceso de humificación se forman las sustancias húmicas más importantes. (Tomado de Kolsman y Vásquez, 1996.)

LA FERTILIDAD DEL SUELO ECOLÓGICO

En la **figura 4** se presentan los factores ecológicos de la producción agrícola. Como se puede apreciar, éstos actúan de manera directa e indirecta, afectando los procesos de desarrollo de las plantas e influyendo en las relaciones suelo-planta. Esta figura nos permite observar que se dan una serie de interacciones entre esos factores –múltiples y variados– sobre los cuales el hombre tiene poca capacidad de control.

En la **figura 5**, se presentan los aspectos fundamentales de la fertilidad del suelo. La reproducción de esos factores debe relacionarse con la habilidad del agroecosistema para mantener su producción a través del espacio y el tiempo. Las propiedades del suelo se dividen en bioquímicas, físico-químicas y biofísicas y deben encontrarse en equilibrio, lo que aunado a la capacidad de reciclaje continuo produce la fertilidad natural del suelo.

Kolsman y Vásquez (1996) proponen que la fertilidad natural del suelo es la capacidad de sostener a la planta e influir en su rendimiento. El suelo, junto con factores como el clima y el tipo de agricultura, dan por resultado la productividad. Un suelo vivo y sano producirá más en términos cuantitativos y cualitativos. Primavesi (1982) comenta que la fertilidad del suelo es la riqueza en nutrientes, aunque no indica que éstos puedan ser absorbidos por las plantas. Se entiende que quedan excluidas las sustancias tóxicas.

Es importante entender que si el suelo es un organismo vivo, sus propiedades siempre estarán interactuando. No debemos ver las propiedades aisladas, como comúnmente se hace. El interactuar de lo físico, lo químico y lo biológico del suelo, permite dar una mejor interpretación a lo que está pasando en éste y permite crear los correctivos necesarios para protegerlo y mejorarlo. El manejo ecológico del suelo es la única garantía existente para recuperar los suelos deteriorados. Todo ello dependerá de la multiplicidad de funciones que han de proporcionar las nuevas propiedades y sus relaciones.

Propiedades bioquímicas

Entre las propiedades bioquímicas más destacadas se encuentran las diversas interacciones de la población microbiana entre la microflora y microfauna del suelo. La desintegración microbiana libera los elementos orgánicos y posteriormente los transforma en productos inorgánicos. Por ejemplo, las sustancias minerales se transforman así en productos inorgánicos finales tales como

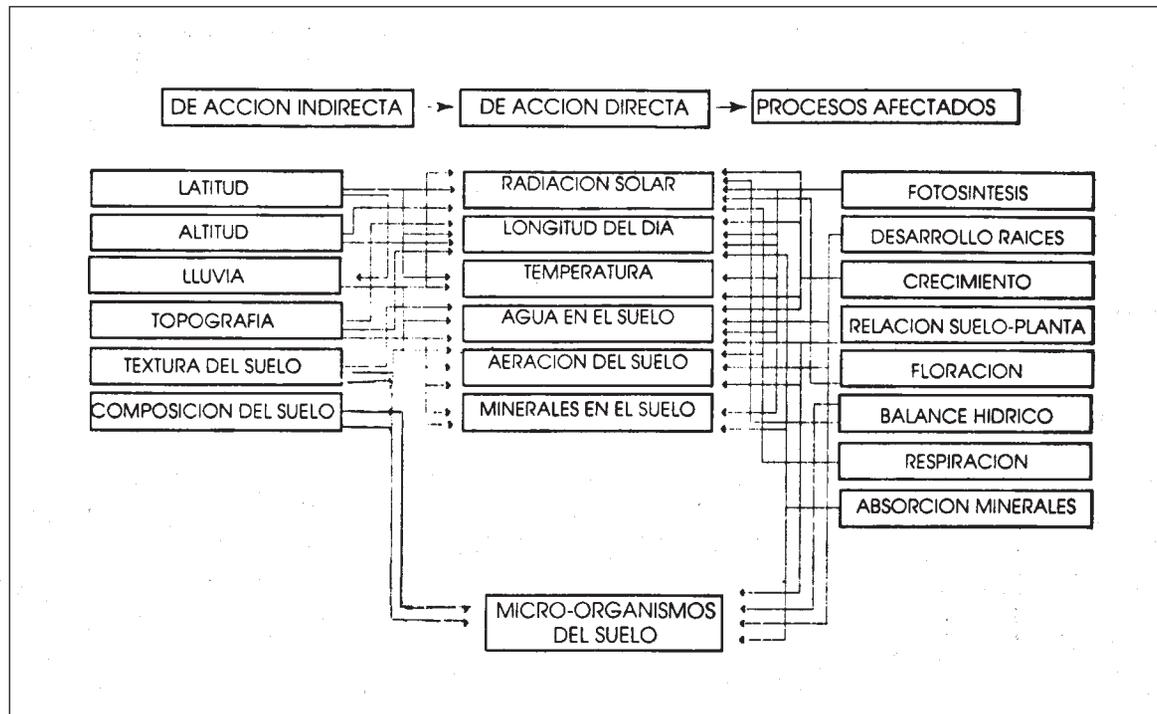


Figura 4. Factores ecológicos de la producción agrícola (Núñez, 1997)

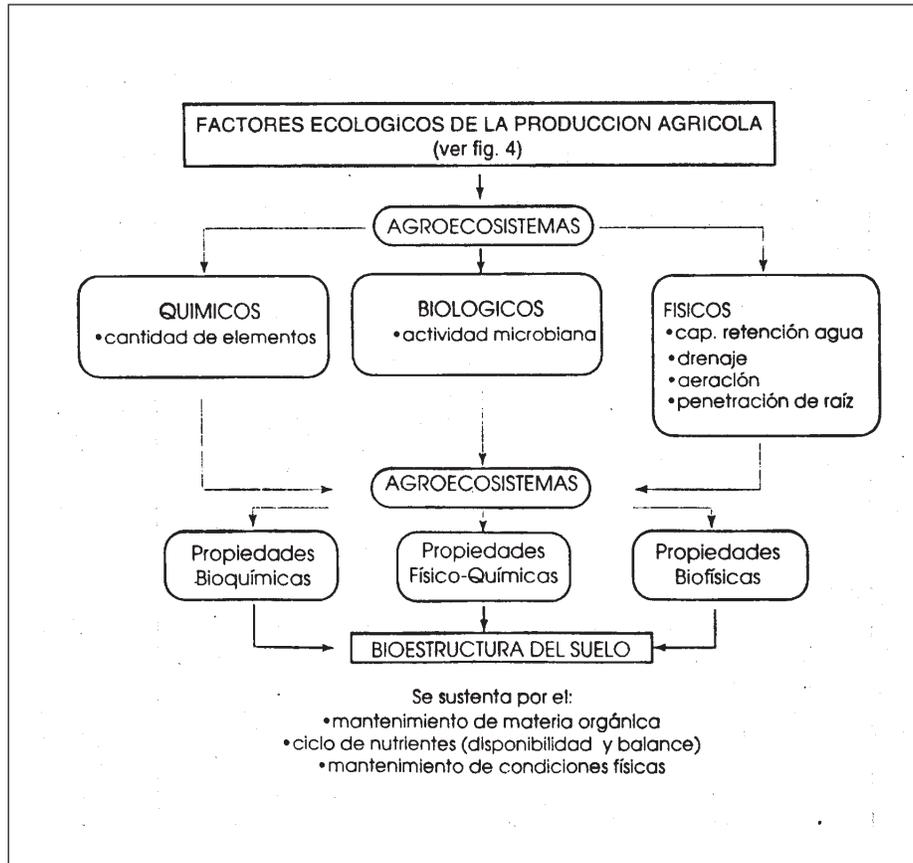


Figura 5. Aspectos fundamentales de la fertilidad del suelo

dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), nitratos (NO_3), fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), nitritos (NO_2), y sustancias húmicas provenientes de la lignina, los carbohidratos, las sustancias nitrogenadas y otras.

Propiedades físico-químicas

La respiración del suelo se da por el intercambio gaseoso de anhídrido carbónico (CO_2) y oxígeno (O_2) en la atmósfera, y la cuantificación de su salida puede ser una medida de la actividad biológica del suelo. Ésta puede fluctuar

entre 0.5-3.0 g de anhídrido carbónico ($\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{hora}$), (Kolsman y Vásquez, 1996). La generación de anhídrido carbónico depende de diversas condiciones que influyen en la respiración del suelo, tales como: temperaturas elevadas, incremento en la respiración, tipo de suelo, profundidad y bioestructura. Un suelo con estructura granular-compactada no posee las condiciones adecuadas para la infiltración del aire y del agua, es decir, carece de las condiciones de fertilidad física.

En la **figura 6** se describen los productos encontrados en los procesos de mineralización y humificación. Ahí se observan las distintas cantidades de sustancias minerales que interactúan en el suelo y que producen, al considerar los grados de acidez, alcalinidad y salinidad, sus propiedades físico-químicas.

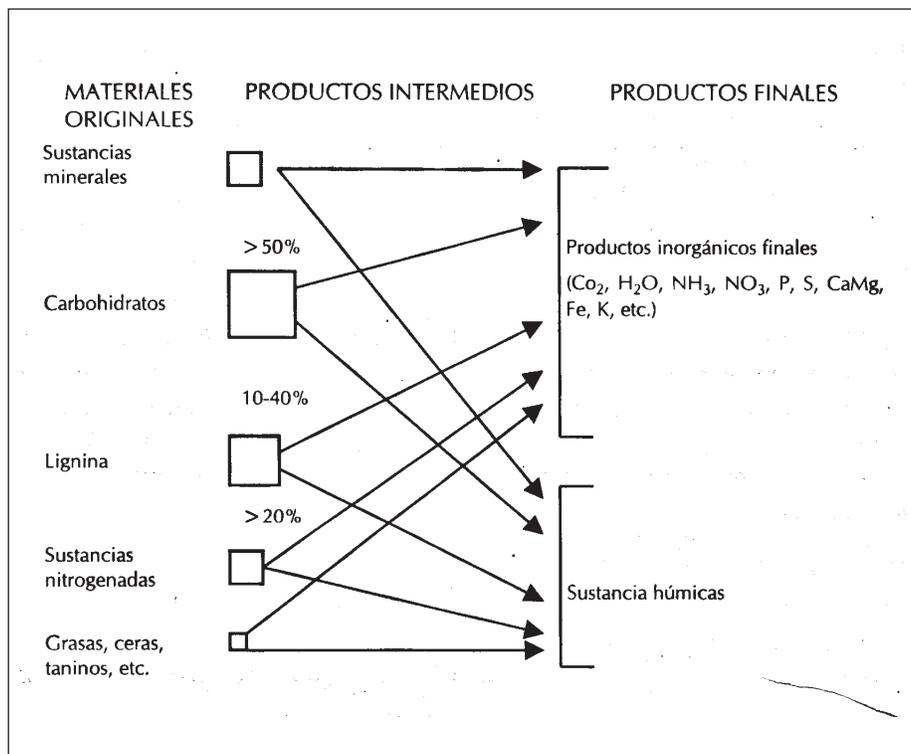


Figura 6. Productos encontrados en los procesos de mineralización y humificación (Kolsman y Vásquez, 1996)

Propiedades biofísicas

La textura de los suelos está conformada por arena, limo y arcilla. Cuando se habla de estructura de los suelos se refiere a las diversas combinaciones o uniones de esas partículas, el humus y el edafón.

En el edafón los organismos biológicos están en continuo movimiento; el resultado de estas uniones de partículas y organismos, son los agregados o grumos con sus propias fuerzas electrostáticas. A estas fuerzas se les asocia la retención de humedad, es decir, la capacidad de las partículas del suelo para retener el agua.

Un suelo grumoso es el producto final de la agregación química y biofísica, y se le considera un suelo ecológico y sano. Debemos procurar mantener su estructura, o mejor dicho, la capa arable o bioestructura (Primavesi, 1984) dado que para su reproducción han de coincidir la integración e interacción de las propiedades bioquímicas, físico-químicas y biofísicas (**Fig. 5**), expresadas entre otras cosas por:

- El mantenimiento de materia orgánica en el suelo.
- La disponibilidad y balance de nutrientes.
- El mantenimiento de las condiciones físicas del suelo.

3. La bioestructura del suelo

Al hablar de la bioestructura del suelo de la capa arable comprendida entre los 0 y 20 cm de profundidad, Ana Primavesi (1984), una de las pioneras en Latinoamérica en introducir este concepto, explica que esa capa tiene forma grumosa, estable al agua. Puede haber una agregación en la capa más baja, pero como ésta no es estable al agua, se deshace cuando entra en contacto con el agua de lluvia.

¿CÓMO SE FORMA LA BIOESTRUCTURA DEL SUELO?

La **figura 7** presenta la formación de la bioestructura del suelo, que se explica a continuación:

- Agregado o grumo es todo aquel agrupamiento de partículas de suelo entre 0.5 y 5.0 mm, independientemente de su densidad y porosidad. La tierra grumosa, estable a la acción de las lluvias, permite la infiltración del aire, haciendo penetrar más fácilmente las raíces en el suelo.

- El grumo crea la fertilidad física del suelo.
- En la formación de los agregados tenemos los de formación química, que son agregados primarios, de los cuales los microorganismos del suelo forman los grumos o agregados secundarios. La estabilidad dependerá de la presencia de la materia orgánica.
- El grumo estable al agua depende de los coloides o la “cola orgánica” producida por bacterias, filamentos de algas y de hifas de hongos provenientes de la materia orgánica. Por tanto, para mantener la formación de grumos, lo cual nos lleva a conformar la bioestructura del suelo, la materia orgánica debe y tiene que ser renovada para la vida y mantenimiento de los organismos en el suelo.
- La estabilidad del grumo se debe a la unión de agregados, la cual es dada por acción química. La materia orgánica sirve de puente entre los agregados dándose una atracción electroquímica (agregados primarios), formándose un complejo arcilloso-grumoso de difícil descomposición, el cual se pega a la cola bacteriana (inicio de formación de agregados secundarios) y a los azúcares: polisacáridos producidos por la actividad de actinomicetos e hifas de hongos. Todo ello envuelve a los grumos entrelazándose y produciendo la estabilidad de los mismos.

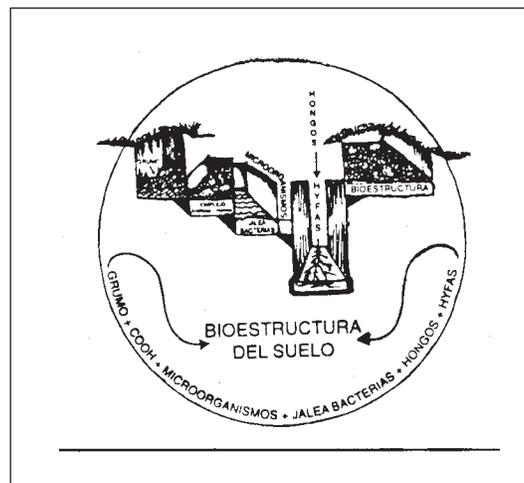


Figura 7. Formación de la bioestructura del suelo

¿DE QUÉ DEPENDE LA ESTABILIDAD DE LA BIOESTRUCTURA DEL SUELO?

La estabilidad de la bioestructura del suelo depende del equilibrio de varios ciclos productivos que se dan simultáneamente en el proceso de su formación.

En un primer ciclo se producen complejos de sustancias químicas (**Fig. 6**).

En un segundo ciclo ocurre la continua formación de los grumos dependiendo de los siguientes factores:

- La estabilidad de los grumos depende en parte de la vida de organismos en el suelo, entre los que se encuentran las bacterias celulolíticas, hongos, actinomicetos y algas.
- Los organismos necesitan de materia orgánica para alimentarse y reproducirse.
- Debe haber una incorporación continua de materia orgánica al suelo. Esta materia debe ser arada y no enterrada.

En un tercer ciclo se da la integración de los ciclos anteriores.

La estabilidad de la bioestructura también va a depender de:

- La infiltración y el almacenamiento de agua en el suelo.
- La ventilación y disponibilidad de oxígeno para la raíz y el metabolismo vegetal.
- La expansión de la raíz; a mayor cantidad de suelo cubierto mayor cantidad de nutrientes disponibles para la planta.

Debemos tener presente que la estabilidad de la bioestructura no es permanente y dependerá del cumplimiento y la simultaneidad de los ciclos reproductivos enunciados anteriormente.

RECOMENDACIONES PARA EL ARADO ECOLÓGICO TROPICAL

- No se debe remover la tierra más allá de los 2 cm por debajo de las raíces de las plantas herbáceas autóctonas.
- La tierra enterrada es tierra muerta y nunca debe salir a la superficie.
- La tierra del trópico presenta una vida biológica 10 a 20 veces mayor que la de clima templado; por tanto, no debe ser movilizadada.
- El suelo tropical necesita una tierra suelta, no una tierra revuelta.
- Dado que en el trópico la tierra se compacta con la fuerza de las lluvias, nunca se debe mantener la tierra sin vegetación.
- Sólo justificamos el arado ecológico en el trópico cuando debemos eliminar una yerba de crecimiento agresivo.

La única manera de superar la compactación del suelo es mediante la adición de materia orgánica (Primavesi, 1992).

4. Relación suelo-planta

En la **figura 8**, se presenta un resumen de los efectos de un suelo compactado.

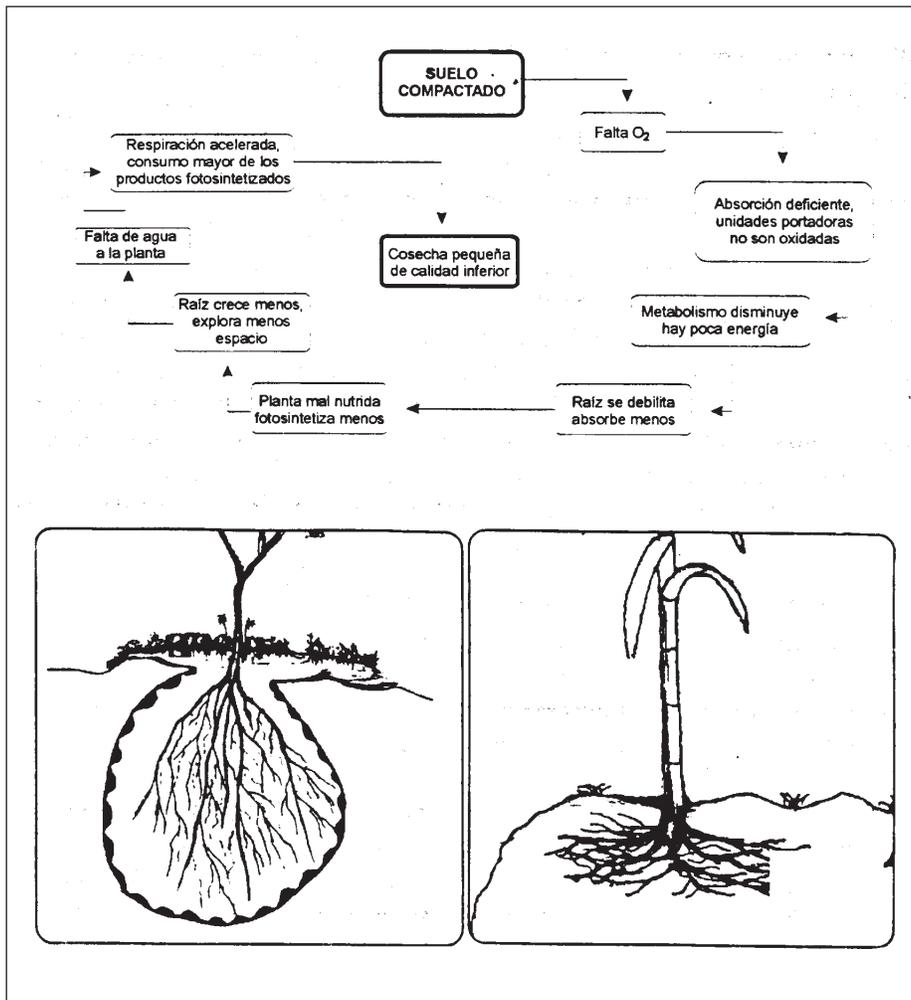


Figura 8. Efectos de la compactación del suelo; izquierda abajo, suelo normal; derecha, suelo compactado (Primavesi, 1997)

Entendemos que se da un atrofiamiento en el crecimiento de las raíces, que no sólo perjudica a la formación y estabilidad de la bioestructura del suelo, sino que también afecta el crecimiento de la planta. Alrededor de la zona de la raíz se crea la zona radicular inmediata o rizósfera, la que presenta gran actividad de microorganismos; éstos se alimentan de las sustancias que el suelo les proporciona y de las que se derivan de la raíz y sus diversas funciones biológicas. Gracias a esta intensa actividad las plantas también disponen de nutrientes. Es allí donde comienza otro gran laboratorio de sustancias bioquímicas, las cuales dan apertura a la relación suelo-planta.

