



# Manejo agroecológico de suelos agrícolas

**Autores:** Ing. Medardo Naranjo Valdés. PhD  
Ing. Enrique Martínez Reyes. PhD  
Ing. Marcelino Hernández Rodríguez. PhD

# Manejo agroecológico de suelos agrícolas



Dr. Hugo Ruiz Enríquez  
**RECTOR**

## **AUTORES:**

Ing. Medardo Naranjo Valdés PhD.  
Ing. Enrique Martínez Reyes PhD.  
Ing. Marcelino Hernández Rodríguez PhD.

## **LIBRO REVISADO POR:**

Dr. Manuel de Jesús Peña PhD.  
Dr. Omelio Borroto PhD. (Universidad Estatal del Sur de Manabí)

**ISBN:** 978-9942-914-25-5

Primera edición  
Diciembre 2015  
Tulcán – Carchi –Ecuador

## **Comisión de Publicaciones UPEC**

CP.UPEC.08.081.0811 / 2015 – 03

## **Diseño y diagramación:**



**imago**  
PUBLICIDAD

Gráficas Imago Cia. Ltda.

Eugenio de Santillán N 34-248 y Maurián

Tel: 3316359 / 3316378 / 0996017113

# Manejo agroecológico de suelos agrícolas

**AUTORES:ING. MEDARDO NARANJO VALDÉS.**

**ING. ENRIQUE MARTÍNEZ REYES.**

**ING. MARCELINO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ.**

# ÍNDICE

PRÓLOGO.....	6
<i>Cómo hacer Agricultores:</i> .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
1. LA MATERIA ORGÁNICA Y EL SUELO (MO) .....	10
Los Suelos y sus Orígenes .....	10
Funciones de la Materia Orgánica, en los suelos.....	11
Factores a tener en cuenta para la incorporación de residuos orgánicos al suelo.....	13
Compost.....	15
Efectos de la aplicación del compost al suelo .....	15
Proceso de obtención del compost.....	16
El uso del compost:.....	17
Sustrato. ....	19
Propiedades de los sustratos: .....	19
Características de los sustratos orgánicos.....	21
Principales propiedades que deben cumplir los sustratos:.....	22
Humus de lombriz. ....	23
2. MICROORGANISMOS EFICIENTES DEL SUELO (EM). ....	24
Grupo de Microorganismos: .....	25
Función de los EM.....	27
Principales acciones de los EM en los Suelos son: .....	28
Métodos prácticos de producción de Microorganismos Eficientes de los Suelos.....	29
Fórmula No 1:.....	29
Método de conservación:.....	30
Fórmula No 2:.....	32
Preparación final del Biol. ....	32
Fórmula No 3:.....	34
Fórmula No 4:.....	35

Dosis de aplicación.....	44
3. VERMICOMPOST (HUMUS DE LOMBRIZ) .....	46
Características físicas y composición química. ....	47
Composición del humus. ....	50
Contenido de nutrientes de distintos estiércoles:.....	51
Experiencia de producción en sistema intensivo en Cuba, de humus de lombriz.....	51
Principales Resultados obtenidos en sistemas agroecológicos cubanos.	
Dosis a emplear en la aplicación de humus a los suelos. ....	52
Humus líquido. ....	53
Recomendaciones de empleo para especies florales perennes. ....	54
Otra importancia de la Lombricultura: .....	56
4. LA BIÓTICA DE LOS SUELOS.....	58
Complejo microbiano. ....	60
Principales acciones de los EM en los Suelos son: .....	61
Funciones de las Bacterias en los suelos: .....	67
Importancia de las rotaciones de cultivos y los abonos verdes en la vida microbiana de los suelos y de las plantas. ....	68
Función de la cobertura vegetal:.....	73
Suelos Loan arenosos. ....	74
5. RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN Y USO AGRÍCOLA .....	77
DE LOS HONGOS MICORRIZÓGENOS ARBUSCULARES (HMA)	
(Género Glomus. Cepa Producida en la UBPC. ....	80
Micorrizas. ....	80
Diferentes modos de aplicación.....	84
Semilleros tradicionales:.....	85
Requerimientos para su aplicación: .....	90
Principales resultados obtenidos en suelos ferralíticos rojos. Cultivos hortícolas: .....	90
6. LA REMINERALIZACIÓN DE LOS SUELOS. SU .....	92

IMPORTANCIA AGRONÓMICA. ....	92
Beneficios de la remineralización de suelos agrícolas: .....	95
Forma de remineralizar los sustratos para posturas de cepellón: .....	96
Resultados obtenidos. ....	100
7. LOS SUELOS AGRÍCOLAS. IMPORTANCIA DEL ADECUADO MANEJO DE SU PREPARACIÓN. ....	106
Principios a tener en cuenta para la selección y manejo de los suelos agrícolas. ....	107
Acciones degradantes en el manejo de los suelos: .....	108
Preparación de suelo: .....	109
Como preservar los suelos agrícolas de su degradación: .....	111
7. MÉTODOS PARA LA RECONVERSIÓN DE SISTEMAS AGRÍCOLAS. AGROQUÍMICOS EN SISTEMAS AGROECOLÓGICOS. ....	114
Los Agroquímicos y su interacción con los suelos. ....	114
Para lograr este lógico objetivo es necesario conocer los aspectos siguientes: .....	115
Estrategia de Reconversión: .....	116
Teniendo en cuenta estos aspectos anteriormente señalados, se puede trazar un Plan de reconversión: .....	119
Combinaciones de abonos orgánicos y fertilizantes minerales recomendados para distintos suelos y cultivos. ....	121
BIBLIOGRAFÍA. ....	122

<i>Ilustración 1: Vivir con la tierra, no de la tierra.</i>	6
<i>Ilustración 2 Proceso de degradación de los suelos.</i>	11
<i>Ilustración 3 Tipos de microorganismos eficientes</i>	24
<i>Ilustración 4 Hongos fermentativos</i>	26
<i>Ilustración 5: Humus de lombriz</i>	46
<i>Ilustración 6: Complejo microbiano</i>	61
<i>Ilustración 7: Rizósfera</i>	63
<i>Ilustración 8: Microflora</i>	64
<i>Ilustración 9: Microfauna</i>	65
<i>Ilustración 10: Micorrizas</i>	67
<i>Ilustración 11: Nódulos bacterianos</i>	74
<i>Ilustración 12: Hongo micorrizógeno</i>	81
<i>Ilustración 13: Producción de micorrizas</i>	84
<i>Ilustración 14: Aplicaciones directas al suelo en hileras ao a voleo.</i>	85
<i>Ilustración-15: Uso directo en semilleros tradicionales.</i>	86
<i>Ilustración 16: Mezclado con sustratos</i>	86
<i>Ilustración 17: Adicionado a los abonos orgánicos</i>	87
<i>Ilustración 18: Componente para las semillas peletizadas.</i>	88
<i>Ilustración 19: Tratamiento al sistema radicular de las plantas durante el transplante.</i>	88
<i>Ilustración 20: Mezcla con los sustratos</i>	89
<i>Ilustración 21: Mezcla con abonos verdes</i>	89
<i>Ilustración 22. Portadores de harina de roca.</i>	93
<i>Ilustración 23: Aplicación directa en canteros para cultivos Hortícolas: Dosis; 150 gr/m<sup>2</sup></i>	95
<i>Ilustración 24:H. de roca mezcla con los sustratos. Uso producción de posturas de cepellón</i>	97
<i>Ilustración 25: Comparación del desarrollo de plántulas tratadas con harina de roca</i>	97
<i>Ilustración 26: Uso de la harina de roca en pisos de vaquería.</i>	98
<i>Ilustración 27: aplicación de harina de roca en cultivos protegidos y plantabandas.</i>	99
<i>Ilustración 28. Sustrato remineralizado con harina de roca.</i>	100
<i>Ilustración 29:Incremento del desarrollo vegetativo del frijol chino, al suministrar harina de roca</i>	101
<i>Ilustración 30: Cultivo protegido de lechuga, fertilizada con harina de roca.</i>	102
<i>Ilustración 31: Cultivo de acelga, fertilizada con harina de roca.</i>	103
<i>Ilustración 32: Perfil profundo de suelo ferralítico rojo.</i>	107
<i>Ilustración 33: Implementos agrícolas de tracción animal</i>	110