En este tipo de interacción se dan relaciones muy particulares y específicas, entre determinados tipos de organismos con determinados tipos de plantas. Existen plantas cuyas raíces excretan enzimas, sustancias o gases, las cuales estimulan el crecimiento. Por otra parte, encontramos en las plantas excreciones o sustancias que hacen el papel de antibióticos, repeliendo algunos insectos o microorganismos. En la **figura 9** (Primavesi, 1997) observamos los efectos de la compactación del suelo en la nutrición de la planta, tales como deficiencias nutricionales en las hojas y ramas de la planta, así como algunas sustancias tóxicas que se producen en el suelo y en la raíz de la planta. Estas deficientes interacciones inciden en las relaciones óptimas *suelo vivo-planta sana*, en el aumento de la población de organismos del suelo, en la fijación biológica de nitrógeno, en la formación de micorrizas, en las excreciones radiculares y en las funciones de la raíz y de la zona de la rizósfera.

BACTERIAS NODULARES FIJADORAS DE NITRÓGENO

A pesar de que el nitrógeno es el elemento atmosférico que se encuentra en mayor porcentaje (78%), constituye uno de los nutrientes vegetales que más escasean en el mundo y es necesario promover las posibilidades de producirlo y fijarlo. La fijación del nitrógeno se da a través de la simbiosis entre determinadas bacterias que penetran por los pelos radiculares formando nódulos. Las bacterias del género *Rhizobium* son las más utilizadas para la fijación de nitrógeno, especialmente en asociación con las leguminosas, tales como: frijol, habas, arvejas, lupinos y otros. (**tabla 1**). En esta asociación la leguminosa suministra el azúcar y la energía necesaria para ser utilizada por las bacterias fijadoras de nitrógeno en la transformación del nitrógeno de la atmósfera (N_2) en forma de amonio (NH_4); la planta lo asimila y lo usa para sintetizar su proteína y es así como fija el nitrógeno.

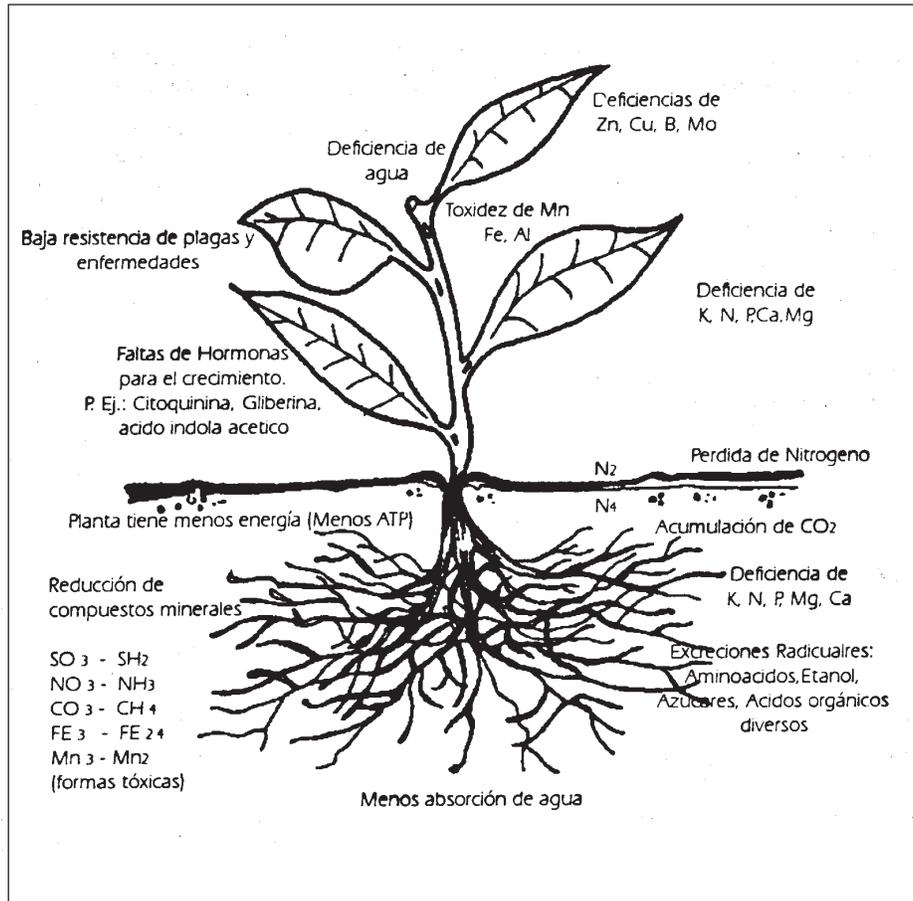


Figura 9. Efectos de la compactación del suelo en la nutrición y salud de la planta (Primavesi, 1997)

LAS MICORRIZAS

Las micorrizas se producen por la simbiosis entre las hifas de los hongos que atraviesan los pelos radiculares. De esta unión nace otra raíz o pelo radicular el cual se extiende a lo largo o alrededor de las rizósferas (**Fig. 10**).

Las micorrizas (Montilla, 1992) tienen las siguientes funciones o ventajas:

- Mayor captación de nutrientes que abastecen a las plantas de fósforo y potasio.

Tabla 1. Abonos verdes y fijación biológica de nitrógeno

Abonos verdes	N (Kg/ha/año)
<i>Medicago sativa</i>	127-333
<i>Arachis hypogae</i>	33-279
<i>Calopogonium mucunoides</i>	64-450
<i>Vigna unguiculata</i> sin. <i>Vigna sinesis</i>	73-240
<i>Centrosema pubescens</i>	93-398
<i>Crotalaria juncea</i>	150-165
<i>Pueraria phaseloides</i>	100
<i>Desmodium</i> sp.	70
<i>Pisum sativum</i>	81-148
<i>Vicia satriva</i>	90
<i>Vicia villosa</i>	110-184
<i>Stylosanthes</i> sp.	30-196
<i>Vicia faba</i>	88-157
<i>Vicia</i> sp., <i>Canavalia ensiformis</i>	57-190
<i>Galactia striata</i>	181
<i>Cicer rasientinum</i>	41-270
<i>Cajanus cajan</i>	41-90
<i>Cyamops psoraloides</i>	37-196
<i>Lens culinaris</i>	35-77
<i>Lespedeza stipulacea</i>	193
<i>Leucaena leucocephala</i>	400-600
<i>Stizolobium aterrimum</i>	157
<i>Glycine wightii</i> verde	160-450
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	70-181
<i>Glycine max</i>	17-369
<i>T. Hybridum</i>	21
<i>T. Indica</i>	64
<i>Lupinus</i> sp.	128
<i>Trifolium repens</i>	128-268
<i>Melilotus alba</i>	9-140
<i>Trifolium alexandrinum</i>	62-235
<i>Trifolium pratense</i>	17-191
<i>Trifolium subterraneum</i>	21-207
<i>Trigonella faenum-graecum</i>	44
<i>Vigna</i> sp.	63-345

Fuente: AT-PTA, 1992

- Mayor captación de microelementos.
- Mayor captación de agua.
- Aumentan la defensa contra patógenos.
- Aumentan la capacidad fotosintetizadora de la planta.
- Aumentan las relaciones hormonales por simbiosis.
- Mejoran las condiciones fisiológicas de las plantas.
- Disminuyen el estrés biótico de la planta.
- Aumentan el rendimiento en leguminosas.

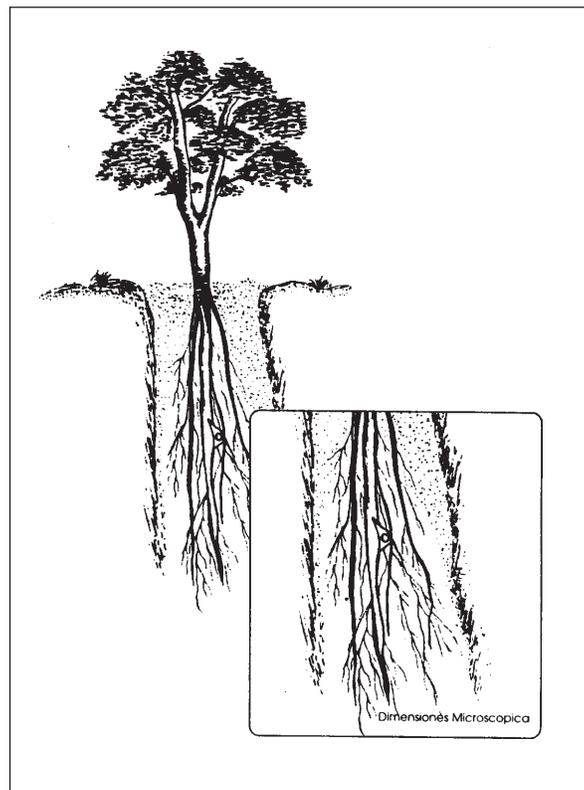


Figura 10. Simbiosis entre hifas de hongos y pelos radiculares

EXCRECIONES RADICULARES

Kolsman y Vásquez (1996) definen las excreciones radiculares como sustancias biológicas activas que producen efectos favorables o de represión sobre determinados patógenos. Algunos de estos efectos son alelopáticos, es decir, influyen en el desarrollo de las plantas vecinas debido a sus excreciones o productos metabólicos (solución o gas). En solución el efecto se da a través de las hojas o la raíz; en forma gaseosa a través de estomas. En ambos casos existe la posibilidad de que se presente el efecto de activación o inhibición. Se ha demostrado que durante los procesos de germinación cada semilla libera por la radícula diversas fitohormonas, entre ellas las auxinas que regulan el crecimiento y que pueden jugar un papel importante en el control de las malezas. Las excreciones radiculares como proceso fisiológico son aprovechadas para la planificación de técnicas de asociación y rotación de cultivos.

FUNCIONES DE LA RAÍZ

Está claro que las raíces, como parte del soporte de las plantas se encuentran en una intensa interacción con el suelo; ésta es una de sus funciones más importantes (**Fig. 11**). Es allí donde se evidencia la clara relación suelo-planta y de donde proviene la idea de suelo sano-planta sana.

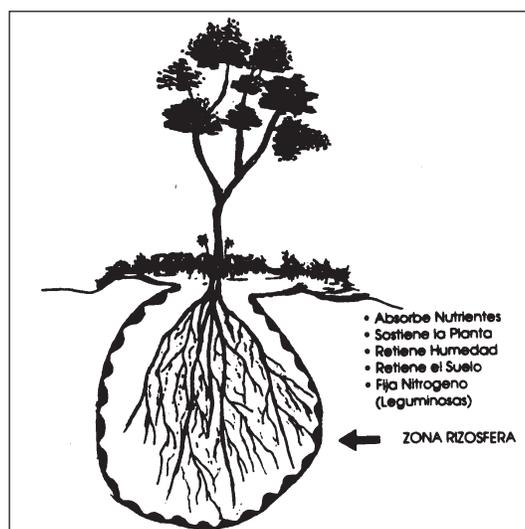


Figura 11. Funciones de la raíz

Al fertilizar un suelo con agroquímicos, o al aplicar herbicidas y plaguicidas se estarían limitando las funciones bioquímicas y biofísicas del suelo y no tendríamos la posibilidad de mantener ese maravilloso laboratorio natural que son las relaciones suelo-planta. Asimismo, se limitarían las funciones elementales de las raíces:

Las raíces cumplen diversas funciones como:

- Producir sustancias nutricionales y defensivas para las plantas.
- Sirven de soporte para las plantas cumpliendo las actividades de absorción, depósito y transporte de agua y nutrientes.
- Los pelos radiculares cumplen funciones biológicas y de protección.
- Participan en los procesos físico-químicos del suelo.
- Resisten las presiones y movimientos de la planta.

CAPÍTULO 2

TÉCNICAS AGROECOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO DEL SUELO

1. Técnicas agroecológicas tradicionales

El propósito fundamental en un sistema de producción agrícola es mantener el suelo biológicamente estable, como espacio donde se crean las condiciones para mantener en equilibrio un suelo sano, lo cual nos proporciona una planta sana. Es importante resaltar siempre la causa-consecuencia que se desprende de la relación suelo sano-planta sana y planta sana-suelo sano.

Para mantener la relación suelo sano-planta sana es necesario conservar las condiciones biológicas del suelo, especialmente cuando se trabaja con suelos en pendiente, donde debemos controlar la erosión y el uso del agua.

Algunas de las técnicas agroecológicas (**Fig. 12**) desarrolladas por los campesinos que se pueden aplicar son las siguientes:

- Diques
- Barreras de contención de suelos
- Zanjas de desagüe, desviación y absorción
- Terrazas
- Andenes o bancales

Diques. Se trata de contener el agua o hacerla circular con la construcción de un muro artificial. Se pueden usar materiales del mismo medio como piedras, maderas y bloques. Estos diques pueden ubicarse en los filos asomándose en la superficie del terreno. Los diques evitan la erosión, percolación y lixiviación.

Barreras. Son vallas, maderas, tallos, troncos, piedras, plantaciones de cercas

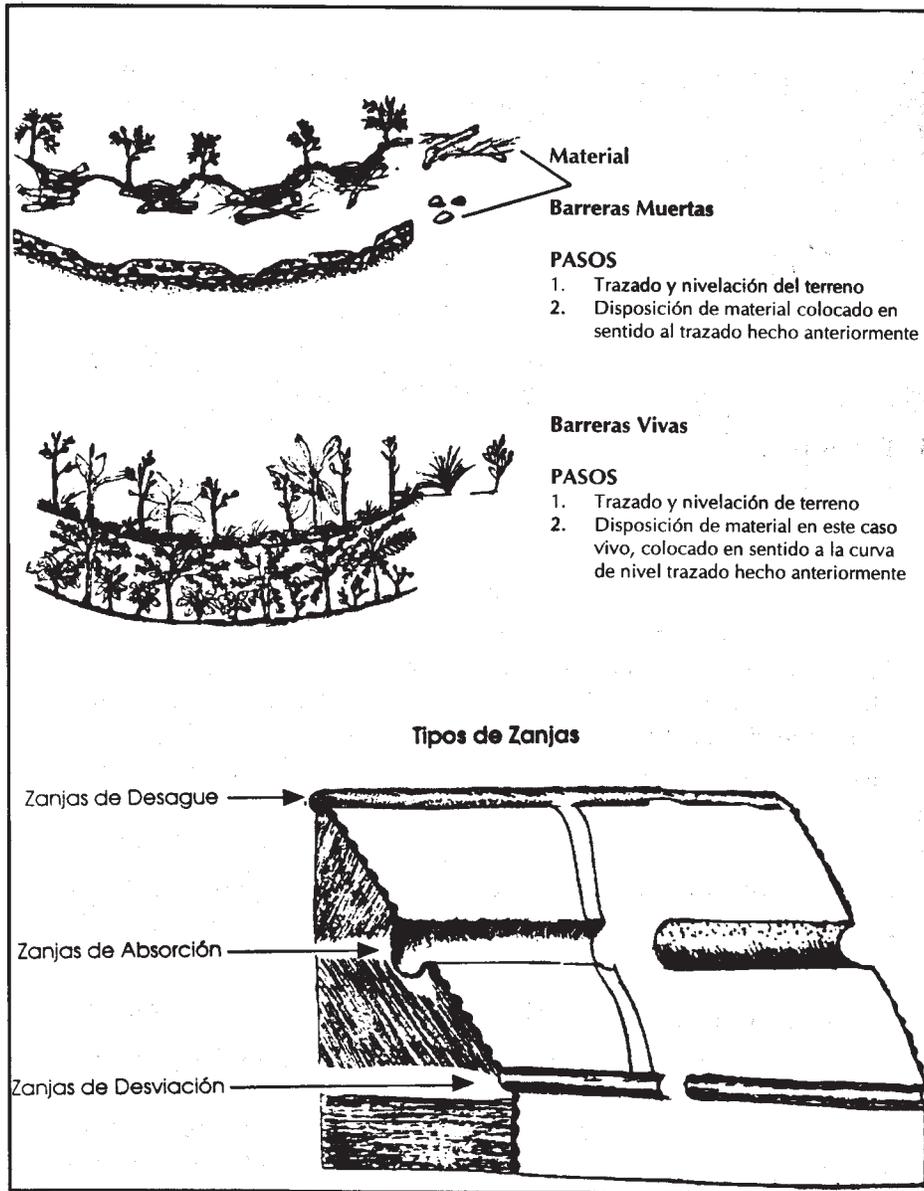


Figura 12. Técnicas agroecológicas en la preservación de suelos en pendientes (continua)

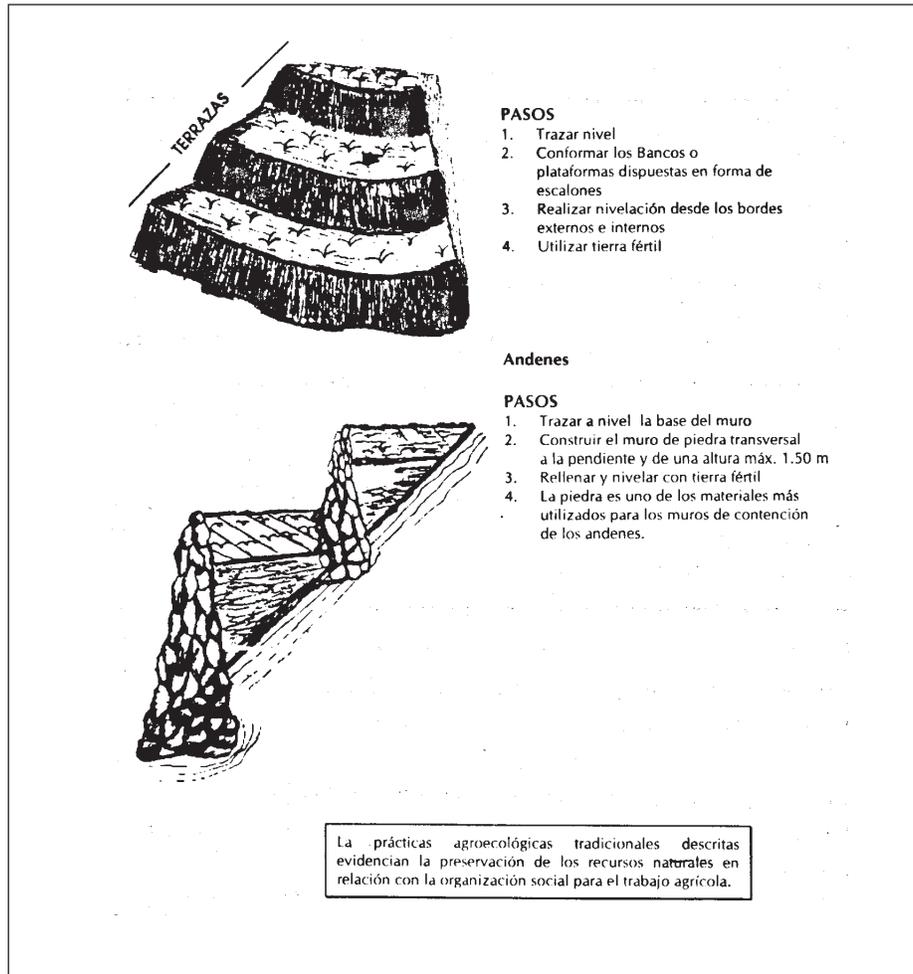


Figura 12. Continuación

u otro material orgánico vivo o muerto, cerrando o cercando el paso. En la agricultura del trópico y particularmente en los Andes, la construcción de barreras y laderas de diferentes pendientes constituye una práctica de conservación de suelos. Esta práctica controla la erosión provocada por el arrastre del agua. Las barreras ayudan a retener el suelo.

Zanjas de desagüe, absorción, desviación y gradientes. Son cauces construidos generalmente de manera artificial, por donde se conduce el agua para darle salida o para otros usos. Las zanjas de absorción tienen como objetivo infiltrar el agua de escorrentía, proveniente de las partes altas del terreno para romper la velocidad de la misma y que el agua se reciba y acumule en la zanja. Las zanjas sin gradiente (0%) sirven para infiltrar el agua y se recomienda construirlas en suelos franco-arcillosos. Las zanjas con gradiente (1%) son utilizadas para retirar los excesos de agua y se conocen como zanjas de desviación. Este tipo de zanjas se recomienda para suelos pesados y arcillosos.

Según la práctica campesina, las zanjas deben construirse en el centro del terreno y en la parte alta del mismo, tomando en cuenta la cantidad de lluvia caída en la zona. Si llueve bastante, se deben construir zanjas de desviación y si la precipitación es poca, deben hacerse zanjas de infiltración.

Terrazas. Utilizadas en terrenos o laderas, las terrazas son espacios de terreno en una serie de plataformas, o de bancos dispuestos en escalones en las pendientes. Las ventajas del uso de las terrazas son las siguientes:

- Detienen el arrastre de los suelos, reteniendo la humedad y controlando la erosión del suelo.
- Mantienen la fertilidad del suelo logrando proteger una mayor extensión de terreno sin necesidad de mucha mano de obra.
- Permiten aprovechar los materiales vegetales utilizados en la construcción de la terraza, transformándolos en materia orgánica.

En los Andes podemos encontrar dos tipos de terrazas, las de formación lenta y las de banco. Estas últimas son el resultado de cortes longitudinales de pendientes del terreno a través de la remoción de la tierra para su formación. Las terrazas de formación lenta se van formando en un periodo de tres a cinco años. La distancia entre ellas varía de acuerdo al grado de pendiente o ladera, el tipo de suelo, cantidad de lluvia y la clase de cultivo por sembrar. En conjunto, las barreras vivas y muertas conforman los muros de contención de las terrazas.

Andenes o bancales. Pedazo de tierra utilizado para andar o sembrar, propio de los campesinos andinos. El andén forma parte del conocimiento, trabajo y cultura andina. La práctica del andén permite un mejor uso del suelo, se aprovechan los rayos solares y el agua de riego.

El aparato "A"

Para la construcción de terrazas, zanjas, barreras, andenes u otras prácticas en ladera, se deberá utilizar el aparato "A", herramienta manual de fácil manejo y que se puede construir con materiales del propio medio.

PASOS PARA SU CONSTRUCCIÓN:

Las herramientas necesarias son: un par de tablillas de 2 m y una de 1.50 m, mecate, bejuco, martillo, machete, clavos y piedra para la plomada (**Fig. 13**).

Paso 1. Se amarran o clavan las dos maderas de 2 m.

Paso 2. Se dejan 5 cm libres a cada extremo de la regla para clavar las patas del aparato "A". La distancia entre las dos patas debe ser de 2 m.

Paso 3. Se amarra en el clavo un mecate con una piedra.

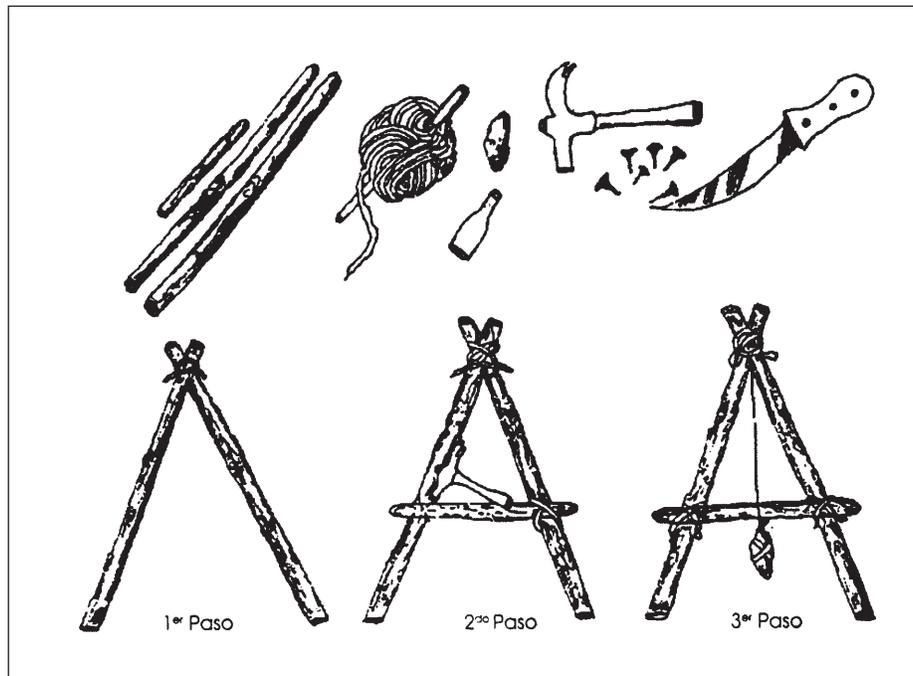


Figura 13. Materiales necesarios y construcción del aparato "A"

PASOS PARA CALIBRAR EL APARATO “A”:

- Primero: se coloca el aparato en “A” en contra de la pendiente.
- Segundo: se señalan los puntos en donde descansan las dos patas.
- Tercero: se raya el primer punto de calibración por donde golpea la plomada.
- Cuarto: se da media vuelta al nivel en “A”, cambiando las patas en los puntos anteriores y se traza el segundo punto de referencia de calibración.
- Quinto: se señala el punto intermedio de los dos puntos de referencia y éste es el punto de nivel.

Los campesinos nos recuerdan que en el trabajo con suelos en pendiente, siempre se debe contar con el aparato “A” para trazar las curvas de nivel, lo cual nos permitirá controlar la erosión del suelo y hacer un uso más racional del agua.

¿CÓMO CALCULAMOS EL PORCENTAJE DE LA PENDIENTE?

El porcentaje de la pendiente es el número de metros que se baja o se sube en altura, cada vez que se camina 100 m, en el sentido de la pendiente (**Fig. 14, tabla 2**). En el terreno se pueden caminar 100 m sin bajar ni subir, en este caso la pendiente es de 0%.

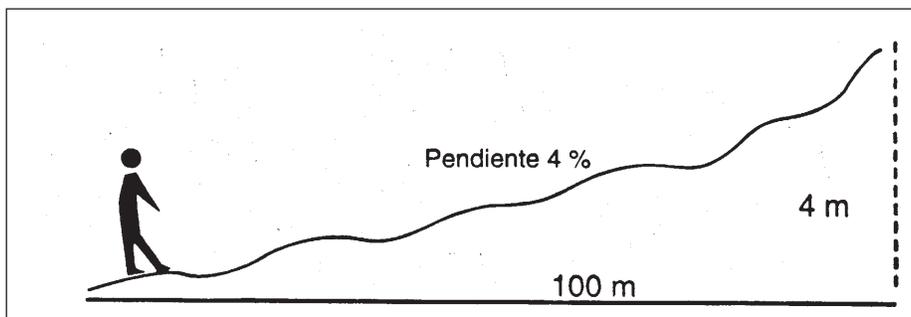


Figura 14. Cálculo del porcentaje de la pendiente

PASOS PARA CONSTRUIR UNA TERRAZA:

- Primero: utilizar el aparato “A” para la delimitación de la terraza.
- Segundo: permitir una inclinación de 1% en el terreno para provocar la salida o escorrentia de los excesos de agua.
- Tercero: mover el 50% de la tierra hacia abajo y el resto hacia arriba.
- Cuarto: se protege el talud con la siembra de una barrera viva o muerta.
- Quinto: en el terreno se puede iniciar la siembra con abono verde o la incorporación directa de materia orgánica.
- Sexto: apisonar el terreno para conseguir mayor estabilidad del talud y evitar el desbordamiento de la terraza.
- Séptimo: permitir una pendiente de hasta el 2%, hacia uno de los costados del terreno y una inclinación del 5% del terreno desde el borde del talud hacia la cuneta.
- Octavo: iniciar la siembra de terrazas plantando árboles nativos en los linderos para crear un microclima adecuado a las terrazas.

Tabla 2. Algunas distancias entre las curvas de nivel según la pendiente

Porcentajes de pendiente	Distancia entre curvas
2%	30 metros
5%	28
8%	24
10%	20
14%	18
16%	16
20%	14
25%	12
30%	10
35%	8
40%	6
45%	4

2. Labranza ecológica

En la sección sobre el manejo ecológico del suelo, entendimos la importancia del papel que juegan los microorganismos en él; las propiedades físico-químicas del suelo, su fertilidad o el llamado suelo bueno dependerán de la actividad biológica del mismo. Por ejemplo, la actividad de las lombrices y bacterias, su capacidad de respirar y cumplir sus ciclos ecológicos, la interacción con los nutrientes y las raíces de las plantas. Todos esos aspectos, por mencionar algunos, juegan un papel fundamental en la biología del suelo. Por tanto, las actividades que allí se encierran y las condiciones de vida adecuada para reproducirse y completar los diversos ciclos de vida, constituyen algunos de los aspectos fundamentales que debemos lograr para cumplir con los objetivos de los ciclos ecológicos del suelo.

Al contrario de lo exigido por la agricultura intensiva convencional, el manejo ecológico del suelo requiere de una labranza más cuidadosa. Por tanto, es necesario escoger técnicas apropiadas para mantener el suelo y sus ciclos ecológicos con niveles bajos de disturbios.

Kolsman y Vásquez (1996) consideran que para mantener los procesos bioestructurales del suelo se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos en las prácticas de labranza:

- Baja presión sobre el suelo.
- Corta duración.
- Activación del edafón y de las propiedades físicas y químicas del suelo con el fin de favorecer la germinación y desarrollo de las plantas.
- Bajo requerimiento energético.

Los mismos autores enfatizan que no existe una receta única para la labranza apropiada; ésta debe estar en relación con las condiciones agroecológicas y la diversidad de los ecosistemas, en función del suelo y sus propiedades. Por tanto, Kolsman y Vásquez (1996) recomiendan partir de los siguientes principios:

- Invertir la capa superficial del suelo con una mínima alteración o mezcla de los diferentes horizontes. Cuanto más pesado sea un suelo más superficial debe ser su remoción; su mejor estructura debe lograrse combinando la actividad biológica y la labranza.
- Evitar el exceso de labranza en suelos pesados.

- Tratar de utilizar implementos que no causen efectos nocivos de importancia en la actividad biológica del suelo.
- En períodos de desarrollo vegetativo vivo, las labranzas se deben limitar a la superficie.
- Evitar las labranzas en suelos secos, duros e impermeables (pegajosos) en estado de humedad; operar en estas condiciones ocasionaría gran consumo de fuerza y energía, además de daños en la estructura del suelo.
- Para las operaciones de labranza en suelos pesados y compactados es preferible poner a punto el terreno.
- Debe prepararse el suelo de la manera más rápida posible, para que la actividad del edafón se perturbe mínimamente.
- Las coberturas vivas o *mulch* en el suelo, protegen las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (amortiguan la precipitación, evitan su lavado y lo protegen contra la insolación).
- Una labranza para aflojar el suelo y más aún si es profunda, sólo es efectiva cuando las raíces del cultivo que se instalará, pueden cumplir la función de soporte bioestructural lo más pronto posible.

Alternativas campesinas para la labranza reducida

- Después de la cosecha del cultivo una práctica muy común entre los campesinos es la de dejar los residuos en el mismo terreno para su descomposición. Esto permite que se dé un significativo reciclaje de nutrientes.
- Al inicio de la temporada de siembra, los residuos se cortan incorporándolos.
- Se hacen surcos entre cinco y diez metros entre sí y se incorporan hierbas, rastrojos cortados o humus con tierra. En los surcos se pueden agregar semillas para la cosecha.
- Incorporar humus al suelo.

3. La fertilización orgánica

La materia orgánica en el manejo ecológico de los suelos proporciona las siguientes ventajas:

- Suministro de nutrientes esenciales (micro y macro elementos) para el desarrollo de las plantas. Dichos nutrientes provienen de los procesos de descomposición de residuos orgánicos de procedencia animal y vegetal.
- Fuente de alimento para la población de microorganismos del suelo.
- Aumenta la retención de humedad en el suelo y los movimientos del agua y el aire.
- Mejora la bioestructura del suelo y con ello el crecimiento de las raíces.

Al trabajar con desechos de materia orgánica (**Fig. 15**) es importante tener en cuenta la importancia de su clasificación y separación. Los desechos orgáni-

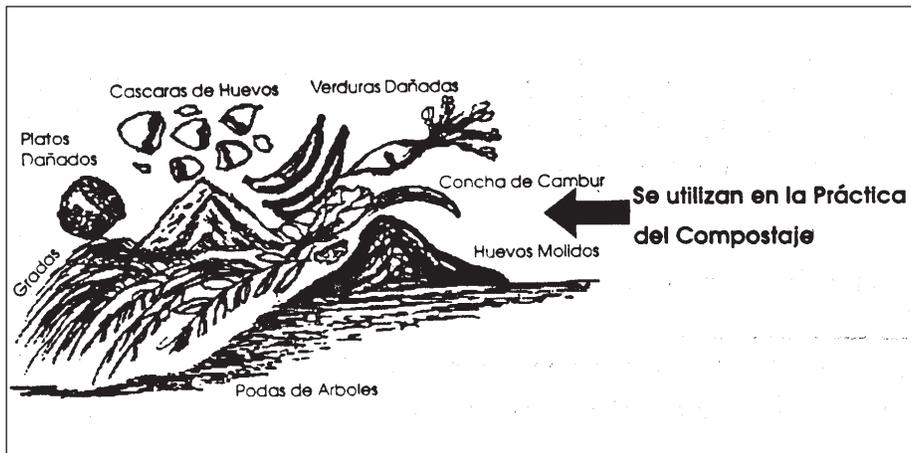


Figura 15. Desechos orgánicos

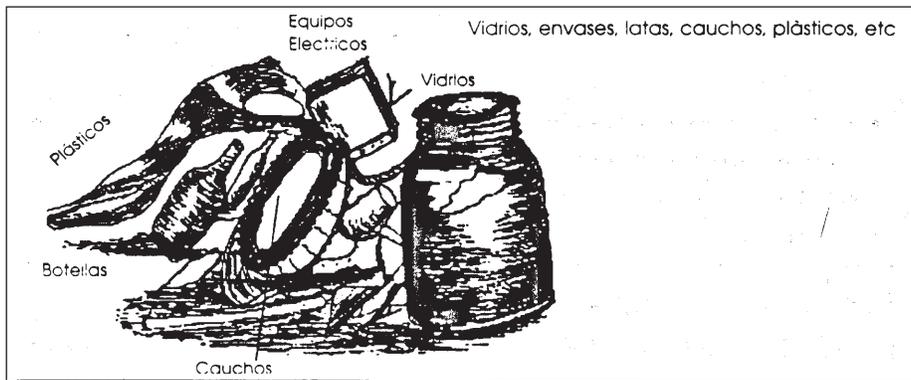


Figura 16. Desechos inorgánicos

cos son diferentes a los inorgánicos (**Fig. 16**); estos últimos no son útiles para ser transformados en abonos por cuanto no se descomponen en la tierra.

TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS O COMPOST

Los abonos orgánicos o compost se obtienen por la descomposición controlada y cíclica de residuos o desperdicios vegetales y animales. El resultado de esa mezcla lo llamamos humus. Es el constituyente más importante del suelo para el crecimiento de las plantas. En la relación suelo-planta el abono nos proporciona las siguientes ventajas:

- Favorece el desarrollo y las actividades de las poblaciones de microorganismos en el suelo.
- Aumenta la desintegración de compuestos o sustancias en el suelo, efectuada por los microorganismos durante el proceso de transformación en minerales solubles, capaces de ser absorbidos por la planta.
- Provee de sustancias nutritivas a la planta (ver el Apéndice para conocer algunas funciones de los nutrientes).
- Mejora la bioestructura del suelo.
- Aumenta la capacidad de infiltración del agua reteniendo la humedad del suelo.
- Contribuye a que las plantas sean fuertes y toleren bien el ataque de plagas y enfermedades.

Métodos de preparación del compost

La preparación del compost (**Figs. 17, 18 y 19**) consiste básicamente en los siguientes pasos:

- Recolección de materiales:

Cáscaras, rastrojos, restos de poda de árboles, malezas, algunos frutos dañados, desechos de cocina, cenizas, cáscaras de huevo, huesos molidos, cal, estiércoles de animales mayores y menores, compost maduro y tierra cultivable.

- Mezclas de materiales:

Se trituran finamente los materiales por utilizar. Mientras más finos o reducidos se encuentren más rápida será su descomposición y utilización.

- Colocación de los materiales:

Los materiales se deben agrupar sueltos. Evitar el apisonamiento de ellos por cuanto no podrán descomponerse al no tener acción del aire.

El compost debe estar cerca de fuentes de agua y el que se prepara en superficie necesita instalarse en paralelo a la dirección del viento para obtener una mayor ventilación.

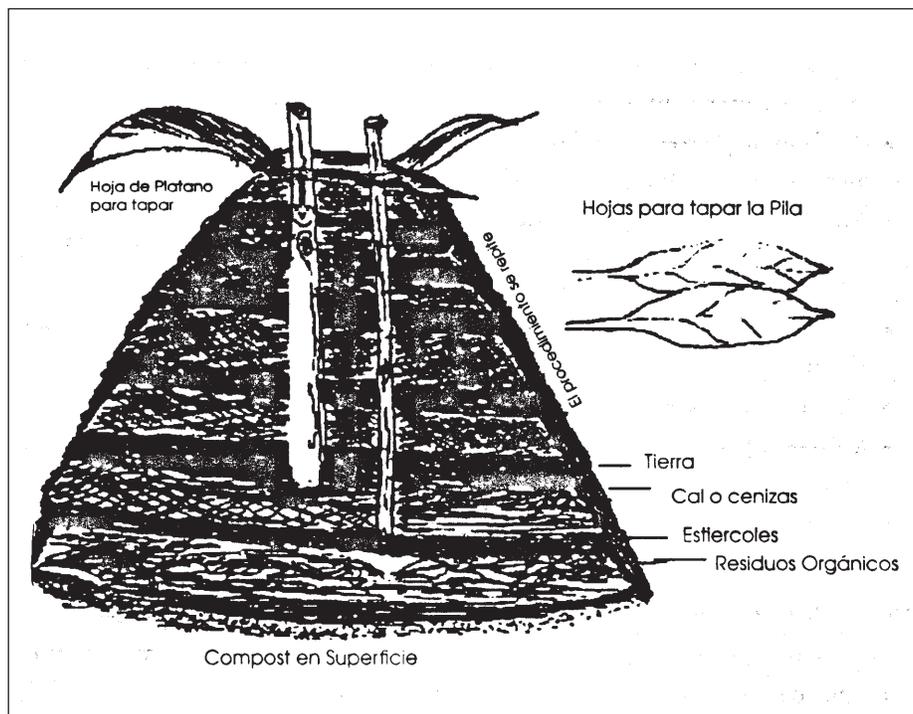


Figura 17. Compostero de superficie

Formas de preparar el compost

Sobre superficies:

- La altura del montón debe ser de 1.30 a 1.50 m el ancho de 1.50 a 3 m; el largo es opcional dependiendo de la cantidad de materiales disponibles.

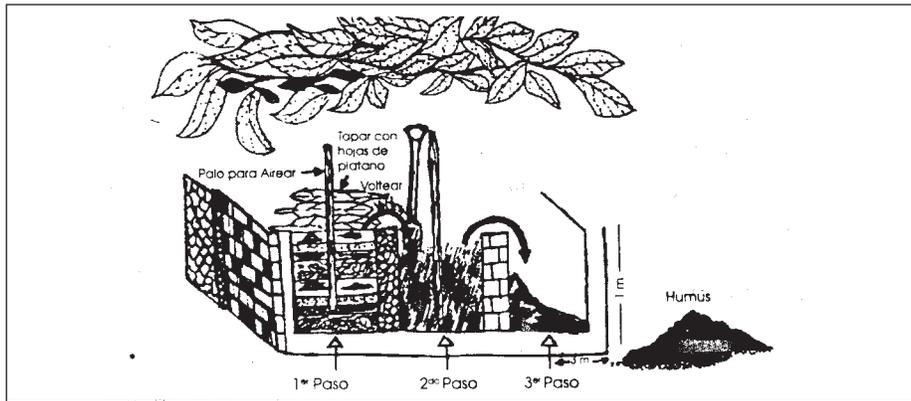


Figura 18. Compostero en fase de tres divisiones

- El montón se va arreglando por capas de material vegetal, primero estiércol, seguido de cenizas y finalmente tierra. Este material se debe colocar a una distancia de 0.5 m de altura a manera de repetir tres capas.