<i>Ilustración 34: La tracción animal, típica de la agricultura orgánica en Cuba.</i>	111
<i>Ilustración 35: Plantación de café en curvas de nivel (suelos pendientes 6 %).</i>	111
<i>Ilustración 36: Finca integral, con manejo agro-silvo-pastoril.</i>	113
<i>Ilustración 37: Agroquímicos.</i>	114
<i>Ilustración 38: Vermicompost. Abono orgánico por excelencia.</i>	118
<i>Ilustración 39: Aplicación de humus de lombriz líquido.</i>	118

## PRÓLOGO

El presente libro tiene como objetivo, poner en manos de estudiantes, productores, especialistas y población en general, métodos sencillos para el uso práctico de las tecnologías que conforman los Sistemas Agroecológicos Integrales.

Sirva su estudio y aplicación para desarrollar conocimientos y habilidades prácticas en el uso de estos recursos técnicos, en aras de una agricultura libre de contaminantes químicos y totalmente compatible con los Ecosistemas Naturales.

Sirva además, para incrementar la conciencia y responsabilidad que debemos tener todos para con nuestra Madre Tierra.

Sirva en fin, a todos los que adopten como principio básico de sus vidas: Vivir con la Tierra, no de la Tierra.



*Ilustración 1: Vivir con la tierra, no de la tierra.*

### ***Cómo hacer Agricultores:***

*“... La enseñanza de la agricultura es aún más urgente; pero no en escuelas técnicas, sino en estaciones de cultivo; donde no se describan las partes del arado sino delante de él y manejándolo; y no se explique en fórmula sobre la pizarra la composición de los terrenos, sino en las capas mismas de la tierra; y no se entibie la atención de los alumnos con meras reglas técnicas de cultivo, rígidas como las letras de plomo con las que se han impreso, sino que se les entretenga con las curiosidades, deseos, sorpresas y experiencias, que son sabroso pago y animado premio de los que se dedican por si mismos a la agricultura”.*

***José Martí***

## INTRODUCCIÓN

La agricultura ha desempeñado y seguirá desempeñando siempre un papel importante en las actividades del hombre. El suelo es un cuerpo natural, consecuencia de la acción combinada de los factores de formación, mediante los cuales ocurren los diferentes procesos que le dan origen.

Los cultivos agrícolas y su rendimiento dependen en lo fundamental del estado físico y químico de los suelos, las prácticas convencionales y repetitivas, que de manera indiscriminada han provocado su degradación.

La Agroecología es esencial en el manejo del suelo porque es el único modelo que concibe el suelo como un sistema complejo y con vida, capaz de poner freno a la degradación y mantener sus condiciones en ambientes inestables. Los riesgos inmediatos y futuros no sólo se producen sobre la sostenibilidad de los sistemas agrarios sino sobre la de otros aspectos de interés común, tales como: la calidad del agua, el cambio climático, la biodiversidad vegetal y edáfica, la salud y la seguridad alimentaria. En este momento y sin lugar a dudas, el conocimiento del suelo como un sistema complejo, solo puede ser concebido de forma integral por modelos de gestión agraria que estén basados en premisas

agroecológicas, dado que este enfoque tiene como condición obligada prever la existencia de la vida, poniendo freno a la degradación del suelo.

El manejo agroecológico del suelo es una visión integral de la producción, donde se emplean prácticas de protección y mejoramiento con la finalidad de mantener o mejorar su fertilidad y evitar su deterioro. En este sentido, se trata de eliminar la agricultura de altos insumos y sustituirla por otra, basada en estrategias que imiten los procesos ecológicos naturales.

## 1. LA MATERIA ORGÁNICA Y EL SUELO (MO)

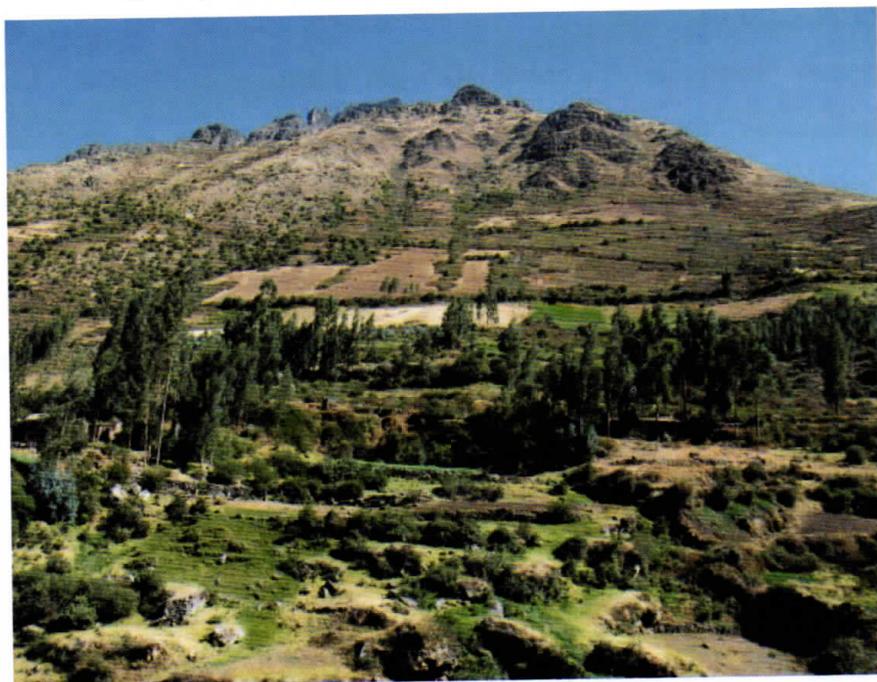
### Los Suelos y sus Orígenes

El proceso de formación de los suelos tiene sus orígenes desde el propio inicio de formación de las masas continentales, los fenómenos volcánicos, inundaciones, glaciaciones y enormes turbulencias, todo ello unido a la acción de los primeros microorganismos que interactuaron con las rocas, propiciaron el proceso de degradación de estas y de sus minerales, y así se fueron creando las condiciones para el surgimiento de los primeros elementos del futuro Reino Vegetal, tales como musgos y líquenes, que aportaron secreciones ácidas que aceleraron la formación de los suelos y del mantillo (conjunto de restos orgánicos de plantas, y microorganismos que habitan el suelo, con una incalculable y eficiente e insustituible composición biótica).

Los suelos y sus componentes no son una materia inerte, por el contrario, son elementos vivos en constante interacción y transformación, que responden de diversas formas a la acción que sobre ellos ejercen los agentes del intemperismo, así como las acciones humanas.

Un centímetro cúbico de suelo fértil demora en formarse en estado natural desde 300 a 600 años, puede contener más de 6000 millones

de formas de vidas microscópicas en constante interacción, quienes son también responsables de la formación propia de los suelos y de la vida vegetal y animal que estos sustentan.



*Ilustración 2 Proceso de degradación de los suelos. .*

### **Funciones de la Materia Orgánica, en los suelos.**

Es un elemento esencial en los suelos agrícolas, participa de forma muy activa en su fertilidad y productividad, interviene de forma directa en las propiedades **químicas, físicas y biológicas**.