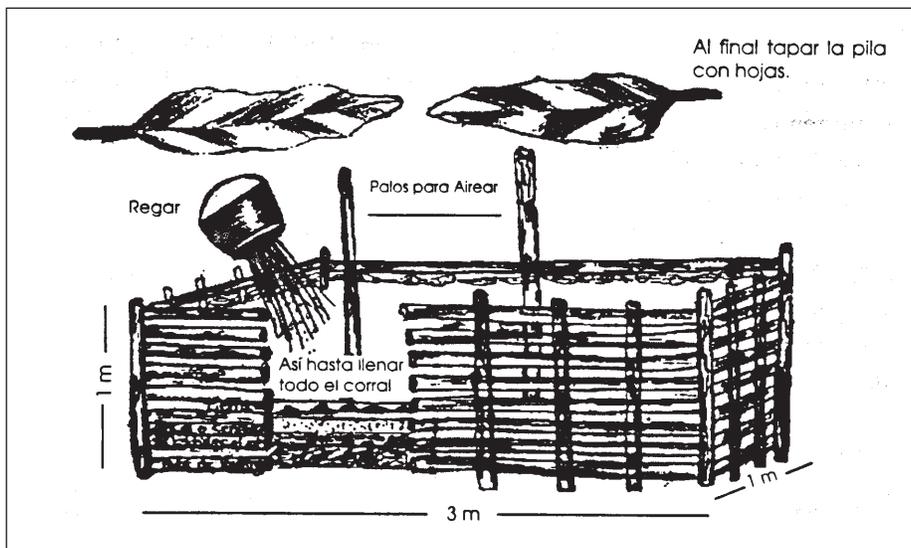


Figura 19. Compostero corral

- Para protegerlo de las lluvias, la pérdida de calor o el ataque de animales, el montón se cubrirá con capas de paja, bagazo o tierra de 10 cm. Dada la descomposición de los materiales la temperatura inicial del compost estará entre 60 y 70 grados centígrados. Luego bajará a 30 grados centígrados.
- Entre los 25 y 28 días la pila de compost debe voltearse, permitiendo la entrada de aire para mejorar la oxigenación y acelerar su maduración. Después de los 28 días se debe voltear cada 15 días unas tres o cuatro veces. Es recomendable colocarle varas de madera en el centro y moverlo cada 3 ó 4 días para permitir la entrada del aire.
- Durante la descomposición del compost, si al abrir el montón la pila está muy caliente al tacto y sale un poco de gas, se agrega agua o desechos orgánicos secos. Si está frío, se añade estiércol. Si la pila se encuentra en una temperatura media, la calidad del compost es ideal.

El humus, como producto final debe ser un producto completamente degradado, de granulosidad uniforme, su temperatura debe ser estable y no debe tener emanaciones de agua.

Forma de propagar el compost

Se colocan capas de 20 cm de residuos vegetales.

- Para evitar temperaturas altas, se colocan en el medio de la compostera varios palos o postes de 1.5 m de largo por entre 1 y 20 cm de diámetro.
- Se ponen capas de 10 cm de estiércol y sobre éste se espolvorea una ligera capa de ceniza, cal o huesos molidos. Se humedece ligeramente.
- Se repite ese proceso hasta llegar a la altura del compostero. Al final se cubre y protege para favorecer el proceso de descomposición.
- A los 8 días se retiran los palos para airear el compost. Recuerde que sin oxigenación no hay descomposición.
- A los 30 días se remueve la compostera a otra. Colocando la capa superior de la compostera 1 en el fondo de la compostera 2, se vuelve a repetir el mismo procedimiento a los 30 días. A los 4 meses se pueden obtener entre 15 y 20 sacos de abono orgánico.

EL BIOABONO

Algunos abonos en superficie o establecidos en laderas durante su proceso

de descomposición pueden producir percolados. Éstos se pueden recoger y ser utilizados como abonos foliares para las plantas. La relación de la dilución del percolado se encuentra en la sección de los estiércoles.

HUMUS DE LOMBRIZ

El humus de la lombriz es el estado óptimo de descomposición de la materia orgánica. Es uno de los humus más completos en calidad y cantidad nutricional y proviene de los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar los desechos orgánicos. En la **tabla 3** se presentan las dosis recomendadas para diferentes aplicaciones

La producción del humus de lombriz presenta las siguientes ventajas:

- Es una actividad viable y productiva.
- Es una actividad económicamente rentable por cuanto no requiere grandes inversiones y se puede fabricar un lombricultivo en una pequeña extensión de terreno.
- La lombriz mide alrededor de 8 cm de longitud y pesa 8 g. Es hermafrodita (tiene ambos sexos), y se reproduce durante todo el año. Alcanza la madurez sexual a los dos o tres meses de vida y cada 10 días deposita una cápsula de 2 a 20 huevos. Vive aproximadamente 15 años. La lombriz generalmente consume lo que pesa y más de la mitad del mismo se transforma en humus.

Tabla 3. Aplicación del humus de lombriz

Dosis Recomendada	Aplicaciones
40-100% de concentración de humus, mejora germinación.	Almácigos y semilleros
Cubrir fondo de hoyo 5 cm.	Trasplante
600 a 1000 gr/m ² , repitiendo cada 30 a 45 días.	Floricultura
100-700 gr/m ² , cada 30 días.	Hortalizas
2 a 3 kg planta joven 4 a 5 kg planta producción Repitiendo cada 6 meses aplicando a 1 m ² alrededor del árbol y a 10 cm de profundidad.	Frutales
500 kg/ha después del pastoreo	Aplicaciones de campo

Fuente: Eizaga, F. y Urbina, P. 1996

- El humus de lombriz es uno de los más estables químicamente.
- Dada la gran cantidad de microorganismos, mejora la bioestructura y la vida del suelo.
- Mejora la absorción de nutrientes por las plantas.
- Aparte de la producción del humus la lombriz sirve como alimento de peces, aves, cerdos y para humanos.

El humus de lombriz contiene:	
Materia orgánica	29-33.9%
Los nutrientes oscilan entre:	
Nitrógeno (N)	1.4-2.91%
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.79-3.82% (593 ppm)
Potasio (K)	1.12-2.48% (4,375 ppm)
Calcio (Ca)	46-11.94% (175.4 ppm)
Magnesio (Mg)	0.64-2.61% (101.6 ppm)
Hierro (Fe)	0.60-3.00%
Cobre (Cu)	(79-401 ppm)
Zinc (Zn)	(133-1.611 ppm)
Cobalto (Co)	(13-37 ppm)

Fuente: El Playón, 1995.

La producción del humus de lombriz

¿Qué se necesita para la lombricultura?

- Terreno con buen drenaje y permeabilidad.
- El terreno debe estar alejado de árboles que produzcan resinas venenosas, tales como: pinos, eucaliptos y cipreses.
- Abastecimiento suficiente de agua, para mantener húmedas las camas.
- Disposición de desechos vegetales y animales, principales insumos del proceso.

Alimentos para lombrices

Los alimentos más comunes disponibles para las lombrices son: paja, malezas, tusas de mazorca de maíz, frutas, pastos, rastrojos de cultivos cosechados,

cenizas, purines, estiércoles, residuos de cocina y otros. Este alimento debe ser descompuesto como mínimo por un mes. Se deben usar alimentos locales que no hayan sido expuestos al uso de *fertilizantes* o *plaguicidas químicos*. La lombriz sólo necesita un gramo de *comida al mes*. El estiércol muy viejo no se debe utilizar por el bajo contenido de minerales. Tampoco se debe usar estiércol bien fresco, ni gallinazo, ni animales purgados o recién desparasitados o expuestos al uso de agrotóxicos.

Construcción de una cama para la cría de lombrices

- La dimensión de las camas varía de 0.50 m a 1 m de ancho, de 3 a 20 m de largo y de 0.25 m a 0.50 m de profundidad. Las camas se pueden construir bien sea de madera, de piedra o cualquier otro material del medio que tenga cierta resistencia.
- Se recubre el lecho de lombriz con paja y ramas de árboles para proteger-

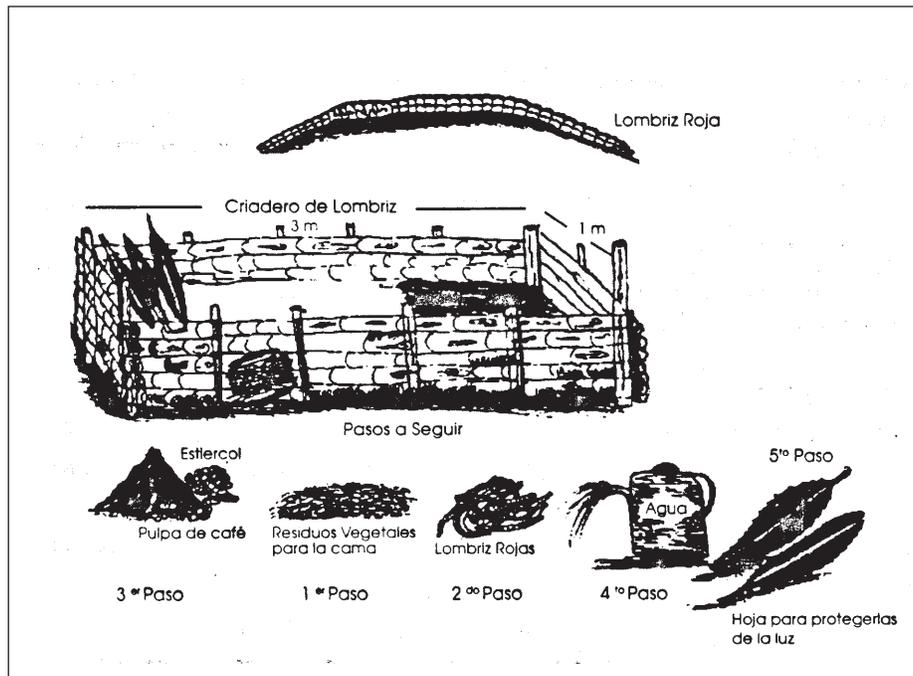


Figura 20. Criaderos de lombrices

lo de los animales, especialmente de las gallinas que consideran a la lombriz un plato muy fino.

- Luego se añade una carretilla de alimento por cada 2 metros de la cama, agregándole otra carretilla una vez por mes.
- Se rocía agua hasta humedecer, no aguchinar.
- Finalmente se protegen del exceso de luz solar.

Para la construcción de las camas y criaderos ver la **figura 20** y la **tabla 4**.

Cosecha del humus de lombriz

- Es recomendable efectuar dos cosechas del humus al año o en un período entre 4 a 6 meses después del periodo de siembra de las lombrices.
- El alimento no consumido se debe trasladar a nuevas camas.
- Se separan las lombrices del humus.

Este paso debe hacerse de la siguiente manera:

- Se abre un canal en el centro de la cama.
- Se coloca el nuevo alimento para que las lombrices lo busquen.
- Después de 4 días se retiran las lombrices y el alimento del centro de la cama.
- Se extrae todo el humus de la cama tamizándolo para ser almacenado en

Tabla 4. Establecimiento y producción de humus de lombriz en canteros de 3 m²

Tiempo (meses)	Núm. de lombrices	Biomasa (kg)	Núm. de cantero	Alimento (kg)	Producción de humus (kg)	Producción anual (kg)
0	2,000	5	1	2	0.382	139.44
3	6,000	15	3	6	1,146	418.29
6	18,000	45	9	18	3,438	1,254.87
9	54,000	135	27	54	10,314	3,764.61
12	162,000	405	36	72	30,942	11,293.83
15	486,000	1,215	45	90	92,826	33,881.49
18	1,458,000	3,645	125	250	278,478	101,644.47
21	4,334,000	10,935	375	750	827,794	302,144.81
24	13,122,000	35,805	1,025	2,050	2,506,305	914,800.23

Fuente: IPIAT, 1997

- lugares secos y evitar la exposición directa a los rayos solares.
- Después de vaciarse la cama se procede a llenarla de nuevo como al inicio.

Recomendaciones finales para la crianza de lombrices

- La cama de producción de humus de lombriz, debe tener 75% de humedad y una temperatura de 15 °C
- Evitar condiciones extremas de temperatura y humedad, no muy secas ni muy húmedas, ni muy frías ni muy calientes, ya que se podría ocasionar la muerte de las lombrices. Evitar usar agua con sustancias tóxicas, residuos de fertilizantes o plaguicidas.

ESTIÉRCOLES

Los estiércoles y orines son las excretas animales que después de un proceso de descomposición colaboran en la formación del humus y proporcionan nutrientes a las plantas. La calidad dependerá del tipo de animal, su alimentación y el manejo de las excretas.

Recomendaciones para el uso de estiércoles

- Debe protegerse del sol y la lluvia.
- Se debe colocar en suelo duro o envase para evitar el escurrimiento de los purines.
- No utilizar estiércoles contaminados con agrotóxicos.
- Se pueden hacer pilas con estiércoles compactados dejando que con el aire se estimule en ellas el crecimiento de la población de bacterias y la oxidación. Se deben dejar de 3 a 5 semanas a temperatura ambiente. Las pilas de estiércoles pueden llegar a alcanzar temperaturas entre 50 y 60°C.
- Al mezclar 20 a 25% de estiércoles y un 80 a 85% de orines, se obtiene un purín rico en nitrógeno, el cual sirve como abono foliar en casi todos los cultivos, preferiblemente en la época de crecimiento.
- La dilución de los purines puede ser: por cada 3 litros de purín agregar 15 litros de agua. Se pueden también mezclar con algunos tipos de hierbas, por ejemplo: cola de caballo, ortiga, clavel de muerto. Sirven para controlar plagas y enfermedades.
- La aplicación del estiércol es variada, se puede incorporar al momento del arado, al voleo, en bandas por los surcos, por golpes entre plantas. Es

recomendable hacerlo así para que no quemé las plantas y especialmente las semillas en germinación.

LAS COBERTURAS

Son otras de las técnicas milenarias las cuales consisten en cubrir el suelo con materia orgánica degradable (por ejemplo rastrojos), para incorporarla progresivamente al suelo. Las coberturas cumplen diferentes funciones en el manejo ecológico del suelo. Por ejemplo: previenen el crecimiento de malezas, mantienen una temperatura y humedad adecuadas para la vida y crecimiento de los organismos en el suelo. Además, protegen el suelo de radiaciones solares y de los fuertes impactos de la caída de agua que pueden ocasionar efectos de erosión en el suelo y lavado de nutrientes.

Incorporación de rastrojos

Los rastrojos son residuos y desechos que quedan después de la cosecha como raíces, tallos y hojas. Estos se cortan y se incorporan al suelo con una pasada de una yunta o azadón. Esta materia retiene humedad en el suelo y aporta nutrientes a medida que se va descomponiendo.

Hojarasca

Es un tipo de cobertura de hojas que han cumplido su ciclo de vida en la planta y que al caerse o cortarse se incorporan como desecho orgánico al suelo. La hojarasca se puede utilizar como material para el compostaje, mantiene la humedad, temperatura y aporta nutrientes al suelo. No es recomendable usar hojas de pino y eucalipto por cuanto contienen sustancias tóxicas.

ABONOS VERDES

Los abonos verdes son otro tipo de materia orgánica que puede ser aportada al suelo. Se adecúan como una tecnología ecológicamente apropiada, la cual incorpora materia vegetal descompuesta viva o seca. También tenemos las plantas cultivables, como por ejemplo las leguminosas, que tienen la propiedad de fijar nitrógeno. (Éstas pueden ser plantas herbáceas, arbustivas o vegetación espontánea). Además de esta utilidad, los abonos verdes han estado asociados a varios aspectos básicos en los diferentes sistemas agrícolas, a saber:

- Cobertura y protección del suelo.
- Mejoran y mantienen las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo.

- Con el arado biológico se ayuda a introducir la micro vida en el suelo y aumentar su profundidad.
- Uso eventual de la fitomasa (raíces y árbol) destinada al uso animal, inclusive humano, ejemplo: quinchoncho y frijol.
- Son tolerables a diferentes tipos de suelo.
- Utilizan pocos nutrientes del suelo para su crecimiento.

Hoy día, en Centroamérica, el uso de los abonos verdes es una práctica rutinaria. En Honduras el Centro de Información de Cultivos de Cobertura (CIDICO) informa que en el mundo existen más de 300 organizaciones no gubernamentales que agrupan más de 40,000 productores practicando con tecnologías de abonos verdes.

En Brasil, en cinco estados del sur, la práctica de abonos verdes ha logrado mejorar sustancialmente los problemas de erosión de los suelos. Además de este importante alcance, los productores e investigadores brasileños, durante más de 10 años de trabajo sistematizado, han logrado mostrar una serie de funciones de los abonos verdes que han permitido mejorar las relaciones suelo-planta.

A continuación se presentan algunas de las virtudes de los abonos verdes:

- Protegen el suelo de lluvias. La cobertura vegetal disipa la energía cinética de las gotas de lluvia, impidiendo el impacto directo en el suelo y evitando la degradación del mismo.
- Mantienen una elevada tasa de infiltración de agua en el suelo. Esta particularidad se combina con el sistema radicular que proporciona la cobertura vegetal del abono verde. Las raíces en su proceso de descomposición agregan estructura al suelo. Durante este tiempo la cobertura del suelo evita la degradación superficial y la velocidad de escurrimiento del agua.
- Promueven un aporte considerable y continuo de fitomasa, de manera que en un periodo de dos años de aplicación de abonos verdes, se da un aumento considerable de materia orgánica en el suelo.
- Aumentan la capacidad de retención de agua.
- Atenúan las oscilaciones térmicas en las capas superficiales del suelo, disminuyendo la evaporación del agua, aumentando la disponibilidad de agua para los cultivos.
- Ayudan a la recuperación de los suelos degradados a través de la produc-

ción de raíces. Actúan como un arado biológico, promoviendo la aireación de la bioestructura del suelo.

- Promueven la movilización y reciclaje de nutrientes más eficientemente. Dada la particularidad de la extensión de las raíces de los abonos verdes, éstas pueden tomar nutrientes de diferentes espacios de la estructura del suelo y colaborar en la distribución de los mismos. Cuando la fitomasa es incorporada en la superficie del suelo, los nutrientes son liberados gradualmente durante los procesos de descomposición en las capas superficiales del suelo, dejando condiciones adecuadas para las próximas siembras.
- Disminuyen la lixiviación de nutrientes, especialmente la del nitrógeno, dada la protección que generan en la cobertura de los suelos.
- Promueven el aporte de nitrógeno a través de su fijación biológica por el uso de las leguminosas. Mejoran el balance de nitrógeno en el sistema agrícola.
- Reducen la población de plantas invasoras de crecimiento rápido y agresivo. Además, algunos abonos verdes presentan efectos alelopáticos en el crecimiento o muerte de varias plantas invasoras.
- Algunos abonos verdes controlan la población de nemátodos.
- Además de fijar nitrógeno sirven como fuente de alimento proteico para los animales.
- Mejoran la eficiencia del uso de los fertilizantes orgánicos en los suelos.
- Mejoran las condiciones ambientales de los ecosistemas favoreciendo el incremento de la vida biológica del suelo.

Ante la situación de suelos empobrecidos que tienen nuestros espacios agrícolas, los abonos verdes surgen como una opción tecnológica rápida, de bajo costo y fácil manejo, obteniéndose buenos resultados.

A continuación presentamos algunas tablas y resultados de la aplicación de abonos verdes. En la **tabla 5** se observan los efectos alelopáticos y supresores de los abonos verdes sobre plantas invasoras; la **tabla 6** enumera una serie de especies de abonos verdes y las respectivas especies de nemátodos que controlan; por último, la **tabla 7** especifica la distancia que debe haber entre las líneas de siembra y la cantidad de semillas por metro lineal cuando se siembran de manera exclusiva especies de abonos verdes.

Tabla 5. Efectos alelopáticos y supresores de abonos verdes sobre plantas invasoras

Plantas con efectos alelopáticos y supresores	Invasoras controladas
Mucuna, <i>Crotalaria juncea</i> , frijol rojo	Corocillo (<i>Cyperus rotundus</i>)
Avena (<i>Avena strigosa</i>)	Capin melao (<i>Bracharia plantaginea</i>)
Mucuna	<i>Bracharia</i> sp.
Centeno (<i>Secale cereale</i>) y avena	<i>Bracharia plantaginea</i>
Lollum multiflorum	<i>Sida rhombifolia</i>
<i>Vicia sativa</i>	<i>Bracharia plantaginea</i>
<i>Crotalaria juncea</i>	Diversas invasoras
Paja de trigo	Mata pasto <i>cassia tora</i>
Clavel de muerto (<i>Tagetes patula</i>)	<i>Ipomea</i> sp. Blero (<i>Amaranthus</i> sp.) <i>Desmodium porporium</i> , Melao de San Calletano (<i>Mormodica charantia</i>), <i>Europhobia hererofil</i>

Fuente: AT-PTA, 1992

Tabla 6. Abonos verdes y control de nemátodos

	P	M	D	A	AA	T	Mo	PT	O	S
Clavel de muerto	100	100	91	12	1	no	100	no	no	4
Quinchoncho	100	96	98	92	100	100	75	no	no	96
<i>Canavalia ensiformis</i>	100	100	96	100	99	100	100	no	no	99
<i>Crotalaria grantiana</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
<i>Crotalaria juncea</i>	100	100	100	81	97	100	30	no	no	96
<i>Crotalaria paulina</i>	100	100	94	94	99	100	100	no	no	97
<i>Crotalaria spectabilis</i>	100	100	94	93	100	100	100	no	100	97
<i>Cyamopsis psoralloides</i>	100	100	80	100	98	100	100	no	100	98
<i>Dolichos lablab</i>	91	99	94	100	100	100	100	no	100	98
<i>Indigofera tinctoria</i>	100	100	98	100	99	100	100	no	no	99
<i>Phaseolus aurens</i>	85	90	7	15	2	3	no	no	no	5
<i>Sesbania aculeata</i>	100	99	98	100	100	100	30	100	100	100
<i>Mucuna deeringiana</i>	100	100	93	97	99	100	no	no	no	95
<i>Styrolobium niveum</i>	100	100	91	100	98	25	100	no	no	93
<i>Styrolobium aterrium</i>	100	100	97	93	99	100	100	no	100	95
<i>Tephrosia candida</i>	100	100	92	100	96	100	25	no	no	

P = *Pratylenchus brachyurus*; M = *Meloidogyne jabanica*; D = *Ditylechus* sp.; A = *Aphelenchoides* sp.; AA = *Aphelencus avena*; T = *Tylenchus* sp.; Mo = *Macrophostora ornata*; PT = *Parrtrichodorus minor*; O = *Outros tylenchydas*; S = *Saprotíficos*.