**Químicas:** Interviene en un elevado porcentaje de los procesos físico- químicos, que se dan en el sistema del suelo, son responsables de: capacidad de intercambio catiónico (CIC), capacidad amortiguadora, potencial redox, suministro de nutrientes e interacción con agentes xenobióticos (compuestos órgano sintéticos, herbicidas, desinfectantes, insecticidas, bifenilos policlorados producto de actividades industriales, todos ellos altamente resistentes a los procesos de biodegradación)

Del 60 al 80 % del carbono que produce la MO, pasa en forma de CO<sub>2</sub> al ambiente, sólo del 5 al 29 % es retenido por la biomasa microbiana y puede pasar a la MO estable del suelo.

- Estimula el crecimiento de las plantas.
- Aumenta la disponibilidad de micro y macroelementos.
- Retiene y facilita la absorción de nutrientes por las plantas.
- Tiene efectos quelatantes sobre el hierro, manganeso, zinc y cobre.

**Físicas:** La MO tiene elevada influencia comprobada sobre el comportamiento de las características físicas de los suelos, entre ellas: estructura, compactación, retención de humedad, color, resistencia a la erosión, mejora las características hídricas y de aireación, proporciona porosidad a los suelos arcillosos, aumenta la permeabilidad hídrica.

**Biológicas:** Aumenta los rendimientos y calidad de los cultivos; favorece la capacidad de germinación de las semillas, aumenta la síntesis de ácidos nucleicos, mejora el porcentaje de intercambio energético en las plantas, estimula la macro y micro fauna del suelo.

**Factores a tener en cuenta para la incorporación de residuos orgánicos al suelo.**

- **Inherentes al residuo:** Naturaleza, edad, relación C: N, contenido de lignina y polifenoles del material.
- **Factores edafoclimáticos:** temperatura, contenido de humedad y características del suelo (estructura y textura).
- **Factores antrópicos o de manejo:** Cantidad de residuo utilizado, textura del material incorporado, manipulación del suelo.

**Funciones y efectos de los materiales orgánicos incorporados a los suelos:**

- Servir como abono orgánico a partir de su mineralización, la cual genera incrementos en las concentraciones de macro y micro nutrientes.
- Restaurar o incrementar la MO, ya sea debido a pérdidas por inadecuado manejo o por bajas condiciones naturales de fertilidad, en dependencia de la madurez del compost, el tipo

de suelo y su contenido de MO original, pH del suelo, humedad, propiedades físicas y presencia de cultivos..

- Mantener las cantidades requeridas de MO en los suelos bajo efectos intensivos de cultivos.
- Incremento de la población microbiana de los suelos.
- Aporte de carbono foráneo.
- Aporte de Nitrógeno en dependencia de su relación C: N y lignina-celulosa.
- Efectos sobre otros nutrientes: por ejemplo, el contenido de potasio inorgánico es cedido de forma rápida a los cultivos.
- Correctores de las posibles deficiencias de micro nutrientes que puedan presentar los suelos.
- Efectos negativos: pueden provocar toxicidad a microorganismos, cultivos y ser humano por su translocación a través de la cadena trófica, por presencia en los materiales frescos o parcialmente degradados, de elementos tóxicos o contaminantes, (ácidos de bajo peso molecular, metales pesados, compuestos fitotóxicos, compuestos químicos alelopáticos, micro organismos patógenos que pueden variar la composición originaria del suelo. También en estos casos, pueden afectar las fuentes de abastos de aguas superficiales o subterráneas. Estos posibles

efectos negativos, justifican el cuidado que se debe tener a la hora de utilizar residuos orgánicos para la producción de:

## **Compost**

Degradación biooxidativa de la MO bajo condiciones controladas, constituido por elevado porcentaje de materiales orgánicos estables, cuya identidad química ha sido modificada hacia estructuras similares a las que conforman el humus del suelo, por lo que tendrá en este, funciones similares a la MO nativa.

## **Efectos de la aplicación del compost al suelo**

Depende fundamentalmente de factores propios de éste, donde el tipo de material que le da origen y su maduración son los de mayor relevancia.

## **¿Cómo actúa la cadena trófica en la mineralización del compost?**

El compost contiene nutrientes solubles e intercambiables disponibles para las plantas, pero aun existiendo una gran concentración de éstos, solo son disponibles cuando las bacterias y los hongos los solubilizan, es entonces que intervienen los

protozoos, nematodos y micro artrópodos, liberando estos nutrientes de las bacterias y hongos.

El compost contiene excelentes biomasas de microorganismos; (bacteriana y fúngica, ambas en más de 300 millones de microorganismos por gramo, protozoos en más de 50000 individuos por gramo y nematodos en más de 60 por gramo) y altos niveles de nutrientes extraíbles totales (16000 microgramos de N por gramo de compost, 9000 microgramos de P y similares niveles de otros nutrientes).

### **Proceso de obtención del compost.**

Es muy importante tener en cuenta la composición microbiana que pretendemos tener como producto final.

Los cultivos mixtos de microorganismos eficientes (EM), deben ser compatibles y para su multiplicación, debe garantizarse un sustrato orgánico adecuado.

Si los microorganismos que comprenden el cultivo mixto son compatibles fisiológicamente, se complementan. Si la densidad del inóculo inicial es suficientemente alta existe gran probabilidad que se establezcan y produzcan asociaciones beneficiosas a los cultivos de formas más o menos permanentes. El inoculante microbiano EM,

es producido como un concentrado líquido e incluye el cultivo mixto de los microorganismos, en dos fases, anaeróbica y aeróbica.

La temperatura es una garantía para la eliminación de microorganismos patógenos, los cuales generalmente no resultan resistentes a las altas temperaturas que se producen durante la fase termófila del proceso.

### **El uso del compost:**

- Favorece la fertilidad de los suelos.
- Incrementa y potencializa los microorganismos de los suelos (flora edáfica).
- Mejora la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Estabiliza las reacciones del suelo (efecto tampón)
- Inhibe el crecimiento de patógenos.
- Mejora la estructura de los suelos, propiciando la formación de agregados grumosos.
- Reduce la erosión.
- Incrementa la capacidad de retención del agua.
- Confiere un color oscuro al suelo que mejora la retención de energía calorífica.

### Composición del Compost. (Es muy variable)

Componentes	Intervalo de composición
Materia Orgánica (g/kg)	200 a 600
Ácidos húmicos (g/kg)	6 a 70
Ácidos fúlvicos (g/kg)	1 a 100
Nitrógeno total (%)	0.4 a 1.8
N nitritos (l/g)	0 a 70
N amoniacal (l/g)	0 a 30
Fósforo total (%)	0.15 a 0.50
Azufre total (%)	0.3 a 0.9
Potasio (%)	0.35 a 1.0
Calcio (%)	2 a 12
Magnesio (%)	0.5 a 2.5
pH	7.0 a 8.5
Conductibilidad (ms/cm)	6 a 15
Densidad aparente (g/cm)	0.5 a 0.7

En el caso de compost producidos a base de lodos residuales, es necesario tener en cuenta el contenido de metales pesados que puedan poseer.

## **Sustrato.**

Material sólido distinto al suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en contenedores, de forma pura o mezclada, permite el anclaje del sistema radical de las plantas y puede intervenir o no, de acuerdo a su composición en el complejo sistema de nutrición mineral de las plantas. (Químicamente inertes o activos).

## **Propiedades de los sustratos:**

### **Físicas:**

- Porosidad abierta: valores óptimos entre el 80 y 85 %, garantizan un adecuado balance aire agua.
- Densidad real: densidad del material sólido que lo compone, entre 2.5 y 3.0 g/cm<sup>3</sup>
- Densidad aparente: espacio total ocupado, material sólido más porosidad, entre 0.1 y 0.7 g/cm<sup>3</sup>
- Estructura: granular para sustratos minerales o fibrilares para sustratos con elevados componentes orgánicos.
- Granulometría: el tamaño de los gránulos o fibras condicionan el comportamiento de los sustratos, pues incide en su densidad aparente y comportamiento hídrico.

## **Químicas:**

Están determinadas por la transferencia entre el sustrato y la disolución, (solución del suelo) que sirve de nutriente a las plantas.

Disolución e hidrólisis de los propios sustratos. Pueden producir efectos fitotóxicos por liberación de iones de  $H^+$  y  $OH^-$  y ciertos iones metálicos como  $CO_2^+$ . Efectos carenciales, por hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provocan aumento del pH y la precipitación de fósforo y algunos micro - elementos. Efecto osmótico provocado por exceso de sales solubles lo cual disminuye la absorción de agua por la planta.

## **Físico-Químicas:**

Son reacciones de intercambio iónico, se dan en sustratos que contienen MO, o de origen arcillosos (arcillas expandidas). En aquellos sustratos que tienen alguna capacidad de intercambio catiónico (CIC). Provocan modificaciones del PH y en la composición química de la disolución nutritiva, por lo que dificulta el control de la nutrición de la planta.

## **Bioquímicas:**

Producidas por la biodegradación de los materiales que lo componen, sobre todos en los de origen orgánico, transformando las estructuras y variando sus propiedades físicas, en ellas se libera CO<sub>2</sub> y otros elementos minerales por la degradación de la MO.

Los sustratos químicamente activos aportan a la solución nutritiva elementos adicionales por el proceso de hidrólisis o solubilidad, los cuales pueden presentar toxicidad.

## **Biológicas:**

### **Características de los sustratos orgánicos.**

- Velocidad de descomposición. Está en dependencia de la población microbiana y de las condiciones ambientales. Pueden provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberar sustancias fitotóxicas, debe tenerse en cuenta la disponibilidad de compuestos bio degradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) que son los responsables de la velocidad de descomposición. Deben ser lo más estables posible.
- Efectos de los productos de descomposición: Muchos efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a

los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la celulosa, lignina y la hemicelulosa. En una gran variedad de funciones vegetales intervienen la acción de estos, así como de las auxinas existentes en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo, las que son responsables de las actividades reguladoras del crecimiento vegetativo.

### **Principales propiedades que deben cumplir los sustratos:**

#### **Físicas:**

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Porosidad adecuada que permita el balance aire agua.
- Adecuada distribución del tamaño de las partículas.
- Baja densidad aparente.
- Estructura estable.

#### **Químicas:**

- Capacidad de intercambio catiónico, dependiendo del manejo de la nutrición, puede ser por fertirrigación permanente o intermitente.
- Suficiente cantidad de nutrientes asimilables, exceptuando los inertes.

- Baja salinidad.
- Elevada capacidad reguladora para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

### **Otras propiedades:**

- Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos y otros patógenos, así como de sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo costo.
- Fácil de mezclar y manipular.
- Fácil de desinfectar y mantener estabilidad ante esta.

### **Humus de lombriz.**

Por su importancia será tratado como tema único.

## 2. MICROORGANISMOS EFICIENTES DEL SUELO (EM).



*Ilustración 3 Tipos de microorganismos eficientes*

Los microorganismos eficientes conocidos como EM (Effective Microorganisms), son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural en un cultivo mixto, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros.

**Grupo de Microorganismos:** bacterias, levaduras, hongos filamentosos y actinomicetos.

**Efecto Potenciador:** se encuentra en la mezcla de los microorganismos, basado en sus funciones metabólicas y fisiológicas.

**Bacterias fotosintéticas: Rhodospseudomonas spp):**

Grupo de microorganismos independientes y autosuficientes, los cuales sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos (ej. amoníaco y sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas.

**Bacterias Ácido Lácticas (Lactobacillus spp):**

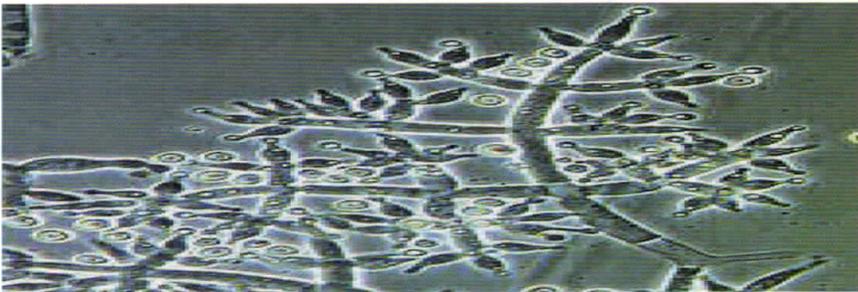
Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Han sido usadas por mucho tiempo en la producción de alimentos como el yogurt, leches ácidas y pepinillos. Pero además el ácido láctico es un compuesto altamente esterilizador que suprime

microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de la materia orgánica.

### **Levaduras: (*Saccharomyces spp*):**

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas producidas por las levaduras como las hormonas y enzimas, promueven la división activa de las células y raíces, resultan útiles para otros grupos de microorganismos eficientes como son bacterias ácido lácticas y actinomicetos.

### **Hongos fermentativos: (*Trichoderma spp*)**



*Ilustración 4 Hongos fermentativos*

Aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica facilitando su obtención para la nutrición de las plantas. Antagónico con hongos patógenos del suelo.

### **Actinomicetos: (*Streptomyces spp*)**

Producen antibióticos que provocan inhibición de patógenos del suelo.

### **Función de los EM**

Está demostrado que el desarrollo y el rendimiento de las cosechas se relaciona estrechamente con la naturaleza de la microflora en los suelos, sobre todo con aquellos situados en las proximidades de las raíces (rizósfera). Este principio particular se refuerza porque la evolución de la mayoría de las formas de vida en la tierra y su entorno son sostenidos por los microorganismos, quienes tienen una función vital en los suelos, al ser los responsables de la transformación de la materia orgánica (mineralización), poniéndola en condiciones de ser asimilables por las plantas, por tanto la fertilidad de los suelos es directamente proporcional a su actividad biológica. Los Suelos abióticos son suelos infértiles.

Para reforzar el concepto de controlar y utilizar los microorganismos benéficos en la producción y protección de las

cosechas, debe integrarse armónicamente los componentes esenciales que propician el crecimiento de las plantas; la luz, (intensidad, foto periodicidad y calidad), además del anhídrido carbónico, el riego, los nutrientes (orgánicos e inorgánicos), el tipo de suelo y la microflora contenida en él.

La microflora en el área de las raíces (rizósfera) puede acelerar el crecimiento de las plantas y reforzar su resistencia a las enfermedades e insectos dañinos a través de la producción de sustancias bioactivas.

Estos microorganismos mantienen el ambiente de crecimiento de las plantas y pueden también tener efectos secundarios en la calidad de los cultivos.

### **Principales acciones de los EM en los Suelos son:**

- Fijación de nitrógeno.
- Descomposición de desechos orgánicos y residuos biodegradables.
- Supresión de patógenos del suelo.
- Reciclaje e incremento de la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.
- Descomponen sustancias complejas, poniéndolas en condiciones de ser asimiladas por las plantas.

- Propician la solubilización de nutrientes insolubles.  
Propician la formación de complejos de metales limitando su acción sobre las plantas.
- Aportan a la resiliencia.
- Degradación de agrotóxicos.
- Producción de antibióticos.
- Producción de polisacáridos, mejorando la agregación de los Suelos.

### **Métodos prácticos de producción de Microorganismos Eficientes de los Suelos.**

#### **Fórmula No 1: Elaboración de EM, por fermentación aeróbica.**

Seleccionamos en un área de bosque natural el mantillo en los primeros 5 a 10 cm de profundidad (capa de materia orgánica descompuesta que contienen hongos, bacterias y levaduras).

Mezclar la muestra de mantillo con un 5 a 10 % de los suelos, donde posteriormente serán aplicados estos **concentrados bióticos**.

Añadir semolina de arroz (residuo resultante del pulido del arroz) o cualquier otra harina (de yuca, boniato, maní) y adicionamos miel final de azúcar para estimular la actividad microbiana.