Fuente: AT-PTA, 1992

Tabla 7. Espaciamiento y cantidad de semillas en la siembra exclusiva de abonos verdes

Abonos verdes	Espaciamiento entre líneas (cm)	Semillas/m
<i>Calopogonio mucunoide</i>	50	40
<i>Vigna sinensis</i>	40	20
<i>Crotalaria breviflora</i>	25	25
<i>Crotalaria grantiana</i>	25	50
<i>Crotalaria striata</i>	25	20
<i>Vigna umbellata</i>	25	35
<i>Canavalia brasiliensis</i>	40	20
<i>Canavalia ensiformis</i>	50	5
<i>Vigna radiata</i>	50	5-6
<i>Cajanus cajan</i>	40	20
<i>Dolichos lablab</i>	50	18
<i>Miliun effusum</i>	25	8
<i>Mucuna deeringiana</i>	50	310
<i>Mucuna pruriens</i>	50	6-8
<i>Mucuna aterrina</i>	50	6-8
<i>Stizolobium</i> sp.	50	6-8

Fuente: Batista, 1993

CULTIVOS ORGANOPÓNICOS

Esta técnica consiste en trazar y excavar espacios de 3 m² más o menos, para luego rellenar con rocas y piedras en el fondo; después se colocan una capa vegetal de malezas, otra capa de estiércol y basura orgánica, y otra capa superficial de tierra. Al conformar las capas se tapaná todo con un plástico (que no sea PVC) y se colocarán semillas en los orificios de acuerdo a la distancia, densidad que requiera el cultivo a establecer. Mientras se desarrolla el cultivo, en la parte interior se procesa de manera natural el abono, para aprovecharlo después de la cosecha del cultivo establecido. El plástico controla la vegetación espontánea y el contenido de humedad en el suelo. Esta técnica es beneficiosa en épocas de sequía y en zonas con problemas de agua (**Fig. 21.**)

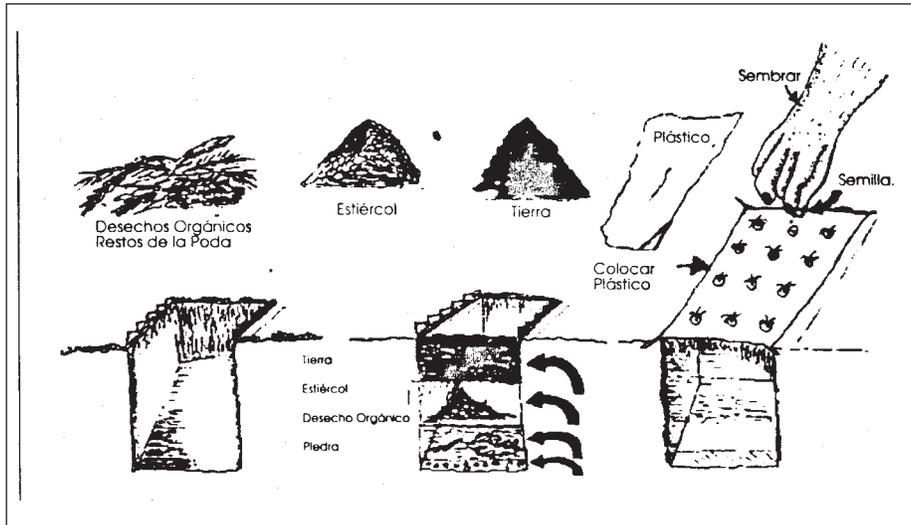


Figura 21. Cultivos organopónicos

CAPÍTULO 3

DIVERSIDAD DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS Y MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS

1. Asociación y rotación de cultivos

Las asociaciones de cultivos son alternativas efectivas de bajo costo para aumentar la productividad de la siembra. Es una práctica que consiste en sembrar dos a más especies en el mismo terreno para beneficio mutuo.

TIPOS DE ASOCIACIÓN DE CULTIVOS

- Mezclados: cuando el terreno se siembra al azar.
- Intercalados: cuando se siembra la planta con cierta distancia entre un surco y el otro.
- En parcelas: se siembran cultivos en parcelas y se intercalan por las fajas.

BENEFICIOS DE LA ASOCIACIÓN DE CULTIVOS

- Reduce las necesidades de labranza.
- Reduce el uso de maquinaria.
- Evita problemas de compactación del suelo.
- La arquitectura del policultivo con diferentes tamaños de hoja y tallo tiene las siguientes ventajas:
 - Intersección de agua más lentamente.
 - El agua lava las hojas y el tallo, de los cuales se recogen nutrientes para ser incorporados al suelo.
 - La infiltración del agua en el suelo es lenta, lo que permite retener la humedad.

- Se reduce la intensidad de la luz que llega al suelo.
- Ayudan a reducir la evaporación del sistema agrícola.
- Retienen los suelos.
- Mejoran la fertilidad del suelo.
- Añaden materia orgánica continuamente.
- Proporcionan más nutrientes
- Se produce un intercambio de nutrientes más estable.
- El gasto de energía es menor en ese sistema de producción.
- Son mayores las posibilidades de comercialización.

En la **Tabla 8** se encuentra una lista de asociaciones de cultivos, los cuales usted puede practicar estableciendo las combinaciones que más favorezcan su plan de trabajo. Si desea mayor exactitud en su asociación puede consultar la **Tabla 9**, en la cual se presenta la distancia entre cultivos y la densidad de la siembra de cada uno de ellos. Asimismo, en la **Tabla 10** se presentan algunos costos de producción para el establecimiento de un huerto familiar.

Tabla 8. Guía para asociaciones de cultivos

Cultivo plantas	Compañeras	Antagónicas
<i>Allium cepa</i> (cebolla)	Lechuga, remolacha, tomate, fresa zanahoria, valeriana, y perejil	
<i>Allium sativum</i> (ajo)	Remolacha y tomate. Familias de las coles, fresa y frijol común (caimito)	
<i>Apium graveolens</i> (apio)	Caupí y quinchoncho	
<i>Arachis hypogaea</i> (maní)	Cacao, coco, plátano	
<i>Anacardium occidentale</i> (marañón)	Plátano, cacao, café, coco y yuca	
<i>Ananas comosus</i> (piña)	Cebolla y ajo	
<i>Brassica</i> sp. (coles)	Leguminosas, quinchoncho	Fresas
<i>Brassica juncea</i> (mostaza)	Lechuga, espinaca, batata	
<i>Brassica rapa</i> (nabo)	Espinaca, lechuga	
<i>Colacasia melo</i> (melón)	Espinaca, lentejas, borrajas, rabanito y lechuga	
<i>Cucumis sativus</i> (pepino)	Rábano, arvejas, albahaca y flores	Hierbas aromáticas y papas
<i>Cucurbita maxima</i> (auyama)	Pepino, maíz, rábano	Papa
<i>Citrus</i> sp. (cítricos)	Borraja, mastuerzo	
<i>Cocos nucifera</i> (coco)	Coco, piña, ají, maní, maíz, lechoza, pimienta, plátano, tubérculo, cilantro	

Tabla 8. Continuación

Cultivo plantas	Compañeras	Antagónicas
<i>Capsicum annuum</i> (pimiento)	Perejil y zanahoria	Girasol, tomate y rábano
<i>Capsicum frutescens</i> (ají dulce)	Perejil y zanahoria	Solanáceas, girasol auyama y tomate
<i>Cajanus cajan</i> (quinchoncho)	Arvejas, maíz y otras hortalizas	
<i>Carica papaya</i> (lechoza)	Anon, cambur, café, cacao, árboles, frutales y maíz	
<i>Chrysophyllum calmito</i> (calmito)	Frijol, maíz	
<i>Daucus carota</i> (zanahoria)	Rabanito, rábano, tomate,	Eneldo, ajo, acelga
<i>Discorea</i> sp. (ñame)	Coco, leguminosas y piña	
<i>Ipomea batata</i> (batata)	Maíz, yuca, oca y berenjena	
<i>Fragaria</i> sp. (fresa)	Cebolla, espinaca, eneldo y valeriana	Familia de la col
<i>Lactuca sativa</i> (lechuga)	Quinchoncho, ají y tomate Zanahoria, rábano y pepino	
<i>Manihot esculentus</i> (yuca)	Maíz, lechoza, piña	
<i>Musa paradisiaca</i> (plátano)	Café, cacao, quinchoncho, ñame, piña, yuca, granada, cítricos, lechoza y ciruela de hueso	
<i>Origanum vulgare</i> (orégano)	Mamón	
<i>Phaseolus aureus</i> (frijol mungo)	Aguacate y jenjibre	
<i>Persea americana</i> (aguacate)	Maíz, zanahoria, pepino y batata	
<i>Psidium guajava</i> (guayaba)	Familia de la col, frijol	
<i>Petroselinum sativum</i> (perejil)	Cambur, café, coco, tomate, rosa, leguminosas, mostaza, espárrago	
<i>Rafanus sativus</i> (rábano)	Café, cacao, coco, piña	
<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	Otras hortalizas como apio, tomate y arveja	Cebolla, ajo y gladiola
<i>Solanum tuberosum</i> (papa)	Frijoles, pepino, lechuga y espinaca	
<i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar)	Frijol, lechuga, camote, chayota, col china, rábano	
<i>Spechium edule</i> (chayota)	Ají dulce	
<i>Spinacia oleracea</i> I. (espinaca)	Lechuga y fresa	
<i>Theobroma cacao</i> (cacao)	Ajo, frijoles, maíz, col de repollo, berenjena	
<i>Zea mays</i> (maíz)	Todas las leguminosas	

Fuente: IPIAT, 1994

Tabla 9. Distancia y densidad de siembra para asociaciones de cultivos

Cultivos	Distancia de siembra		
	Plantas	Surcos	Plantas/m ²
Cebolla	20	20	25
Lechuga	30	40	8
Zanahoria	10	30	33
Repollo morado	50	50	4
Rábano	20	30	16
Apio	40	40	6
Remolacha	30	30	11
Nabo	20	30	16
Repollo	40	60	4
Remolacha	30	30	11
Tomate	50	70	4
Cebollín	30	40	12
Perejil	40	20	
Acelga	30	40	16
Ajo	15	30	6
Ají	50	80	11
Repollo	40	60	12
Espinaca	20	40	33
Pimentón	40	70	12

Fuente: IPIAT, 1997

LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE LA ASOCIACIÓN DE CULTIVOS

Vandermeer (1981) demuestra que la combinación tradicional de maíz-leguminosas sobrepasa el rendimiento del monocultivo de maíz. Se necesita de un área mayor bajo monocultivo de maíz para producir el mismo rendimiento que una hectárea de policultivo. Este sobrerrendimiento se expresa como la relación equivalente de la tierra (land equivalent ratio = LER).

ROTACIÓN DE CULTIVOS

Se trata de ocupar la tierra con cultivos diferentes que se van sucediendo en el tiempo con la finalidad de mantener la fertilidad del suelo.

Se deben rotar combinando la arquitectura de la planta y la diferenciación de raíces con las necesidades nutricionales.

Tabla 10. Costos de producción de un huerto familiar*

Núm.	Labores	Mano de obra			Semillas		Costos		
		Núm. jornal	Precio unitario	Valor	Clase	Cantidad	Precio unitario	Valor	Total
1	trazado y excavación de las camas altas	2	2,500	5,000	altas	5	50	600	5,000
					caña brava	12 de 3 m de largo			
2	canteros	2	2,500	5,000	guafa	6 de 3 m de largo por 0.1 m	100	600	5,600
					madera	6 palos de 3 m de largo x 0.1m	100	600	
3	semillas				lechuga	7 g			
					zanahoria	7 g	36	252	
					repollo	14 g	50	700	
					rábano	7 g	52	364	
					remolacha	7 g	30	210	
					cebollín	14 g	50	700	
					perejil	7 g	50	350	
					cebolla	7 g	46	322	
					cilantro	7 g	50	350	
					acelga	84 g	50	4200	
					pimentón	7 g	52	364	
tomate	7 g	46	322						
4	lombricultivo elaboración de camas	1	2,500	2,500	caña brava	12 de 3 m de largo por 0.02 m	47	329	8,643
					guafa	6 de 3 m de largo por 0.1 m	50	600	
					madera	6 de 3 m por 0.1 m	100	600	3,100
5	composteros elaboración del corral	2	2,500	5,000	caña brava	se pueden utilizar	100	600	
					guafa	las medidas descritas	50	600	
					madera	anteriormente	100	600	3,100
6	trasplante, riego labores de cultivo y manejo del compostero	5 mensual	2,500	12,500	N: 2 jornales construyen un promedio de 4 canteros diario de 1 m de ancho por 3 m de largo			12,500	

Fuente: IPIAT, 1997. * En bolívares (\$ 1.00 USD/Bs. 477.50)

Beneficios de la rotación de cultivos

La rotación de cultivos tiene beneficios como los siguientes:

- Mantiene el suelo cubierto.
- Promueve el equilibrio biológico, disminuyendo los ciclos de plagas y enfermedades.
- Permite un mejor aprovechamiento del área de cultivo en el tiempo.
- Incorpora los rastrojos después de la cosecha.
- Genera un costo mínimo de producción.

Consideraciones de la rotación de cultivos

- Alternar cultivos exigentes en nitrógeno con cultivos poco exigentes.
 - Cultivos exigentes: acelga, coles, espinaca, lechuga, poro, espárrago, pepinillo, maíz, calabaza, calabacines.
 - Cultivos medianamente exigentes: cultivos de raíces; apio, zanahoria, rábano, remolachas, tubérculos.
 - Cultivos no exigentes: leguminosas o cultivos asociados a los abonos verdes; éstos siempre estarán enriqueciendo el suelo por el aporte de nitrógeno.
- Rotar cultivos que tengan un modo vegetativo diferente:
 - Hortalizas de hojas: acelga, apio, col, espinaca, poro, lechuga, perejil, cilantro, apio.
 - Hortalizas de raíz: tubérculos, zanahoria, ajo, cebolla, papa, rábanos.
 - Frutos y flores: tomate, pepinillo, coliflor, berenjena y cualquier tipo de frutos.
 - Leguminosas: intercalar entre los cultivos o sembrarlas alternando el plan de cultivos. Algunas leguminosas: habas, arvejas, soya, lentejas, vainitas, garbanzo, alfalfa.

Las rotaciones de cultivos ayudan a prevenir el crecimiento de plagas o insectos nocivos (**tablas 11 y 12**). Observamos que en la agricultura cubana estos tipos de rotaciones y asociaciones de cultivos controlan eficientemente las plagas allí presentadas. Uno de los principales rubros o cultivos generadores de divisas en la agricultura cubana es el tabaco. En la **tabla 11** se aprecia cómo las plagas que afectan dicho cultivo son controladas por la rotación de maní, maíz, millo y frijol terciopelado. Es importante resaltar que esta propuesta tecnoló-

gica ha sido tan efectiva que los organismos rectores de las políticas agrícolas en Cuba, como el Centro Nacional de Sanidad Vegetal y el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, han decretado para los productores de tabaco el mandato de hacer uso de las rotaciones y asociaciones de cultivo para la producción de tabaco. Con este mandato político las rotaciones de cultivo producen otros importantes beneficios:

- Se diversifica la producción.
- Se controlan las plagas.
- Se mejora el suelo.
- Se independiza el proceso del uso de agroquímicos.

Tabla 11. Efecto de la rotación de cultivos en el manejo de nemátodos y malezas

Cultivo principal	Cultivo de rotación	Plaga (s) regulada (s)	Referencias
Tabaco	Maní	<i>Meloidogyne incognita</i> <i>M. Arenaria</i>	Fernández <i>et al.</i> 1990
	Maíz	<i>M. incognita</i> <i>M. arenaria</i>	
	Millo	<i>M. incognita</i> <i>Elusine indica</i> <i>Rotboellia indica</i> <i>Sorghum hapelense</i>	
Tomate	Ajonjolí	<i>M. incognita</i>	Fernández <i>et al.</i> 1990
Papa	Boniato-frijol-maíz	<i>C. rotundus</i>	Fernández <i>et al.</i> 1990
	Frijol-maíz-boniato	<i>C. rotundus</i>	
	Maíz o sorgo Col-boniato	Dicotiledóneas anuales	
Frijol	Maíz asociado con frijol terciopelo	<i>M. incognita</i>	Cea y Fabregat 1993
Maíz	Maní	<i>M. incognita</i>	Rodríguez <i>et al.</i> 1994

Fuente: Pérez, 1996

Tabla 12. Asociaciones que regulan brotes de plagas

Sistemas asociados	Plaga (s) regulada (s)	Referencias
Boniato-maíz	<i>Cylas formicarius</i> (Tehuán del boniato)	Suris <i>et al.</i> 1995
Maíz-frijol-terciopelo	<i>Meloidogyne</i> sp. (Nemátodos)	Cea <i>et al.</i> 1994
Yuca-frijol	<i>Erynnis ello</i> (primavera) <i>Lonchaea chalibea</i> (centella)	Cea <i>et al.</i> 1994
Yuca-maíz	<i>E. ello</i> <i>L. chalibea</i>	González y Castillo 1995
Col-tagetes	<i>Bemisa tabaci</i> <i>Brevicoryne brassicae</i>	Vásquez 1995
Col-ajonjolí	<i>B. tabaci</i> <i>B. brassicae</i>	Vásquez 1995

2. La asociación de cultivos y la biodiversidad

Los datos exactos de la distancia entre sucesiones de plantas y densidad de siembra de la **Tabla 9**, han sido utilizados y probados en las parcelas agroecológicas de campesinos del Estado Barinas-Venezuela, donde el Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical (IPIAT) ha venido desarrollando un plan agroecológico en las diversas cuencas hidrográficas que allí se encuentran. Las zonas en mención son de piedemonte andino, presentando una precipitación de 2400 mm. Asimismo, encontramos una alta biodiversidad de recursos naturales.

En este espacio geográfico, en el que la biodiversidad es factor fundamental del agrosistema productivo, predomina la producción de café de sombra. En esta región encontramos una relación entre los sistemas de producción, la biodiversidad y las cuencas hidrográficas. Preservar toda esta integralidad con un manejo adecuado del agroecosistema de producción es la meta de los campesinos de la zona.

La preservación de este proceso productivo la evidenciamos al evaluar la estrategia de usos múltiples de una unidad familiar. En la finca del compañero Alfonso Valencia, por ejemplo, se le da una distribución espacial a los cultivos, considerando las gradientes de humedad y la pendiente. Con el uso de la asociación de cultivos y la biodiversidad se sustenta un espacio productivo de tres

hectáreas, gracias también a la distribución del recurso hídrico que proporciona la cuenca.

En el manejo de este sistema productivo familiar la biodiversidad de la asociación de cultivos encontrada en los diferentes pisos agroecológicos proporciona las siguientes ventajas:

- Preserva recíprocamente los diversos medios de producción del agrosistema productivo familiar, lo hace sustentable.
- Protege las cuencas hidrográficas.
- Preserva la bioestructura del suelo.

Al existir un uso adecuado y racional del recurso agua en el sistema productivo, la biodiversidad tiende a regular las funciones que resultan de los diferentes procesos ecológicos y las interacciones entre los diversos organismos y su entorno. Por ejemplo, la biodiversidad regula:

- Las condiciones climatológicas.
- Las áreas sensibles a la erosión y el control de la sedimentación.
- La fijación de la energía solar y la producción de biomasa.
- El almacenamiento de materia orgánica y ciclaje de nutrientes.
- La interacción de los diversos o múltiples componentes nos proporciona más información.

La organización de sistema productivo depende de la preservación de la biodiversidad y refleja los valores culturales sociales y el manejo de los recursos que hacen los campesinos en las comunidades. En esto está implícito el derecho intrínseco que cada ser vivo tiene para existir. Este valor ético se fundamenta en el respeto del ser humano hacia la naturaleza, en el reconocimiento de que sus actividades tienden a mantener la armonía y el balance con ella.