El Bancal se monta a una altura de unos 60 cm, el objetivo es producir un concentrado de microorganismos que sirvan como

inóculo para la producción posterior del **concentrado** que se aplica a los suelos y los cultivos. Debe manejarse la temperatura para que no sobrepase los 55 °C, ello se logra, disminuyendo la altura del bancal hasta 10 cm, así como realizando inversiones del prisma diariamente.

A los tres días la actividad microbiana es tal que se observan diferentes coloraciones (gris, marrón, amarillo, blanco) por la presencia de colonias de microorganismos, principalmente hongos.

#### **Método de conservación:**

A los 15 días, una vez ya seco el material, se guarda en sacos y se cuelgan en un lugar ventilado, preservándolos de la humedad.

#### **Precauciones:**

La exposición por tiempo prolongado a inhalación del polvo de este producto, puede causar afectaciones en las vías respiratorias, así como puede afectar a personas que presenten alergias al *Penicilium*, hongo presente en este producto.

### **Preparación del inóculo:**

Mezclar 2 kg del polvo con agua en un tanque de 200 litros de capacidad, dejarlo 5 días de reposo, filtrarlo y aplicarlo a continuación de una vez.

La aplicación en cultivo de hortalizas al 100 % de su concentración, resulta muy efectiva, debiéndose siempre, comprobar sus efectos y se corrigen la dosis de ser necesario, Después de los 10 días de almacenado, puede afectar al cultivo debido a elevadas concentraciones de ácido, por lo que debe en este caso, aplicarlo diluido a razón de 1 litro por mochila de 16 litros.

### **Comportamiento en los Suelos:**

Es muy importante la adaptación a los suelos y a la microflora presente en ellos, esto justifica el aporte de suelo que se debe hacer en la fase de multiplicación microbiana del compost, así se garantiza la presencia de la microflora autóctona de los suelos donde se aplicara el producto final.

En la medida que se logre una mayor mezcla de microorganismos, mayor eficiencia y efectividad tendrá el producto final.

## **Fórmula No 2: Elaboración de EM por fermentación anaeróbica.**

Para elaborar este concentrado de microorganismos eficientes de los suelos, debemos seleccionar y extraer un **mantillo** de calidad, mezclándolo en proporciones de 1:1 con semolina en las proporciones siguientes: para 1 m<sup>3</sup> de **mezcla mantillo + semolina**, se le añaden 3 galones de **melaza** diluidos en 3 galones de agua, de contarse con MES de preparaciones anteriores, se le añaden 50 kg/m<sup>3</sup> de este inóculo.

Una vez conformada la mezcla, se coloca en tanques que puedan hermetizarse, o en contenedores de plásticos (sacos plásticos dentro de los tanques), apisonándose lo más posible para eliminar espacios ocupados por aire, cerrando de forma hermética el recipiente, manteniéndolo de esta forma en lugares frescos y no expuestos a la radiación solar por espacio de 30 días. Al abrirlo debe desprender un agradable olor a ron de caña.

### **Preparación final del Biol. (Fase aeróbica)**

Pasado el período de 30 días se toman 5 kg y lo colocamos en saco de maya fina, lo amarramos por el extremo y lo colocamos en un recipiente de 200 l, donde previamente se conformó una solución

nutritiva compuesta por: 1 galón de melaza, de 2 a 4 l de humus líquido, 1 l de suero de leche, agua de coco, se completa con agua hasta la capacidad del tanque, de ser posible se oxigena el sustrato, colocando dentro de la solución nutritiva una ventilación forzada. Esto acelera el proceso y lo hace más eficiente. Se procesa en un período de 3 a 5 días.

### **Métodos de Aplicación:**

Concentraciones del 100 %, para controlar hongos o mejorar suelos siempre realizando pruebas para corregir la dosis y no causar afectaciones al cultivo.

Extracciones a los 10 días, en aplicaciones asperjadas para controlar malos olores en vaquerías, cochiqueras o granjas avícolas.

A partir de los 15 días se presenta una nata blanca que indica la mayor presencia de levaduras que puede aplicarse al suelo como abono orgánico.

El producto puede mantenerse hasta 20 días ya que pasado este tiempo las levaduras se precipitan y aparecen nuevos hongos que de ser aplicado pueden contaminar el medio.

Aplicaciones foliares con producto extraído a los 5 días, para el control de enfermedades fungosas, diluido 1.0 l/ mochila de 16 l asperjándolo a razón de 50 cc/ m<sup>2</sup> de cultivo.

A partir de los 10 días de producido, no debe emplearse en aplicaciones foliares debido al aumento de la acidez, lo cual puede causar afectaciones a los cultivos.

### **Fórmula No 3: Elaboración de otros Bioles.**

Se añade, en el proceso de preparación de los ME, fase aeróbica, portadores de nutriente de fuente natural: roca fosfórica, combinaciones de magnesio, boro, potasio, entre otros, completando el volumen del tanque con agua y se mantiene en fermentación aeróbica durante un período de 15 días.

### **Dosis:**

Aplicaciones foliares: diluido 1.0 l/ mochila de 16 l, asperjándolo a razón de 50 cc/ m<sup>2</sup> de cultivo.

Aplicaciones al suelo de forma directa con asperjadoras o mediante el fertirriego, a razón de 100 l/ha. (La concentración dependerá del estado de degradación que estos presenten)

#### **Fórmula No 4: Elaboración del caldo Sulfocálcico.**

Para el control de enfermedades fungosas se elabora el caldo sulfocálcico: mezclando 20 kg de azufre más 10 kg de cal viva, 5 kg de ceniza y 10 kg de sosa cáustica, en 60 l de agua.

#### **Dosis de aplicación:**

Entre 200 a 500 mililitros del producto en 16 litros de agua, aplicaciones foliares, en dependencia de las fases de crecimiento del cultivo.

#### **Donde aplicar los EM.**

- Aplicaciones directas en los suelos que presentan afectaciones severas de su fertilidad por uso continuo e indiscriminado de Agroquímicos o que han sido muy afectados por el intemperismo.
- En áreas destinadas a las producciones de plántulas para trasplante (Semilleros)
- En áreas de cultivo, sobre todo en aquellas que son sometidas a cultivos intensivos, donde se realizan aplicaciones de altas dosis de Materia Orgánica, lo cual necesita de una elevada concentración biótica para su mineralización.

- En el tratamiento de aguas residuales por la acción biodegradante de los materiales que estas presentan en suspensión.
- En los centros de producción animal, por los efectos que tienen sobre la degradación de la materia orgánica que en estos se genera, transformando la emisión de gases contaminantes, eliminando la fetidez en esas áreas.
- En los sustratos para todo tipo de plantación, pues le aporta la concentración de microorganismos que estos necesitan para los aportes de nutrientes a los cultivos plantados en ellos.
- A los bancales de compost, pues aporta los inóculos del complejo biótico encargado del proceso de humificación de la biomasa que se compostea, acelera el proceso de compostaje y se obtiene un producto final de mayor calidad.

### **Té de Compost.**

Es un extracto acuoso de compost, en cuyo proceso aeróbico se permite el crecimiento de los microorganismos extraídos del compost.

Una sencilla tecnología, donde a partir de fuente de microorganismos (compost), en un medio acuoso y concentración adecuada de nutrientes; melaza, polvo de roca (como catalizador)

materia orgánica vegetal y ácidos húmicos y fúlvicos y con una adecuada oxigenación; entre 6 y 8 ppm, se obtiene una elevada concentración activa de la biótica que interviene en el proceso de compostaje.

### **Método práctico de confeccionarlo:**

#### **Materiales:**

- Recipiente de capacidad requerida para la demanda de aplicación hasta 8 horas de producido. Mantenerse oxigenado hasta su aplicación.
- Compost de elevada calidad. (1.0 kg/20 l de agua).
- Equipo de inyección de aire para la ventilación forzada, debe garantizar de 6 a 8 ppm de oxígeno como mínimo.
- Cerca de malla plástica para colocar la bolsa con el compost.
- Bolsa de malla fina, permeable, para contener el compost.
- Tela de filtro fino para el producto final.
- Recipientes para el almacenamiento del té de compost.

El polvo de roca se incorpora a partir de los requerimientos de los suelos a los cuales está destinado el té de compost, así puede ser: fosforita, magnesita, carbonato de calcio, entre otros.

## **Procedimiento:**

- Colocar en el recipiente de producción la cantidad de solución nutritiva requerida. (melaza, suero de leche, humus líquido, agua de coco).
- Colocar en la malla fina permeable la cantidad de compost requerido para el volumen de agua contenida en el recipiente de producción.
- Colocar la bolsa de compost dentro de la cesta plástica.
- Colocar dentro del compost contenido en la bolsa, el extremo de la conductora de aire de forma tal que el aire se expanda por todo su contenido.
- Colocar la cesta plástica dentro del recipiente con agua, en el centro del área ocupada por esta.
- Conectar el compresor, manteniendo la ventilación forzada durante 24 horas como máximo.
- Al transcurrir este periodo, extraer la cesta, filtrar el líquido y envasarlo. Debe aplicarse en el trascurso de 8 horas posteriores a su producción. Debe mantenerse de ser posible aireado.

Es muy importante tener los análisis de laboratorio del compost, del té que se obtenga, controlar la cantidad de alimentos y la oxigenación que se aplica, así como el rendimiento de la máquina

que se va a utilizar para poder lograr los beneficios que queremos y que el té no pase a estado anaeróbico.

### **Condiciones para un hábitat correcto de los organismos beneficiosos.**

- Los alimentos usados en el compost y en el té de compost deben ser selectivos para los organismos benéficos y no para los organismos nocivos.
- Se necesita la presencia de la cantidad adecuada de organismos en correspondencia al alimento a ser consumido y para la adecuada ocurrencia del proceso.
- Temperaturas entre 65 y 85 F en el té, sales dentro del rango óptimo, nitratos y sulfuros menos de 3 ppm y niveles no tóxicos de ningún tipo de material.
- Concentraciones de oxígeno por encima de 6 ppm. De ser necesario prolongar el periodo de almacenaje hasta su aplicación, deberá garantizarse su oxigenación mediante la ventilación forzada

### **Efectos de las condiciones anaeróbicas en el Té de Compost:**

- Los filamentos fúngicos que construyen la estructura del suelo y retienen nutrientes se pierden o pasan a estados de dormancia.

- Las bacterias aeróbicas que producen micro-agregados pasan a estados de dormancia en condiciones anaeróbicas y por consiguiente la estructura del suelo no se puede mantener.
- Los protozoos, nematodos y los micro artrópodos mueren en condiciones que se tornen anaeróbicas. Por consiguiente el ciclo de nutrientes no ocurrirá adecuadamente.
- Los nutrientes se pierden a través de la volatilización, porque mayor cantidad de nutrientes se convierten en formas gaseosas en condiciones de oxígeno reducido.

### **Condiciones que garantizan la inocuidad del Té de Compost.**

- Mantener condiciones aeróbicas con el propósito de eliminar los patógenos, los cuales son principalmente anaeróbicos facultativos.
- Asegurar la presencia de una vasta diversidad de bacterias y hongos aeróbicos, que compitan con el crecimiento de anaeróbicos facultativos en cualquier condición de la infusión del té.
- Asegurarse de que no queden Bio-membranas anaeróbicas en la infusión del té luego de concluida su elaboración.

## **Importancia del uso agrícola del Té de Compost.**

El uso del compost activamente aireado cuando es aplicado dentro de un régimen de manejo adecuado, retorna la biología apropiada al suelo, se reconstruye la red alimentadora del suelo, lo cual:

- Reduce la dependencia de fertilizantes y pesticidas,
- Mejora el desarrollo de las plantas y reduce las enfermedades.
- Se reduce significativamente el uso de agua.
- Alienta el establecimiento de una buena biología y reduce la toxicidad.
- Aporta las bacterias y los hongos beneficiosos que se necesitan para inmovilizar los nutrientes evitando así su pérdida por lixiviación.
- La biótica que este aporta, compite por alimento con los organismos no benéficos, limitando su desarrollo.
- Mejoran la vida en el suelo y en la superficie foliar de las plantas.
- Propicia el incremento del número de organismos (bacterias, hongos protozoos y nematodos), y la diversidad de especies en las hojas, tallos, flores, superficie de las semillas, así como de los microorganismos del suelo, disminuyendo la incidencia de organismos causantes de plagas.

- Los protozoos, nematodos y micro artrópodos consumen bacterias y hongos y así liberan nutrientes en el lugar, en el momento y dosis que la planta necesita.
- Los organismos causantes de enfermedades no tienen alimento y no pueden desarrollarse, porque los exudados producidos por las plantas son usados por las especies beneficiosas presentes sobre los tejidos de las plantas antes de la llegada de los organismos causantes de enfermedades.
- Los espacios sobre la superficie de las plantas son ocupados físicamente por los organismos beneficiosos. Las plagas no pueden alcanzar la superficie de las plantas y por tanto la enfermedad no ocurre.
- Las plantas toman en el té los nutrientes que necesitan para desarrollar una resistencia más rápida a la infección porque la biología beneficiosa influye en las concentraciones de gases de las hojas, que causan una abertura más rápida y por mayor tiempo de los estomas.
- Los nutrientes son retenidos sobre la superficie de las hojas y pasan con el tiempo a ser disponibles para las plantas, para mejorar la nutrición y salud de las plantas.
- Es mejorada la estructura del suelo y el sistema radicular alcanza una mayor cantidad de oxígeno, para prevenir las

toxinas producidas por el suelo y mejorar la nutrición y la salud.

- Para prevenir la erosión y lixiviación de los nutrientes en los suelos, mediante la unión de las partículas a formas agregadas (grumos).
- Se mejora la retención de agua en el suelo, para reducir su uso en un 50% en dos años en algunos casos.
- Se incrementa la profundidad de las raíces de las plantas, y así posibilitar un mejor acceso a los nutrientes. Se incrementa la descomposición de los materiales vegetales y de las toxinas.
- Es mejorada la calidad nutricional de la producción de las plantas.
- Un buen compost puede contener cerca de 286 ug de N soluble por gramo de peso seco de compost, cerca de 340 ug de N intercambiable y 17000 ug de nitrógeno total extraíble, por gramo de compost.
- Se reduce el daño potencial para los trabajadores por la exposición a químicos.
- Se eliminan los daños medioambientales causados por el uso de agroquímicos, no son aniquilados ni dañados los organismos beneficiosos en el ecosistema.
- Se reducen considerablemente los costos de producción.

- Se mejora el reciclaje de residuos en la finca.

Se necesita un máximo de diversidad de cada uno de los grupos de organismos benéficos en el suelo y sobre las superficies de las plantas. Esto se garantiza con aplicaciones sistemáticas de Té de Compost.

### **Dosis de aplicación.**

El té debe mantenerse oxigenado y aplicarlo antes de las 8 horas de producido. El procedimiento es el siguiente:

- Asperjado en el área foliar de los cultivos. Dilución de 1 parte de té en 4 partes de agua (13 mochilas de 16 l/ha). (50 l/ha)
- Aplicación directa al suelo (50 ml/ m<sup>2</sup>). Dilución 1: 4. (150 l/ha).
- Confeccionar biomasa para cepellón líquido. 1.0 l/1000 posturas, puede combinarse al 50 % con humus líquido. (Se añaden los otros componentes: hongos micorrizógenos, harinas de rocas, trichoderma, rhizobium, humus sólido).
- Fertirrigación en cultivos protegidos y semi protegidos. Dosis 25ml/ m<sup>2</sup>, aplicaciones de 7 a 10 días de plantados los cultivos con posturas de cepellón, se repite la aplicación cada 7 días para cultivos de ciclo corto, (hasta 50 días) y cada 10 días para ciclos largos, (90 a 120 días).