Esta integración de los campesinos con la naturaleza, con la biodiversidad encontrada en sus diferentes sistemas de producción, se ha venido sustentando por siglos en América Latina. El resultado de esta interacción es y ha sido el proceso de retroalimentación cultural y social incorporados en el aprendizaje cultural-tradicional de las comunidades rurales. De allí entendemos la gran diversidad cultural, la cual se constituye en la máxima expresión ideológica de nuestra latinidad (Núñez, 1995).

La diversidad cultural latinoamericana es y será parte dependiente de nues-

tra biodiversidad en recursos naturales y manifestaciones productivas. Una de las máximas expresiones de los diversos sistemas de producción latinoamericanos lo observamos en la **tabla 13**, donde Mejía presenta la cifra de 292 especies de frutales registrados en diferentes pisos altitudinales colombianos. Ello evidencia la diversidad de prácticas agrícolas que se dan en nuestra región y cómo se pueden presentar los múltiples manejos agroecológicos que nuestros campesinos latinos ejecutan para sostener cada uno de los agroecosistemas productivos. Allí recogemos parte de la síntesis de lo que implica el potencial agrícola de los agricultores tropicales. Por siglos han sustentado los sistemas ecológicos y sociales brindándonos un cúmulo de conocimientos, no valorados por nuestra academia y centros de investigaciones. Es otro de los retos por asumir, el deber de investigar lo que nos dicen estas relaciones productivas y sociales.

Tabla 13. Biodiversidad de especies frutales encontradas en diferentes pisos agroecológicos colombianos

Altitud en msnm	Piso ecológico	Número de especies frutales
4,000	Superpáramo	2
3,500	Páramo	40
3,000	Subpáramo	20
2,000	Piso andino	40
1,500	Piso andino medio	25
1,000	Piso andino bajo	30
	Piso ecuatorial	135

Fuente: Mejía, 1997

Afirmamos, si realmente se aspira a avanzar hacia una seguridad alimentaria local y regional, la conservación de la biodiversidad, su uso y manejo es y será inseparable de cualquiera de las estrategias que definamos para superar y aliviar los problemas de hambre y pobreza de los pueblos latinoamericanos y caribeños.

Los daños causados por la deforestación en la región latinoamericana amenazan la sustentación a largo plazo de numerosas cuencas hidrográficas, te-

niendo graves consecuencias sobre la biodiversidad y la diversidad genética.

Wilson (1988), estima que de las 250,000 especies conocidas de plantas, alrededor de 50% son nativas del trópico suramericano. De estas especies 30,000 provienen de la cuenca amazónica. Rapport (1988) considera que hay aproximadamente 35,500 especies en Latinoamérica que esperan ser aprovechadas con fines medicinales, alimentarios e industriales. En Colombia, la zona cercana al Pacífico ha sido identificada como una de las de mayor diversidad biológica del mundo. El 36% de la producción mundial de alimentos tiene su origen en América Latina.

3. El “riego ecológico”

A lo largo de este manual hemos observado que el manejo ecológico del suelo protege, conserva y regula el agua en el mismo. Así como las relaciones suelo-planta deben encontrarse en constante equilibrio, un suelo sano debe tener una relación aire-agua en continuo balance.

El riego ecológico tiene el propósito de proporcionar a las plantas la humedad necesaria para su desarrollo. El riego debe ser con profundidad, por cuanto el suelo es un organismo vivo y ayuda a distribuir el agua a través de toda su superficie. El agua debe penetrar a las capas inferiores del suelo donde están la mayoría de las raíces. Un suelo bien regado absorbe el agua de la superficie en menos de 10 segundos.

Algunas consideraciones que debemos tener presentes en el riego ecológico son las siguientes:

- No regar poca agua con demasiada frecuencia (exceptuando los semilleros). El riego debe ser profundo evitando el exceso de humedad para que no se den enfermedades y lavado de nutrientes.
- Evitar regar con temperaturas altas en el día. Se recomienda regar en horas de la tarde para que no haya evaporación.
- Conocer los tipos de cultivos y el proceso de manejo ecológico del suelo.
- Un suelo rico en humus retiene más agua. Un kilogramo de humus puede retener 2 litros de agua. Recordar que existen cultivos que exigen más agua que otros.
- Recordar que en cada fase del cultivo, éste tiene diferentes requerimientos

de agua, que generalmente aumentan a medida que las plantas crecen hasta el máximo desarrollo vegetativo y luego disminuyen hasta la cosecha

- Procurar regar con agua de pozo o manantial.
- No utilizar agrotóxicos, ni contaminar con materias fecales.

Las experiencias que se han acumulado en los últimos 4 años en el IPIAT, han permitido obtener rendimientos superiores a los promedios nacionales en 24 cultivos hortícolas sembrados en la sierra de Coro que fueron regados con 40% del volumen del agua que se utiliza en esos mismos cultivos en otras partes del país (Los Andes y Lara). Esto fue posible gracias a la combinación de prácticas de riego por aspersión y por gravedad en parcelas diseñadas, así como también por el uso de prácticas de conservación de suelo como las terrazas, la labranza en surco, las curvas de nivel y las barreras vivas o muertas, la fertilización orgánica y el uso de coberturas vegetales o *mulch* entre los cultivos.

TIPOS DE RIEGO

Gravedad: es el tipo de riego más tradicional y se realiza por surcos y camas, distribuyéndose uniformemente.

Aspersión: se utiliza el aire con manguera y surtidor. Es sencillo pero puede gastar mucha agua a través de la evaporación.

Goteo: este tipo de riego es tecnificado, ahorra agua. Es caro y consume mucha energía. Es eficiente por cuanto podemos regar la planta a su lado, en el lugar donde se necesita agua. La instalación es algo costosa pero es mucho más eficiente energéticamente que un riego de aspersión convencional. Haciendo uso de los materiales del medio se puede utilizar la caña de carrizos abriendo orificios para la caída del goteo. Una manguera con orificios también es útil para tales propósitos.

4. Conservación de la diversidad genética: los bancos de semillas

Uno de los problemas más apremiantes que enfrenta en la actualidad la seguridad alimentaria es la producción de semillas. Además hoy en día es evidente que el rendimiento de las semillas hibridizadas no es el esperado, por cuanto se depende de dosis de fertilizantes cada vez más altas para su proceso productivo. Estas semillas mejoradas y su paquete tecnológico han hecho que

desaparezcan las semillas autóctonas. Esto es lo que comúnmente llamamos erosión genética.

Las tecnologías de hibridación de semillas han creado muchos problemas para los agricultores en el desarrollo de su agricultura, por cuanto se ven obligados a producir sus cultivos con insumos externos en condiciones altamente variables y expuestas a riesgo.

Las reflexiones anteriores nos llevan a constatar la necesidad de crear un banco de semillas ecológicas en las comunidades locales (*in situ*) y no depender de la producción que viene de los laboratorios que se siguen apoderando de nuestros recursos fitogenéticos y germoplasmas.

Incluso en diversos países latinoamericanos, como es el caso de Venezuela, las instituciones de investigación agrícola mantienen algunas semillas autóctonas en sus bancos de germoplasma, sin que el pequeño productor tenga acceso al uso de las mismas.

¿QUÉ NECESITAMOS PARA CREAR UN BANCO DE SEMILLAS EN LA COMUNIDAD?

- Comenzar con el rescate y búsqueda de semillas tradicionales. En la mayoría de los países latinoamericanos las áreas protegidas por los grupos étnicos constituyen espacios donde se pueden obtener semillas autóctonas. Algunos grupos étnicos han resistido el cambio tecnológico y todavía siguen cultivando semillas antiguas.
- Establecer prioridades en la colección de semillas, como por ejemplo: hortalizas, cultivos de cobertura, árboles frutales, cereales, leguminosas. La colección debe basarse en los cultivos que más trabajan los agricultores de la zona o localidad, e involucrar a las escuelas locales donde los niños puedan ser recolectores y almacenadores de las semillas. Una vez sistematizado este conocimiento, debe ofrecerse a la comunidad productiva a través de talleres y el intercambio de información.
- Realizar ferias de la semilla una o dos veces al año, donde los agricultores puedan intercambiar sus conocimientos agronómicos acerca de la producción de semillas y éstos puedan ser sistematizados.
- Promover el intercambio de semillas dentro de la comunidad y conocer los procesos productivos.
- Conocer las prácticas culturales para la producción de semillas. Cuando las mismas han sido recolectadas deberán multiplicarse y observar los

cultivos por dos o tres ciclos de producción para asegurar que se registren sus verdaderas características biológicas. Por ejemplo: la época de siembra, hábitos en la floración, susceptibilidad a plagas y enfermedades y condiciones agroecológicas (agua, lluvia, viento, suelo, temperatura y fotoperíodo).

¿ QUÉ DEBEMOS HACER EN LA PARCELA EXPERIMENTAL O EL ESPACIO DESTINADO AL BANCO DE SEMILLAS?

- Adaptar las semillas a las condiciones del área donde están creciendo.
- Conocer el estado de vigor y salud de la planta, rendimiento, período de almacenamiento del fruto o semilla y otras características, dependiendo del uso.
- Secar, limpiar, desgranar las semillas.
- Organizar su almacenamiento. Para ello se recomienda:
 - Secar bien las semillas para prevenir el ataque de hongos.
 - Establecer serios controles de humedad (el estándar para todas las oleaginosas está entre 12 y 14%) y temperatura por cada variedad que se tenga.
 - Rotular los paquetes de semillas con la información más completa posible (procedencia, características varias, fecha de recolección y empaqueo, práctica de conservación).
 - Buscar diversidad dentro de cada cultivo. Esta es una forma para que la comunidad pueda conservar los materiales genéticos.
- Realizar pruebas de calidad de las semillas, por ejemplo:
 - Vigor: es la capacidad que tienen las semillas de crecer en condiciones débiles o bien de sobrevivir a las exigencias del medio.
 - Salud de las semillas: Cuando la semilla no propaga enfermedades ni infecciones a otras plantas o semillas, o se encuentra libre de lesiones y manchas.
- Verificar que la semilla, una vez sembrada, no manifieste enfermedades.
 - Pureza de las semillas: libre de contaminantes como piedras, hojas, semillas de otras plantas, plagas y enfermedades.
 - Germinación: coloque las semillas en material húmedo, ya sea papel o

arena, riegue pero no inunde, después de varios días cuente el número de semillas brotadas que muestran condiciones normales. Calcule el porcentaje de germinación dividiendo el número de semillas brotadas por 100 entre el número total de semillas puestas a germinar.

PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN SEMILLERO

- Preparar cama y mejorar condiciones del suelo.
- Esterilizar las camas quemando paja en la superficie o regando agua hirviendo.
- Sembrar o cubrir las semillas.
- Cubrir la cama con cobertura seca o *mulch*.
- Regar la cama con regadera fina.
- Permitir que las plántulas crezcan a una distancia de 5 cm entre una y otra y de 10 cm entre hileras.
- Proteger el semillero de la lluvia y el sol. Se pueden fabricar almácigos en cajones de madera, en cauchos de carro o camión o cualquier tipo de recipientes limpios y desinfectados.
- Los trasplantes deben hacerse dependiendo del cultivo. Generalmente se sacan del almácigo o semillero una vez aparecidas las hojitas verdes, para lo cual transcurren entre 3 y 7 semanas.

MÉTODOS DE SIEMBRA EN EL BANCO DE SEMILLAS

- Siembra directa: donde algunas semillas germinan muy rápido y sus plantas crecen velozmente (leguminosas, melones, maíz).
- Transplante de almácigo: se da por lo grande de las semillas y las variedades de condiciones de suelo (hortalizas, tomate, pepino, ajo). Los trasplantes deben hacerse en las siguientes condiciones:
 - Dejar de regar el almácigo unos 4 días.
 - Regar el suelo el día de transplante para que esté húmedo.
 - Realizar preferentemente el transplante en horas de la tarde, evitando el calor.
 - Procurar sacar las plantas con todo el sistema radicular.
 - Hacer hoyos suficientemente profundos y abonarlos bien en el fondo.

OTRAS RECOMENDACIONES DE INTERÉS PARA EL BANCO DE SEMILLAS

- Conocer las verdaderas motivaciones de los productores para cultivar o conservar sus semillas.
- Motivar a los agricultores para que continúen multiplicando sus semillas hacia otras aldeas o comunidades con el sólo propósito de guardarlas y multiplicarlas.
- Promover la agenda de conservación de semillas y recursos genéticos incorporada a la dieta familiar campesina.

5. Manejo integrado de plagas y enfermedades

Los controles integrados de plagas son sistemas que permiten disminuir la reincidencia de plagas y enfermedades en los cultivos. Estos controles pueden darse a través de las combinaciones de plantas o cultivos, prácticas culturales y manejo o control de las condiciones para el desarrollo de un ataque de plagas o de enfermedades.

Algunas de las condiciones para que se de el ataque de plagas y enfermedades, son las siguientes:

- Uso de agroquímicos.
- Exceso y mal uso de plaguicidas.
- La práctica del monocultivo.
- Siembra de un mismo cultivo.
- Resistencia a las plagas.
- Condiciones del agroecosistema.
- Condiciones de resistencia de la planta.

MÉTODOS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Hemos visto que un principio fundamental de la agroecología es el de crear las condiciones de un suelo sano para obtener una planta sana. Si ésta tiene resistencia en su estructura, composición y proceso de desarrollo y crece en un agroecosistema equilibrado difícilmente podrá ser atacada por insectos plaga y enfermedades. Independientemente de ello si llegaran a presentarse problemas podrían ser atacados a través de los métodos directos o indirectos (**Tabla 14**).

Tabla 14. Formas de control de plagas y enfermedades

Plagas	Plantas atacadas	Control biológico	Control cultural
AFIDOS			
<i>Myzus persicae</i> (Afito verde)	Apio, crucíferas cucurbitáceas, bitáceas, papa	Mariquitas	Asociación y rotación de cultivos. Cultivos trampa.
<i>Aphis gossypili</i> (Afito del melón)	Cucurbitáceas, batata, malanga		Asperjar con uno de los siguientes preparados: ají, ajo, altamisa, barofino, cal, jabón, cebolla, flor de muerto, hojas de lechoza,
<i>Aphis crasivora</i> (Afito del frijol)	Frijoles, cucurbitáceas, maní		semillas pulverizadas de guanábana.
<i>Toxadera auratil</i> (Afito de cítricos)	Cucurbitáceas, cítricos		
BARRENADORES			
<i>Maruca festuialis</i> (Gusano del frijol)	Frijol	<i>Trichograma</i> sp.	Asociación y rotación de cultivos. Uso de estiércol desinfectado.
<i>Estella zinckenella</i> (Barrenador de la vainita del frijol)	Frijol		Dstrucción de las malezas una semana antes de la siembra. Sembrar geranio blanco como planta trampa.
<i>Apomecyna historion</i> (Barrenador de guías)	Cucurbitáceas		
<i>Malinaboris curcumitae</i> (Barrenador de cucurbitáceas)	Cucurbitáceas		
<i>Zenzera coffeae</i> (polilla de café)	Café		
<i>Phiborimaca operculella</i> (Polilla de la papa)	Papa		
COCHINILLAS			
<i>Ferrisa virgata</i> (Cochinilla paloma)	Yuca		Intercalar siembra con alguna de las siguientes plantas: flor de muerto, mastuerzo, rábano.
<i>Phenacoccus hirsutus</i> (Cochinilla de la yuca)	Yuca		Asperjar con: agua de jabón o cal o ceniza de madera.
<i>Dysmicoccus brevipies</i> (Cochinilla de la piña)	Piña, maíz, Málaga		Colocar trampas en los surcos del huerto.
<i>Physomerus grossipes</i> (Insecto de la auyama)	Cucurbitáceas		Asperjar con tabaco y otros.
<i>Cyclopelta oscura</i> (Insecto soldado verde)	Cucurbitáceas		
<i>Acanrhocoris scabrator</i> (Insecto corioide)	Solanáceas		
<i>Malus fladipes</i>	Batata		
<i>Planococcus</i> (Cochinilla esponjosa)	Malanga		
ESCARABAJOS			
<i>Leucopholis irrorata</i> (Escarabajo de maíz)	Maíz, maní	Mariquitas	Asociación y rotación de cultivos. Preparación bien del suelo.
<i>Monolepta bifasiata</i> (Escarabajo de maíz)	Maíz, malanga, ñame	<i>Trichogramma</i> sp.	Asperjar con agua y cal.

Plagas	Plantas atacadas	Control biológico	Control cultural
<i>Silepta derogota</i> (Oruga de la hoja)	Ocra		Colocar cebo envenenado con plantas insecticidas.
<i>Hyposidra talaca</i> (Gusano medidor)	Ocra		Asperjar con tabaco y otros.
<i>Epilachna philippinensis</i> (Escarabajo del tomate)	Tomate, cucurbitáceas		
<i>Aulocophra colligarensis</i> (Escarabajo cigarro)	Cucurbitáceas		
<i>Lacioderma serricorne</i> (Escarabajo cigarro)	Ajo y cebolla		
<i>Nisotra gemella</i> (Escarabajo pulga)	Ocra		
<i>Phytorus spp</i> (Crisomélidos)	Batata		
<i>Asphidomorpha fusuanata</i>	Batata		
GUSANOS			
<i>Homone coffearla</i> (Enrollador de la hoja)	Frijoles, ajo, cebolla, maní		Asociación y rotación de cultivos intercalados con apio España y tomates.
<i>Spodeptera lilura</i> (Gusano cortador)	Apio, crucíferas, ajo, cebolla, papa, maní		Preparar bien el suelo.
<i>Pseudolatia separata</i> (Gusano ejército)	Maíz, cucurbitáceas, batata		Esparcir cenizas de madera.
<i>Agrotis ipsilon</i> (Gusano cortador manchado)	Ajo, cebolla, papa, maíz, cucurbitáceas, ajo		Asperjar con los siguientes preparados: semillas de linaza con jabón-tomate Asperjar con los siguientes preparados: ají y ajo.
<i>Helicoverpa armigera</i> (gusano de la mazorca de maíz)	Cebolla, maní, solanáceas, maíz, crucíferas, cucurbitáceas, ajo		Mantener pastos cortos. Asperjar directamente al gusano con agua y cal.
<i>Chrysodeixis chalcites</i> (Palomilla de maíz)	Maíz, maní		Colocar papel aluminio alrededor de la base de las plantas jóvenes.
<i>Crosilodonia binotalis</i> (Gusano de repollo)	Crucíferas, cucurbitáceas		Cebo envenenado con plantas insecticidas.
<i>Plutella xylostella</i> (Polilla brillante)	Crucíferas		Trampas de luz. Control manual.
<i>Anadenida pepoensis</i> (Palomilla de la auyama)	Cucurbitáceas		Intercalar cultivos con menta o romero
<i>Diaphania indica</i> (Enrollador de la hoja)	Cucurbitáceas		Asperjar con flor de muerto
<i>Dasychira mendosa</i> (Gusano polilla)	Cucurbitáceas, maní		
<i>Sitotraga cerealella</i> (Polilla del grano)	Ajo, cebolla	<i>Trichogramma</i> sp.	
<i>Ephestia elutella</i> (Polilla del cacao o del tabaco)	Cacao, tabaco, ajo y cebolla		

Plagas	Plantas Atacadas	Control Biológico	Control Cultural
<i>Anomis sdabulifera</i> (Gusano cortador)	Ocra		
<i>Xanlbone transversa</i> (Gusano cortador)	Ocra		
<i>Oxyachimensis</i> (Grillo)	Batata		
<i>Suana concolor</i> (Palomilla)	Ocra		
<i>Hipption celerio</i> (Palomilla esfingide)	Maní, malanga		
<i>Lamprosema indacata</i> (Enrollador de la hoja del frijol)	Frijol, maní		
<i>Stomopteryx subsecivella</i> (Minador de la hoja)	Maní		
<i>Eumeta fuscescens</i> (Gusano del ají)	Ají, tomate, pimentón, papa		
<i>Lymantria lunata</i> (Palomilla de penacho)	Solanáceas		
<i>Acherontia lachesis</i> (Gusano de cuerno)	Batata		
<i>Euchnomia horsfieldi</i> (Larva de penacho)	Batata		
<i>Aciptilla viveodaptyla</i> (Palomilla de la batata)	Malanga		
<i>Agrius convolvuli</i> (Gusano de la batata)	Batata, malanga		
MOSCAS			
<i>Opio myia phasegli</i> (Mosca del frijol)	Frijoles	El parásito <i>Encarsia pormosa</i>	Asociación y rotación de cultivos.
<i>Bemisia tabaci</i> (Mosca blanca)	Yuca, frijol, solanáceas	Mariquitas	Intercalar la siembra con clavel de muerto.
<i>Pieri canidia</i> (Mariposa del repollo)	Crucíferas		Instalar cultivo trampa, como el rábano.
<i>Dacus cucurbitae</i> (Mosca de la fruta)	Cucurbitáceas		Trampas con cebo.
BRINCADORES			
<i>Phneroptera frucifera</i> (Grillo)	Maíz, cucurbitáceas, maní, batata		Asperjar con tabaco
<i>Mecapoda elongada</i> (Grillo camello)	Cucurbitáceas		
<i>Empoasua bigottula</i> (Saltón de la hoja de algodón)	Maní, cultivos de solanáceas		
<i>Atractomorpha psittacina</i> (Grillo de cara inclinada)	Maní, batata		
<i>Empoasca fabae</i>	Papa		