- En el caso de las siembras directas con semillas peletizadas con el té de compost, se realizarán aplicaciones foliares con las dosis planteadas, a los 15 días de germinadas, manteniendo los ciclos antes expuestos.
- En el caso de siembras por esquejes (yuca, boniato, plantas ornamentales, etc.), se deben introducir estos esquejes por su base en la biomasa previo a la siembra, posteriormente se realizaran aplicaciones foliares cada 15 o 20 días según el desarrollo del cultivo.
- En todos los casos, según las características de los suelos, deben realizarse aplicaciones directas a este en la fase final de su preparación para la siembra con las dosis planteadas y con humedad óptima.
- Es muy importante tener en cuenta su mezcla con los abonos orgánicos, pues aportan la biótica que intervendrá en su mineralización, así como su incorporación a la capa arable con equipos que garanticen el mullido sin invertir el prisma.

### 3. VERMICOMPOST (HUMUS DE LOMBRIZ)

(Fertilizante orgánico por excelencia)



*Ilustración 5: Humus de lombriz*

Quienes dedicamos nuestras vidas a la agricultura, tenemos la responsabilidad, no sólo de realizar un uso racional de los suelos, sino y más importante aún, es nuestra misión conservarlos y mejorarlos; para entregar a las futuras generaciones, no una tierra erosionada, infértil e improductiva, dejarles como constancia de nuestros esfuerzos, de nuestra inteligencia y del amor que le profesamos, una TIERRA, más fértil y productiva, mejor preparada para un uso perdurable y sostenible.

Por ser la conservación y el mejoramiento de los suelos esencial e imprescindible para alcanzar los objetivos de este revolucionario sistema de producción agrícola, le brindamos a la fertilización orgánica de los suelos y la nutrición orgánica de los cultivos una

especial atención, sustentada fundamentalmente en el empleo del humus de lombriz, el fertilizante orgánico por excelencia.

### **Características físicas y composición química.**

El humus de lombriz, es el desecho orgánico del proceso de alimentación de la lombriz, en este caso la Roja Californiana (*Eisenia foétida*) quien es capaz de ingerir diariamente el 90% de su peso, excretando el 60% como humus.

Este material orgánico es de color oscuro con olor característico a tierra húmeda, de estructura grumosa con elevada bioestabilidad, lo cual permite su almacenaje por espacios largos de tiempo en lugares sombreados a temperatura ambiente y con humedad próxima al 40%, sin que se altere su composición y sus propiedades.

### **¿Por qué, fertilizante orgánico por excelencia?**

Las propiedades del humus como fertilizante orgánico, están determinadas por elevar la fertilidad de los suelos, beneficiar el desarrollo integral de las plantas, así como aumentar la calidad de los cultivos, por varias vías tales como:

- Incrementar la solubilidad de los nutrientes retenido en los suelos, a partir de la acción enzimática y bacteriana que propicia en estos. Los suelos fertilizados con humus de lombriz, son como promedio, 5 veces más ricos en N, y su poder de asimilación se

incrementa en 2 veces para Ca, 2.5 veces Mg, 7 veces P y 11 veces K.

- Elevar la capacidad de retención de nutrientes en los suelos evitando su lixiviación por sobre humedecimiento.
- Elevar la capacidad de campo de los suelos; (capacidad de retención del agua con los nutrientes disueltos en ella).
- Favorecer el intercambio suelo-planta, al poner a disposición de esta, mayor cantidad de nutrientes presentes en aquel.
- Incorporar al suelo y pone a disposición de las plantas proteínas, vitaminas, fitohormonas y otros elementos humificadores.
- Aportar macro y micronutrientes al suelo, regulando su liberación hacia la solución del suelo.
- Actuar como biorregulador en la absorción de hierro por las plantas, evitando la clorosis férrica.
- Regular la actividad de los nitritos en el suelo, así como su incremento en éstos.
- Actuar como limpiador de los suelos, al absorber y retener compuestos de reducción que se forman en éstos por acciones físicas.
- Mejorar ostensiblemente las características físicas de los suelos, al hacerlos más sueltos y friables.
- Ayudar a la descompactación de los suelos facilitando el desarrollo radicular de las plantas.

- Propiciar el desarrollo y mantenimiento de los microorganismos del suelo.
- Regular la salinidad de los suelos.
- Poder emplearse en suelos con pH ácido, neutro, alcalino o básico, pues siendo el suyo neutro, tiende a equilibrar el de los suelos.
- Actuar directamente en el proceso de adaptación de las plantas al suelo después del trasplante, disminuyendo el “shock” que este proceso origina.
- Elevar la resistencia de las plantas a la sequía.
- Hacer un importante aporte de fitohormonas a los suelos, sobre todo:

**Auxinas:** estimula la floración, la cantidad y tamaño de los frutos.

**Gibelinas:** estimula la germinación de las semillas y el desarrollo floral.

**Citoquininas:** estimula la acumulación de almidones, la formación de tubérculos, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales.

- Actuar positivamente en la textura, coloración y sabor, sobre todo en las hortalizas de hojas (lechuga, acelga, berza, espinaca, etc.)  
Si se tiene en cuenta las propiedades del humus, su empleo nos permite someter a los suelos un régimen de máxima explotación intensiva, sin que se afecten sus propiedades físicas, ni disminuyan su fertilidad.

## Composición del humus.

Los componentes fundamentales del humus aparecen en la tabla siguiente:

Humedad	30-60 %
ph	6.8-7.2 %
N	0-6 %
P	2.0-8.0 %
K	1.0-2.5 %
Calcio	2.0-8.0 %
Magnesio	1.0-2.5 %
Materia orgánica	30-70 %
Carbono orgánico	14-30 %
Ácidos fúlvicos	2.8-5.8 %
Ácidos húmicos-fúlvicos	1.5-3.0 %
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Manganeso	0.006 %

El empleo de materia orgánica de calidad para alimentar a las lombrices (estiércol vacuno, equino, ovino-caprino, cunícola) en óptimo estado, desmenuzado, sin elementos contaminantes, garantiza una mayor eficiencia en la conversión de ésta en humus, elevando los parámetros de calidad de este.

### Contenido de nutrientes de distintos estiércoles:

Origen del estiércol	Materia seca	Nitrógeno	P2O5	K2O	OCa
Equino	33	0.67	0.25	0.55	0.45
Bovino	18	0.60	0.15	0.45	0.20
Gallinaza	45	1.0	0.80	0.40	0.00
Lombricompost.	30 - 50	2.42	3.74	1.10	2.47

El humus incorpora de 3 a 4 veces más elementos al suelo que otros abonos orgánicos, por lo que su aporte a la fertilidad de los suelos es de 4 a 5 veces superior. Debe destacarse también que su aporte a la Biótica de los suelos es de varios billones/g de suelo, mientras que los estiércoles solo aportan varios millones/g de suelo.

### Experiencia de producción en sistema intensivo en Cuba, de humus de lombriz.

En canteros (camas) de bloques de hormigón de 2.0 m de ancho, 16.0 m de largo y 0.60 m de alto, alimentado la masa de lombriz de una densidad de población de 2.0 kg/ m<sup>2</sup>, con estiércol de bovino en óptimo estado y tamizado para eliminar objetos extraños. Se aplican estratos de 10-12 cm de espesor cada 15 a 20 días, manteniendo la humedad del 80% mediante el riego por microjet. Con esta tecnología se logra una **producción de 0.60 m<sup>3</sup>** de humus por cada m<sup>2</sup>, de cantero, entre 80-90 días de producción.