Plagas	Plantas atacadas	Control biológico	Control cultural
(Saltón de la hoja de la papa) <i>Leptucentrus manilensis</i> (Saltón del árbol) <i>Lacusta migratoria</i> (<i>Malinensis langosta</i>)	Solanáceas Batata		
ACAROS <i>Tetranychus truncatus</i> (Acaro común) <i>Tetranychus telarius</i> (Acaro araña) <i>Aceria turipae</i> (Acaro) <i>Dolychotetranychus florindannus</i> (Acaro trenuipalvido)	Yuca, papa, frijol Ajo y cebolla Piña Piña	Mariquitas	Asociación y rotación de cultivos Asperjar con: ajenojo, cola de caballo más ortiga, flor de muerto, jabón y cal
INSECTO ESCAMA <i>Chrysinothalpus ficus</i> (Escama roja) <i>Saissetia nigra</i> (Escama suave) <i>Saissetia coffeae</i> (Escama) <i>Aspidella bartii</i> (escama acorazada) <i>Aspidiotus destructor</i> (escama cocotero) <i>Pinnaspis aspidistrae</i> (Escama del helecho) <i>Abnidiella aurantii</i> (Escama roja)	Yuca Yuca Café, cucurbitáceas Ñame Piña, ñame, malanga Ocra o quimbombó Piña	Mariquitas	Asociación y rotación de cultivos Lavar los tallos con agua y jabón azul Pintar los tallos con hollín, azufre y agua Asperjar con harina de mostaza
OTROS INSECTOS <i>Thrips tabaci</i> (Trips del tabaco) <i>Leucopholis irronata</i> (Gusano de la raíz) <i>Anomala</i> sp. (Gusano de la raíz) <i>Gryllus bimaculatus</i> (Grillo negro) <i>Gryllotalpa africana</i> (Grillo macho) <i>Catochrysops enejus</i> (Licaénido del frijol) <i>Cylas formicarius</i> (Gorgojo de la batata) <i>Tagiades japerus titus</i> (Brincador)	Cucurbitáceas, ajo, cebolla, papa Piña, maíz Maíz, batata Maíz Papa Maní, frijol Batata Malanga	<i>Trichogramma</i> sp. Mariquitas	Asociación y rotación de cultivos Asperjar con tabaco

Fuente: IPIAT, 1993, 1997; IIIR, 1997

CARACTERIZACIÓN DE LOS MÉTODOS INDIRECTOS (PREVENTIVOS)

- Elección del lugar, revisión de las condiciones agroecológicas de producción e historia productiva del sitio.
- Manejo ecológico del suelo: hacer sustentable la relación suelo-planta.
- Utilización de abonos orgánicos, uso de materia prima no contaminada.
- Asociación y rotación de cultivos para tratar de disminuir los ataques de plagas y de otras enfermedades.
- Elección de cultivos para conocer y estudiar los ciclos vegetativos de los cultivos de la zona, los mejorados y los introducidos.

CARACTERIZACIÓN DE LOS MÉTODOS DIRECTOS (CURATIVOS)

Estos métodos se utilizan cuando los cultivos se ven afectados por las plagas y enfermedades, poniendo en riesgo la inversión económica de la siembra. Existen varios controles directos para estos problemas, entre ellos:

- Control con preparados naturales. Métodos basados en los principios activos (químicos) presentes en los extractos de algunas plantas con propiedades insecticidas o fungicidas y bajos niveles residuales. Son los preparados que se aplican en los cultivos mediante diluciones, decocciones o espolvoreo al follaje o al suelo. Entre los de mayor importancia tenemos el neen (*Azadirachta indica*), tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) y guamo (*Brugmansia* sp.).

- Control con métodos culturales

Trampas para el control de insectos: este tipo de control se denomina control etológico, es un método que aprovecha las reacciones y comportamiento de las plagas para su control. Existen trampas atrayentes (de luz y color amarillo), repelentes, esterilizantes, de alimentos y de ferhormonas.

Control térmico: se utilizan altas temperaturas para eliminar algunos tipos de plagas. Por ejemplo: esterilización del suelo con vapor de agua entre 10-20 mm. Esto sirve para eliminar organismos como el *Fusarium* (70°C), el virus del mosaico del tabaco (90°C) y también insectos que viven en el suelo, como el gusano cortador (50°C). La esterilización del suelo debe lograrse entre los 30 y 50 cm de profundidad. Otro método térmico es el uso de flameadores de gas, los que además de ser útiles para desinfectar el suelo, también sirven para el control de la vegetación espontánea o malezas.

- **Controles biológicos**

Son las acciones de organismos como parásitos, depredadores y entomopatógenos que permiten mantener baja la densidad de la planta pobladora de otra especie. Los controles biológicos hacen uso de fenómenos naturales que mantienen a las plagas, sus parásitos y depredadores en equilibrio, no permitiendo que estos lleguen a causar daños considerables. Los parásitos pueden ser insectos como avispas, moscas y otras, los cuales necesitan de otros insectos para reproducirse y cumplir su ciclo biológico. Ponen sus huevos en el insecto huésped y al eclosionar sale una larva que se alimentará de la plaga y le producirá la muerte.

Algunos tipos de parásitos son los siguientes:

Bracónidos: pequeñas avispas que parasitan a las larvas de mariposas y a los pulgones.

Trichograma: avispas de pequeño tamaño, microscópicas, que parasitan huevos de mariposas y pulgones.

Eulófilos: pequeños insectos de color metálico, parasitan larvas de moscas y barredor del tallo.

Afelínidos: avispas pequeñitas de colores claros, parasitan queseras, mosca blanca y pulgones.

Pteromálidos: avispas pequeñas de color negro o verde metálico, parasitan a la mosca de la fruta, mosca minadora, queseras.

Taquínidos: moscas de tamaño mediano, parasitan larvas de mariposas, de escarabajos y gorgojos.

- **Control con insecticidas microbianos**

Existen en el mercado insecticidas microbianos elaborados con base en la bacteria *Bacillus thuringiensis* comercializados con el nombre de Dipel, Thuricide, Javelin o Turilav. Se recomienda usar este producto en grandes extensiones de cultivos de acuerdo a las instrucciones escritas en el envase. Con otro preparado a partir del barbasco se elabora la Rotenona. Se recuerda no usar insecticidas órganoclorados o fosforados.

LA IMPORTANCIA DE LA APLICACIÓN DE LOS INSECTICIDAS BIOLÓGICOS

Uno de los países en América Latina líder en la producción de métodos de control biológico es Cuba. El logro más relevante lo han obtenido con la cría

masiva, la liberación de enemigos naturales y con el desarrollo, producción y aplicación de insecticidas biológicos basados en patógenos de insectos.

Las siguientes tablas (Pérez, 1996) nos permiten evaluar los logros que se han obtenido con la producción de métodos biológicos en Cuba. En la **tabla 15** se aprecia el uso de entomófagos, las plagas controladas y la cantidad de hectáreas que se han cubierto. En las **tablas 16, 17 y 18** se resume la aplicación de los organismos, las dosis aplicadas y los cultivos respectivos.

En las **tablas 19 y 20** se confirma que una adecuada política rectora de manejo integrado de plagas, puede llegar a masificar técnicas sencillas de producción estamos tomando en cuenta los aspectos agroecológicos, económicos y sociales. Ejemplo de ello son las políticas rectoras del Centro Nacional de Sanidad Vegetal y el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal en Cuba.

Para un estado o gobierno que piense en su seguridad alimentaria, el masificar estos tipos de técnicas de producción de microorganismos, es una de las vías más expeditas y eficientes que favorecen el camino hacia los procesos de transición de una agricultura convencional dependiente de los agroquímicos hacia una agricultura sustentable.

Tabla 15. Uso de entomófagos

Cultivo	Entomófago	Plaga	Área tratada (ha)
<i>Ipomea batata</i> (boniato)	<i>Pheidole megacephala</i> (hormiga leona) <i>Heterorhabditis</i> sp. (nematodo)	<i>Cylas formicarius</i> (Tenúan del boniato)	15,299.7
<i>Manibot esculenta</i> (yuca)	<i>Trichogramma</i> sp.	<i>Erinnyis ello</i> (Primavera)	110,408.5
<i>Saccharum</i> sp. (Cañadeazúcar)	<i>Trichogramma</i> sp. <i>Lixophaga siatrea</i> (mosca <i>lixophaga</i>)	<i>Diatrea saccharalis</i> (borér de la caña)	
Pastos	<i>Trichogramma</i> sp.	<i>Mocis</i> sp.. (Falso gusano medidor)	563,067.9
Cítricos	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Pachaneus litus</i> (picurdo verde azul)	
Cultivos varios	<i>Trichogramma</i> sp.	Lepidóptero	10,497.5
<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	<i>Trichogramma</i> sp.	<i>Heliothis virescens</i>	

Fuente: Pérez, 1996

Tabla 16. Uso de *Bacillus thuringiensis*

Cepa	Plaga	Cultivo	Dosis
BTK (LBT-24)	<i>Plutella xylostella</i> <i>Trichoplusia ni</i> <i>Erinnys ello</i> <i>Spodoptera frugiperda</i> <i>Spodoptera sp.</i> <i>Ascia monuste eubotea</i> <i>Diaphania hyalinata</i>	Hortalizas y viandas	4-5 L/Ha
BTK (LBT-21)	<i>Heliothis virescens</i> <i>Plutella xylostella</i>	Tabaco Col	5-10 L/Ha. 1-5 L/Ha.
BTK (LBT-13)	<i>Phyllocoptruta oleivora</i> <i>Polyphagotarsonemus latus</i> <i>Tetranychus tumidus</i>	Cítricos Papa, cítricos Plátano	20 L/Ha. 3-5 L/Ha. 5-10 L/Ha.
BTK (LBT-1)	<i>Plutella xylostella</i> <i>Mocis latipes</i>	Col Pastos	5-10 L/Ha. 1-2 L/Ha.

Fuente: Pérez, 1996

Tabla 17. Uso de hongos entomopatógenos

Hongos	Plaga	Dosis	Cultivo
<i>Beauveria</i> <i>bassiana</i> (Cepa LBB-1)	<i>Cosmopolites sordidus</i> <i>Pachaneus litus</i> <i>Cylas formicarius</i> <i>Lissorhoptrus brevisrostris</i> <i>Diatraea s accharalis</i>	1 Kg-ha	Plátano Cítrico Boniato Arroz Caña
<i>Verticillium</i> <i>lecanii</i> (Cepa Y-57)	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Myzus persicae</i>	1Kg-ha	Hortalizas, frutales y viandas
<i>Metarhizium</i> <i>anisopliae</i> (Cepa LBM-11)	<i>Mocis sp.</i> <i>Monocephora bicinta fraterna</i> <i>Lissorhoptrus brevisrostris</i> <i>Cosmopolites sordidus</i>	5 Kg-ha 5 Kg-ha 5-10 Kg-ha 20 Kg-ha	Pastos Pastos Arroz Plátano
<i>Paecilomyces</i> <i>lilacinus</i> (Cepa LBP-1)	<i>Meloidogyne sp.</i> <i>Globodera sp.</i> <i>Rpitylenchulus reniformis</i> <i>Tylenchulus semipenetrans</i> <i>Rodopholus similis</i> <i>Cactodera cacti</i>	10-50 g-bolsa 10-50 g 50-100 g 10-50 g 50-100 g 10-50 g-bolsa	Frutales, ornamentales y viandas

Fuente: Pérez, 1996

Tabla 18. Costos de aplicación de entomopatógenos (moderna nacional) y de plaguicidas sintéticos

	Fitopatógeno	Dosis	Cultivo
<i>T. barzianum</i> (Cepa A-34)	<i>Phytophthora capsici</i>	40 L-ha	Ornamentales, hortalizas
	<i>Phytophthora parasitica</i>	40 L-ha	
	<i>Rhizoctonia aphanidermatum</i>	40 L-ha	
	<i>Phythium aphanidermatum</i>	40 L-ha	
	<i>Sclerotium</i> sp.	40 L-ha	
<i>Trichoderma</i> sp.	<i>P. nocotinae</i>		Tabaco

Fuente: Maura, 1994

Tabla 19. Costos de aplicación de entomopatógenos (moderna nacional) y de plaguicidas sintéticos

Cultivo	Bioinsecticidas	Costos (MN)	Insecticida	Costos (USD)
Hortalizas	Bt.	501 430	Thiodan 1	622 253
C. Varios	Bt.	243 303	Caraby 1	800 521
Pastos	Bt.	59 080	Caraby 1	397 613
C. Varios	V.I.	54 048	Tamaron	431 788
Plátano	B.b.	134 106	Carbofurán	1 680 760
Boniato	B.b.	878 863	Tamaron	926 790
Arroz	M.a.	80 290	Carbofurán	247 246
Plátano	PI.	79 236	Carbofurán	41 375

Fuente: Maura, 1994

Tabla 20. Comparación de algunas importaciones de insumos agrícolas

Productos	1989	1992	%92/89
Petróleo (TM)	13 x 10 ⁶	6.1 x 10 ⁶	-53
Fertilizantes (TM)	1.3 x 10 ⁶	0.3 x 10 ⁶	-77
Alimento animal (TM)	1.6 x 10 ⁶	0.47 x 10 ⁶	-70
Plaguicidas (TM)	80 x 10 ⁶	30 x 10 ⁶	-63

Fuente: Lage, 1992

6. Control de malezas

A pesar de que los productores agrícolas convencionales gastan considerables cantidades de dinero en eliminar malezas, la agroecología aprovecha las ventajas que ofrece el control ecológico de ellas.

Kolsman y Vásquez (1996) indican que las malezas tienen su razón de ser y son de gran utilidad en la agroecología, debido a que:

- Proporcionan rápida protección al suelo y a los microorganismos porque cubren al suelo.
- Producen polen para los insectos.
- Contrarrestan un deterioro mayor del suelo (ejemplo, acidificación, erosión y otros).
- Aportan materia orgánica (especialmente en el trópico).
- Movilizan y reciclan nutrientes.
- Compensan desequilibrios en el suelo.
- Crecen más en forma asociada que en el monocultivo.
- Se adaptan rápido al agroecosistema.
- Producen semillas rápidamente propagándose a gran velocidad.
- Soportan mejor las enfermedades y ataques de plagas.

Así como observamos que las malezas pueden cumplir un papel importante en las propiedades agroecológicas de los suelos, también pueden causar algunos daños a las siembras. Entre ellos tenemos:

- Ocasionan problemas en la labranza del suelo.
- Compiten con los cultivos por agua, luz solar, nutrientes del suelo y dióxido de carbono, haciendo que el rendimiento de estos últimos sea menor.
- Pueden causar algunas enfermedades.

Para el control de las malezas se recomienda:

- Limpiar semillas de los cultivos.
- Mejorar el suelo asegurándose de que existe fertilidad natural.
- Utilizar abonos verdes o cultivos de cobertura.
- Hacer uso de la asociación y rotación de cultivos.
- Controlar manualmente superficies pequeñas.
- Aplicar calor (agua caliente o fuego con mechero).
- Crear coberturas diversas.

- Evaluar su eliminación en el periodo crítico de crecimiento del cultivo para evitar la competencia.

7. Consideraciones finales: beneficios de la de la producción agroecológica

Entre los aspectos más importantes para la organización de la producción agroecológica, deben considerarse los siguientes:

1. Distribución de la superficie.
2. Reorganización de los campos en función de las características de la pendiente.
3. Fertilidad de los suelos.
4. Requerimientos de la producción.
5. Perspectivas del proceso agroecológico de transición.

La distribución de la superficie no la debemos imaginar como el uso del suelo que ha hecho la agricultura convencional-comercial. En el enfoque agroecológico, además de mantener un área de actividades de producción debemos incluir la presencia de un árbol, arbusto y pasto. Se trata de crear el espacio donde vamos a organizar los cultivos y las actividades productivas principales, que se integran conformando el enfoque agroecológico.

El eje de la producción agroecológica debe constituirlo el plan de asociación y rotación de cultivos que aumenten y mantengan la fertilidad del suelo. En el plan se deben organizar adecuadamente la secuencia de los cultivos en los distintos campos o superficies, para cubrir los requerimientos de la producción previstos para un tiempo determinado, tomando en cuenta la preparación del suelo y las técnicas de recuperación del mismo que se deban aplicar a cada secuencia. (**Tabla 21**).

Otro aspecto que se integra a las prácticas agroecológicas es el manejo de animales. Comúnmente en las regiones tropicales la ganadería ha contribuido a erosionar los suelos por sus formas de explotación, imposibilitando la reforestación. El manejo de la ganadería debe modificarse para permitir el equilibrio del sistema, controlando su movilidad y aprovechando de la mejor manera el estiércol para su uso directo o para la elaboración de biabonos por medio de técnicas como la lombricultura y el compostero. La forestación en las otras formas de hacer agricultura es una actividad descuidada y vista como secundaria e independiente de la producción por casi la totalidad de los productores.

Tabla 21. Técnicas agroecológicas y limitaciones productivas

Técnicas agroecológicas	Condiciones del suelo en las que se aplican
1. Diques	Erosión, percolación y lixiviación de humedad.
Vivas	
2. Barreras	Erosión
Muertas	
3. Zanjas o canales de desviación	Erosión, percolación, lixiviación, exceso de humedad, pérdidas de nutrientes, niveles bajos de materia orgánica
4. Terrazas	
4.1 Terrazas formación lenta	Erosión, exceso de humedad, pérdida de nutrientes, niveles de materia orgánica, aprovechamiento de recursos locales.
4.2 Andenes	
4.3 Terrazas de absorción	
5. Aparato "A"	Construcción de terrazas, bancales y distribución del cultivo con respecto a la pendiente para evitar desplazamiento de suelo (erosión).
6. Labranza ecológica	Erosión, exceso de humedad, contenido de materia orgánica, compactación (piso de arado), compactación pedogenética, pérdida de nutrientes.
7. Fertilización de materia orgánica	Bajo nivel de materia orgánica, aumenta la formación de la bioestructura, pérdida de nutrientes, retención de humedad, mejor desarrollo radicular, mejora la fertilidad física.
8. Compost	Bajo nivel de materia orgánica, bajo nivel de actividad microbiana, pérdidas de nutrientes, mejora la fertilidad del suelo, aumenta la formación de la bioestructura, mejora la retención de humedad, el drenaje y mejor desarrollo vegetativo.
9. Humus de lombriz	Bajo nivel de materia orgánica, bajo nivel de actividad microbiana, pérdidas de nutrientes, mejora la fertilidad del suelo, aumenta la formación de la bioestructura, mejora la retención de humedad, el drenaje y mejor desarrollo vegetativo.
10. Estiércoles con previa fermentación	Bajo nivel de materia orgánica, aumenta la formación de la bioestructura, bajo nivel de actividad microbiana, pérdidas de nutrientes, mejora la fertilidad del suelo, la retención de humedad y mejor desarrollo vegetativo.
11. Organopónico	Mejora la retención de humedad, bajo nivel de materia orgánica, pérdidas de nutrientes, problemas de drenaje, bajo nivel de actividad microbiana y controla la vegetación espontánea.

12. Incorporación de rastrojos	Bajo nivel de materia orgánica, mantiene la humedad del suelo, pérdidas de nutrientes, bajo nivel de actividad microbiana.
13. Hojarasca	Pérdidas de nutrientes, bajos niveles de materia orgánica, y de actividad microbiana.
14. Coberturas	Control de vegetación espontánea, protección del suelo por insolación, exceso de lluvia, retiene la humedad pérdidas de nutrientes, erosión, percolación, lixiviación.
15. Abonos verdes	Protegen el suelo de la insolación y la intensidad de las lluvias, control de vegetación espontánea, mantiene propiedades, físicas, químicas y biológicas, pérdida de nutrientes, retención de humedad, fijación de nitrógeno atmosférico, bajo nivel de materia orgánica, bajo nivel de actividad microbiana, erosión, percolación y lixiviación.
16. Asociación de cultivos	Reduce la necesidad de labranza, evita el problema de compactación del suelo, reduce el uso de maquinarias, intersección de agua.
Técnica aplicada en época de lluvias: prácticas protección del suelo 1,3,4,5,11, 12,13,14,15,16	Época de sequía:Prácticas de mejoramiento de suelo: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15,16

Fuente: IPIAT, 1997

Con base en los diversos problemas ambientales que tienen los agroecosistemas productivos, la propuesta y la aplicación de lo agroecológico deben ser graduales. Debemos recuperar los suelos y darles la capacidad biológica portadora a ellos y a sus sistemas de producción. Esto puede tomar un periodo de dos a tres años. Una vez que los suelos se han regenerado, su proceso tendrá un efecto entre regulador y estabilizador sobre el agroecosistema, logrando encontrar el equilibrio o la sustentabilidad deseada. Este proceso ha de tener sus principios generales específicos, sus diversas estrategias y prácticas agroecológicas. Todo ello debe ser evaluado en conjunto con los productores. Un ejemplo de ese proceso lo recogemos en la **figura 23**, donde se manifiesta la propuesta del proceso de transición discutida entre los productores del pie de Monte Barines en Venezuela. Se concluye que aquel productor que haya cumplido con los principios de sus estrategias y su prácticas agroecológicas, habrá finalizado su proceso de transición, iniciando el camino hacia la sustentabilidad.

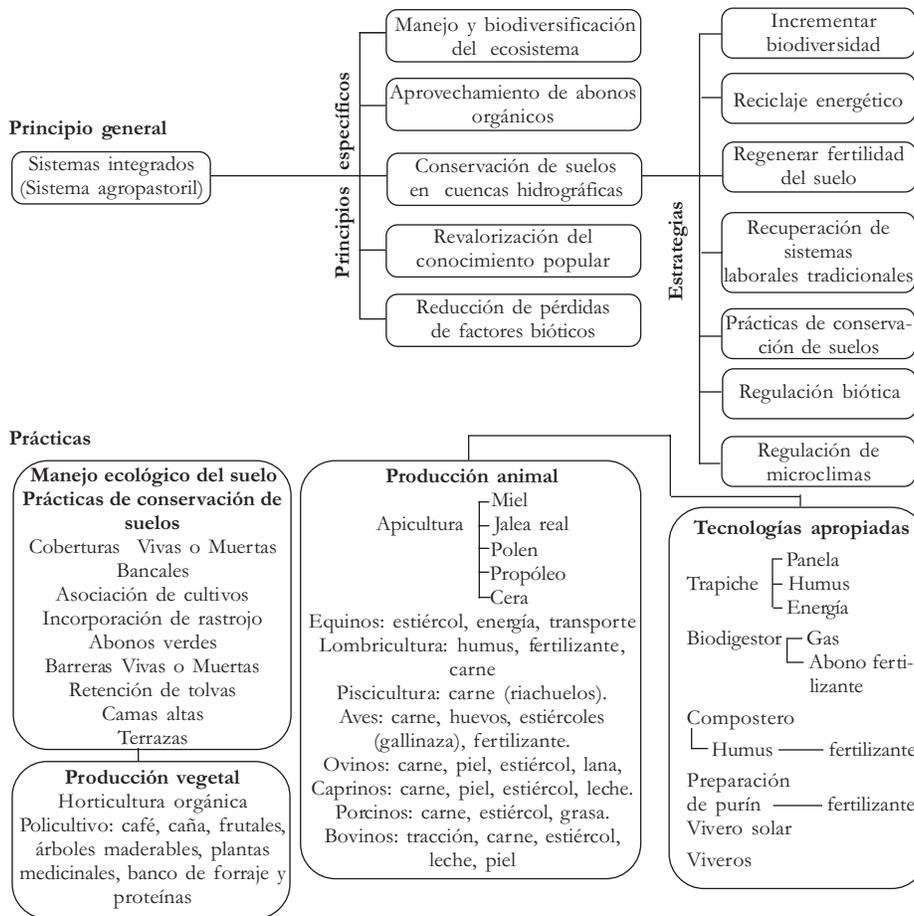


Figura 22. Proceso de transición agroecológico (IPIAT, 1996)

APÉNDICE

SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES EN LAS PLANTAS

Nitrógeno:

- Deficiencia: bajo rendimiento, débil mascollamiento, madurez prematura, hojas más viejas que se tornan amarillentas.
- Exceso: poca resistencia frente a enfermedades y plagas, madurez retardada. Concentración de nitratos, genera toxinas en el suelo.

Fósforo:

- Deficiencia: bajo rendimiento, mascollamiento y malformación de raíces, retraso en floración y madurez, plantas atrofiadas y de color verde oscuro.
- Exceso: incide en la disponibilidad de otros nutrientes, pueden aumentar o disminuir la absorción de los mismos.

Potasio:

- Deficiencia: bajo rendimiento, poca estabilidad de la planta y mala calidad, hojas de color amarillo y marrón oscuro. Mayor necesidad de agua, poca resistencia a enfermedades y plagas.
- Exceso: también causa problemas de absorción en nutrientes como calcio y magnesio.

Magnesio:

- Deficiencia: hojas manchadas de color marrón oscuro, clorosis intervenal.
- Exceso: causa problemas en la absorción de otros nutrientes.

Hierro:

- Deficiencia: clorosis intervenal. Hojas de color blanco.
- Exceso: causa problemas de absorción con otros nutrientes

Manganeso:

- Deficiencia: hojas moteadas de color marrón oscuro.
- Exceso: causa problemas de absorción con otros nutrientes.

Boro:

- Deficiencia: las raíces se vuelven color gris y se pudren.
- Exceso: afecta a las plantas.

Zinc:

- Deficiencia: raras veces, se manifiesta como una reducción de las hojas particularmente cuando se aplican altas dosis de cal o fertilizantes.
- Exceso: causa problemas en la absorción de nutrientes como, por ejemplo, cobre.

Cobre:

- Deficiencia: hojas jóvenes cloróticas especialmente en las puntas.
- Exceso: causa problemas en la absorción de otros nutrientes.

Molibdeno:

- Deficiencia: difícil de encontrar.
- Exceso: tóxicos para los animales.

GLOSARIO

- ABSORCIÓN.** Penetración de agua o nutrientes, acción de esponja. Paso a través de una membrana
- ADSORCIÓN.** Es cuando los iones de nutrientes se adhieren o se pegan a la superficie de las micelas del suelo.
- ACTINOMICETOS.** Organismos microscópicos, grupo intermedio de los hongos y bacterias, importantes en la descomposición de los materiales orgánicos resistentes.
- AGROQUÍMICOS.** Sustancias químicas de uso en la agricultura para el control de plagas y enfermedades. También llamados agrotóxicos o fertilizantes químicos.
- ARAR** Preparación del suelo antes de la siembra.
- ASERRÍN.** Subproducto de la madera después de ser aserrada.
- ASOCIACIÓN DE CULTIVOS.** Dos o más especies cultivadas simultáneamente en el mismo campo, pero que no están dispuestas en filas.
- AUTÓCTONO.** Propio del lugar.
- BACTERIA.** Microorganismo de una sola célula de forma esférica, cilíndrica, o espiral. Abundan en las sustancias orgánicas.
- BIOABONO.** Compuesto preparado a partir de diluciones de materia orgánica.
- BIODIVERSIDAD.** La multiplicidad de especies indispensable para la reproducción y mantenimiento de los ecosistemas.
- BIOESTRUCTURA** Sistema de grumos y poros producidos por la microvida del suelo en presencia de materia orgánica, estable en el agua.
- CÁRCAVA.** Grieta que forma el suelo, luego de un proceso de erosión fuerte.
- CARBOHIDRATO.** Sustancias que poseen la fórmula genérica CH_2-O . Incluyen azúcares, ácidos grasos, almidones y celulosas.
- CLOROFILA.** Pigmento verde que se encuentra en las hojas y tallos vegetales, necesarios para la fotosíntesis.

- COLOIDE.** Sustancia que no se disuelve ni se suspende en un líquido, sino que se dispersa en el líquido.
- CLOROLISIS.** Escasez de clorofila en las plantas. Cuando ocurre la hoja tiene color amarillo.
- COBERTURA MUERTA.** Camada espesa de residuos orgánicos de hojas, turba de paja, que cubre la superficie del suelo.
- COMPACTACIÓN.** Compresión del suelo con máquina o ganado. Aumento de la densidad del suelo por el excesivo paso de maquinaria o pisoteo resultando en pérdidas del espacio poroso.
- DESHIERBE.** Eliminación de malas hierbas alrededor de la siembra.
- DESERTIFICACIÓN.** El proceso por medio del cual las tierras que han sido perturbadas por fenómenos naturales –por ejemplo sequías, inundaciones o procesos por personas como prácticas agrícolas inadecuadas– son convertidas en desierto.
- ECOLOGÍA.** Ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos y el medio en el cual viven.
- ECOSISTEMA.** Conjunto de seres vivos y un ambiente determinado que interactúan continuamente intercambiando información y energía.
- EDAFÓN.** Es la totalidad de los organismos del suelo: la flora y la fauna que contribuyen a mejorar las fuentes nutritivas y su estructura.
- ENRAIZAR.** Traspasar el suelo por una trama gruesa de raíces. Proceso de emisión de raíces por parte de la planta.
- ENZIMA.** Sustancia proteica que actúa asociada a otras sustancias como vitaminas o minerales, es capaz de acelerar las reacciones bioquímicas.
- ESTRUCTURA DEL SUELO.** La forma en la que las partículas del suelo se unen para formar grumos o agregados usualmente con considerables espacios entre ellos.
- FERTILIDAD.** La riqueza de nutrientes presentes en el suelo.
- FOTOSÍNTESIS.** Proceso en el cual se da la formación de sustancias orgánicas por la planta a partir del CO₂ y agua en presencia de luz solar (energía), con ayuda de la clorofila.
- GRUMOS.** Suelo formado por un agregado traspasado por microporos, entrelazados por hifas de hongos y por sustancias gelatinosas de bacterias y algas.

- Estos agregados son estables al agua.
- HÁBITAT.** Lugar donde vive una planta o animal.
- HERBICIDAS.** Productos químicos usado para controlar plantas indeseables. Se ubican en la categoría de agrotóxicos o agroquímicos.
- HUMUS.** Es el producto de la descomposición cíclica de la materia orgánica, rico en nitrógeno, fósforo y calcio. Es parte integral del suelo sano.
- HUMIFICACIÓN.** Proceso bioquímico no esclarecido donde se forman sustancias humínicas importantes para la constitución de la bioestructura del suelo.
- INFILTRAR EL SUELO.** Penetrar en el suelo a través de los poros.
- LABRANZA REDUCIDA.** Roturación del suelo de manera que su estructura no se disgreue totalmente.
- LABRANZA MÍNIMA.** Es roturar el suelo solamente donde se abre el surco; se realiza con herramientas.
- MATERIA ORGÁNICA.** Son todos las fracciones que contienen carbono, como humus, raíces muertas y excreciones radiculares; también los animales, plantas y bacterias muertas.
- MANTILLO.** Materia orgánica intacta y parcialmente descompuesta en la parte superior del suelo.
- MESOFAUNA.** Animales minúsculos en el suelo que pueden ser distinguidos a simple vista.
- METABOLISMO.** Conjunto de reacciones químicas a que son sometidas las sustancias ingeridas por los seres vivos.
- MICORRIZAS.** Hongos que viven en asociación simbiótica con la raíz o dentro de ella.
- MICROFAUNA.** Animales del suelo, solamente visibles con microscopios, tales como las amibas, los nemátodos y las bacterias.
- MINERALIZACIÓN.** El proceso de oxidación gradual de la materia orgánica presente en el suelo que deja sólo componentes minerales.
- MONOCULTIVO.** Siembra de un mismo cultivo, en un mismo campo, en varios periodos continuos.
- NEMÁTODOS.** Animales microscópicos que parásitan las plantas ocasionán-

- doles serias deformaciones en el sistema radicular, afectando la capacidad de absorción y predisponiendo a enfermedades.
- NÓDULOS.** Se forman en las raíces de las leguminosas inoculadas con bacterias fijadoras de nitrógeno. Generalmente son generadas por la invasión de bacterias del género *Rhizobium* a los pelos radiculares de dichas plantas, las cuales al multiplicarse forman protuberancias llamados nódulos.
- ORINES.** Desechos líquidos de algunos seres vivos.
- OXIDACIÓN.** Acción de transformar un cuerpo o una sustancia química mediante la intervención del oxígeno.
- PATÓGENO.** Microorganismo causante de enfermedades.
- PERCOLACIÓN.** Proceso por el cual el agua pasa o través de grietas o poros del suelo y las rocas.
- POLICULTIVOS.** Siembra de dos o más cultivos en un periodo.
- PREDADOR.** Animal que ataca, mata y come otros animales; por extensión un organismo que come o otro organismo.
- PURIN.** Excremento líquido de los animales (orina) fermentado o con cierto grado de fermentación.
- RASTROJO.** Restos de plantas cultivadas y espontáneas que quedan en el terreno después de las cosechas.
- RIEGO POR GRAVEDAD.** Forma superficial de regar aprovechando el declive del terreno.
- ROTACIÓN DE CULTIVOS.** Sembrar en un campo diferentes tipos de cultivos, en determinadas secuencias para conservar la bioestructura del suelo y utilizarlo racionalmente.
- SIMBIOSIS.** Vida común en asociación íntima de dos o más organismos disímiles donde ambos se benefician.
- SISTEMA SILVOPASTORIL.** Sistema de producción que combina pastos, árboles y animales.
- SUSTENTABLE.** Medida de la constancia de la producción agrícola a largo plazo.
- SUBSTRATO.** El soporte proporcionado por el suelo para sustentar el crecimiento de las plantas.
- TERRAZAS DE LADERAS.** Obra física de conservación del suelo.

REFERENCIAS

- Altieri, M. *Agroecología, bases científicas de la agricultura alternativa*. Ediciones Cetal, Valparaíso, Chile. 1983.
- Altieri, M. *Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas*. Ediciones Cetal, Valparaíso, Chile. 1992.
- AT-PTA. *Aduacao verde no Su do Brasil*, Río de Janeiro, Brasil. 1992.
- Aubert. C. *El huerto biológico*, Edición Integral, Barcelona, España. 1994.
- Batista Da Costa M. B. *Abonos verdes: una práctica indispensable en los sistemas agrícolas de las regiones tropicales y subtropicales*. Programa Globo Rural TV Sao Paulo Ltda. Sao Paulo, Brasil. 1993.
- Bautista, O. *Vegetable production*. Integrated Food and Agriculture Research Training & Extension Program and National Food & Agriculture Council, Department of Agriculture, UP Los Baños, Filipinas. (s.f.)
- Biobuerto. Manual. Diaconia*. Asociación Evangélica Luterana de Ayuda para el Desarrollo Comunal, 2a. ed., Lima, Perú. 1994.
- Bruns, Anelore y Hubert. *El cultivo biológico: vida sana y natural*. Editorial Blume. Barcelona, España. 1987.
- Bunch. R. *Dos mazorcas de maíz*. World Neighbors, Inc. Oklahoma City. EUA. 1983.
- Causton C.D. *Guía alternativa para el control de plagas*. Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical, Mérida, Venezuela. 1993.
- Cea, M. E. y Frabregat, M. *Dinámica y distribución de Meloidogyne incognita, en un esquema de rotación de cultivo. Informe final de investigación*. ISCAH. 1993.
- Cea, M. E.; Frabregat M. y Biney, E. *Influencia del frijol terciopelo sobre poblaciones de Meloidogyne incognita. Informe final de investigación*. ISCAH, La Habana, Cuba. 1994.
- Cultivando para el futuro. Introducción a la agricultura sustentable de bajos*

- insumos*, Reijnjes, C. Haverkork Waters Bayer Ediciones, ECO-TECA, Redes Amigos de la Tierra, Montevideo, Uruguay. 1995.
- Eizaga, F. y Urbina, P. *Fertilización orgánica de cultivos. Metodología para la producción, manejo y uso de compost, la lombricultura y los abonos verdes*. Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical, Falcón, Coro, Venezuela. 1996.
- Fernández, E. *et al. Manejo integrado de las plagas del tabaco en plantaciones*. Informe de resultado. Programa de tabaco. A.C.C. Ciudad de La Habana. Cuba. 1990
- Gandarilla, H. *Uso de la rotación papa-col-boniato en el manejo nemátodos*. Informe. Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, La Habana. Cuba. 1992.
- González, C. y Castillo, N. *Evaluación de la incidencia de algunas plagas de insectos en la yuca (Manihot esculenta) en monocultivo y en asociaciones con frijol (Phaseolus vulgaris)*. Resúmenes del II Encuentro de Agricultura Orgánica, 17 al 19 de mayo de 1995, ASCAO, La Habana, Cuba. 1995.
- Guía práctica para su huerto familiar orgánico*. Centro Asiático de Investigación y Desarrollo de Hortalizas, Instituto Internacional de Reconstrucción Rural, IIRR-AVRDC, Quito, Ecuador. 1997.
- IPIAT. *Capacitación y entrenamiento agroecológico para la preservación del medio ambiente*. (Caso Edo. Barinas Venezuela.). Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical, Mérida, Venezuela. 1996.
- IPIAT. *Fruticultura ecológica y sustentable en el trópico*. Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical, Mérida, Venezuela. Septiembre. 1994.
- IPIAT. *Perspectivas del desarrollo rural sustentable en Latinoamérica*. Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical, Mérida, Venezuela, 1996.
- Kolsman, E. y Vásquez D. *Manual de agricultura ecológica*. De Simas, Managua, Nicaragua. 1996.
- Lage, C. Periódico Gramma, 11 de julio, 1992, pág. 1, La Habana. Cuba.
- Lombricultura*. El Playón, Zea-Mérida, Venezuela. 1995.
- Maura, J. A. *Producción de biopesticidas. El caso de Cuba*. Informe del Taller Regional de Tecnologías Integradas de Producción y Protección de Hortalizas, FAO, Cuernavaca, México, 1994, pp. 69-74.

- Mejía, G., M. *Agriculturas para la vida*. Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal Unisarc, Risoralda, Colombia. 1997.
- Mejía, M. Taller Internacional de biodiversidad, conocimiento tradicional y derechos colectivos. Riosucio, Caldas, Colombia. 1997.
- Montilla, M.; Herrera, R. y Monasterio M. “Micorrizas vesículo arbusculares en parcelas que se encuentran en sucesión regeneracional en los andes tropicales”, *Suelo y Planta* 2, Venezuela, pp. 51-70.
- Mowson, B. *Permaculture, a practical guide for sustainable future*. Island Press Washington D. C. EUA. 1990.
- National Academy of Science. *Alternative agriculture*. National Academy Press, Nueva York, EUA. 1989.
- Núñez, M. A. *El policultivo en la agricultura tropical sustentable*. Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical, Mérida, Venezuela, 1994.
- Pérez N. *Manejo agroecológico de plagas, en agroecología y agricultura sostenibles*. Módulo 2. Diseño de Manejo de Sistemas Agrícolas Sostenibles. Centro de Estudios de Agricultura Sostenible (CEAS). Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana (ISCAH). La Habana, Cuba. 1996.
- Primavesi A. *Agroecología, ecosfera, tecnosfera e agricultura*. Livraria Nobel S.A., Sao Paulo, Brasil. 1997
- Primavesi, A. *Agricultura Sustentavel. Manual do Productor Rural*. Livraria Nobel S.A., Sao Paulo, Brasil. 1992.
- Primavesi, A. *Manejo ecológico del suelo*. 6a. ed., Ateneo, Buenos Aires, Argentina, 1984.
- Sevmour, J. *El horticultor autosuficiente*. Blume, Barcelona, España. 1981.
- Suárez, L. *La importancia de la biodiversidad*. Autoedición, Abya-Yala, Quito, Ecuador.
- Suris, M. et al. *Evaluación entomológica de once sistemas de rotación de ciclos cortos para la papa*. Resúmenes del II Encuentro de Agricultura Orgánica, 17 al 19 de mayo de 1995, ASCAO, La Habana, Cuba. 1995.
- Talukder, A.; Islam, N.; Klemn, R. y Bloen M. *Home gardening in South Asia: The Complete Handbook*. Hellen Keller International Inc., Bangladesh, Pakistán. 1993.
- Vandermeer J. *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press, Press Syndicate of the University of Cambridge, Gran Bretaña. 1992.

- Vásquez, L. *Efectos de siembras mixtas sobre plagas en organopónicos*. Informe Interno, INISAV, La Habana, Cuba. 1995.
- Villarreal, R. L. y Wallace, D. H. *Vegetable training manual*. Department of Agriculture Communications and Department of Agronomy, UPCA. 1969.

El *Manual de Técnicas Agroecológicas* se terminó de imprimir en septiembre de 2000 en los talleres de Comunicación Gráfica y Representaciones PJ, SA de CV, Arroz 226, Col. Santa Isabel Industrial, 09820, México D.F. En su composición se utilizó tipo Garamond de 11/13, 10/11 y 9/10 puntos.

El tiro fue de 1000 ejemplares.