## **Principales Resultados obtenidos en sistemas agroecológicos cubanos.**

Con el uso del humus de lombriz en las dosis adecuadas a las características de los suelos y cultivos en ellos establecido, se logran los resultados siguientes:

- Erradicación del empleo de fertilizantes químicos (disminución de más del 35 % de contaminantes del medio ambiente en general).
- Importante mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- Incremento de la producción en más de 15 %, en hortalizas de hojas, raíces y tubérculos, y en gramíneas, 18 a 20 % en frutales, y 20 % en plátano.
- Elevación de la calidad de las producciones agrícolas.
- Incrementos de 8-12% de los valores económicos de las producciones.
- Producciones ecológicas al combinar la nutrición orgánica con el control biológico de plagas y enfermedades, eliminando por estas vías, el empleo de productos químicos en nuestras producciones.
- Mantener nuestros suelos en constante explotación, sin que por ello se deterioren sus características físicas ni disminuyan su fertilidad.

## **Dosis a emplear en la aplicación de humus a los suelos.**

Las dosis a emplear están en dependencia de las características de los suelos que se pretendan fertilizar y los cultivos a establecer en esos suelos.

En los suelos ferralíticos rojos caracterizados por poseer buen drenaje superficial e interno y poca retención de humedad, materias orgánicas y nutrientes, pues son muy lixiviados, las dosis recomendadas a aplicar:

- **Hortalizas**, dosis de 2 kg/ m<sup>2</sup>, en la fase última de preparación del suelo o las camas o canteros. Teniendo en cuenta las rotaciones de cultivo, se aplicaran hasta 6.0 kg/ m<sup>2</sup>, anualmente.
- **Frutales**, 5 kg por planta cada 6 meses. Se aplica en el ruedo a distancia 1-1.5 m del tronco. En plantaciones de secano, se recomienda las aplicaciones al comienzo de la primavera (abril-mayo) y al comienzo del invierno (septiembre-octubre).
- **Plátano**, 3 a 4 kg de fondo en la posición de siembra. 20.0 t/ha a los 6 meses de establecida la plantación e igual cantidad en la rehabilitación posterior a cada corte.
- **Caña de azúcar**, 20 t/ha, en el momento de plantación y en la rehabilitación posterior a cada corte.

- **Pastos de corte**, 10 t/ha a en el momento de plantación y 5 t/ha en la rehabilitación posterior a cada corte.

**Para suelos de mayor plasticidad**, retención de humedad y nutrientes, las dosis pueden disminuirse entre el 25 y 50 %.

En todos los casos después de aplicar el humus, se remueve la superficie del suelo para incorporarlo a éste, evitando su rápida degradación si queda directamente expuesto a la acción de los agentes del intemperismo.

Resultados muy positivos se han obtenido al realizar aplicaciones de Té de compost unido o posterior a la aplicación de la materia orgánica, pues su elevado contenido biótico acelera el proceso de degradación (mineralización) de esta.

### **Humus líquido.**

Una forma práctica y muy en uso del empleo del humus es el Humus líquido (complejo húmico que contiene ácidos húmicos, fúlvicos y huminas).

La forma más sencilla de obtención: Se coloca 1 parte de humus en 3 parte de agua, batiéndose durante 30 minutos, se deja en reposo de 24 a 48 horas se extrae la solución líquida.

Una tecnología más compleja, que da un producto final (humus líquido) de mayor calidad es mediante la utilización de un sistema de

oxigenación forzada durante 24 horas como mínimo, mediante la inyección de aire lo cual produce a su vez una mayor dilución de los elementos solubles que contiene el vermicompost sólido, a la vez que propicia la multiplicación de los microorganismos que este contiene. En este proceso es factible la incorporación de harinas de roca; (1 kg/100 l), lográndose con ello una mayor concentración de minerales en la solución final.

Si su uso es como fertilizante foliar en hortalizas de hojas, debe colocarse en un recipiente cerrado hermético durante 7-10 días para que, de tener elementos patógenos, se eliminen por las condiciones anaeróbicas a que son sometidos. Si se aplica a cultivos permanentes o directamente al suelo, no requiere del proceso anaeróbico.

Se emplea de forma foliar en dosis de 1 parte del complejo húmico en 8 partes de agua, asperjándose esta solución a razón de 160 ml por m<sup>2</sup> de cultivo, tratando de abarcar toda el área foliar.

También se pueden realizar aplicaciones de fondo al suelo, una vez preparado éste y previo a la siembra, asperjándose en dosis de 200 ml/m<sup>2</sup>, de suelo.

Se ha comprobado su acción fungicida, retrasando la aparición y disminuyendo en más del 60 % la incidencia de enfermedades fungosas causadas por cercospora en el cultivo de la lechuga, así

como de mildiu en el cultivo del pepino, alternaría en tomate y zigatoka en las musáceas.

En ensayos de producción realizados se ha podido comprobar su acción positiva al aplicarse, en sustitución de los fertilizantes tradicionales en cultivos protegidos (tomate y pepino), lográndose resultados similares a los obtenidos con la tecnología convencional.

El humus, fertilizante orgánico por excelencia le garantiza mejorías en el suelo, en los cultivos, elevada calidad y sobre todo, productos agrícolas totalmente sanos y sin residuos de agroquímicos, mejorando y manteniendo los suelos en óptimo estado.

### **Recomendaciones de empleo para especies florales perennes.**

Teniendo en cuenta las características de los suelos donde se planten estas especies, su fertilidad, la retención de humedad y nutrientes, así como el desarrollo vegetativo de las especies en cuestión, debe emplearse el humus sólido en dosis que no rebasen los 2 kg / m<sup>2</sup>, de aplicarse localizado en la posición de siembra de cada planta, (fertilización de fondo, previo a la siembra), deben emplearse como máximo 100 g por planta, lo cual garantiza una adecuada relación nutriente-suelo-planta, esta dosis debe repetirse entre los 50 y 60 días de establecido el cultivo, en dependencia del desarrollo vegetativo que se observe en el mismo, posteriormente las aplicaciones se realizarán

cada 4 meses alternando humus con estiércol vacuno, equino u otra especie herbívora.

En caso de plantaciones con gran déficit nutricional, puede combinarse con una dosis mínima de fertilizantes químicos (fórmula completa, cuya relación N, P, K, sea aproximadamente 1-2-2, aplicando de forma alterna 5 g/planta de la fórmula completa y a los 7 a 10 días, 50 a 60 g/planta de vermicompost, mezclándolos bien con el sustrato en ambos casos y manteniendo una adecuada humedad.

Una vez comenzada la cosecha de flores, deben realizarse aplicaciones foliares de humus líquido con dosis de 1 l de humus líquido en 7 l de agua, (2 l de h. líquido por mochila de 16 l, Debe asperjarse una mochila, (16 l) para 2000 plantas, posterior a la realización de cada cosecha.

Con el objetivo de mantener las condiciones físicas del suelo, a la vez que garantizar mediante fertilización orgánica los nutrientes necesarios para cultivos perennes, debe alternarse la aplicación de humus con aplicaciones de estiércol vacuno cada 4 meses en dosis de 150 g/planta para el estiércol. Estas aplicaciones se realizan por el surco y debe ser precedida de un pase de grilla, o aporque ligero que garantice una mezcla adecuada del estiércol o humus con el suelo a profundidades de 10 a 12 cm, así como de riegos que garanticen la humedad requerida para el cultivo.

## **Otra importancia de la Lombricultura:**

La **harina de lombriz**, que por ser de alto valor proteico, la ausencia de olor y sabor, la hace competitiva con la harina de pescado, tanto en calidad y más aun con el precio. En algunos países como en Filipinas se produce la harina de lombriz para consumo humano.

Todas las condiciones actuales de desarrollo de la humanidad, su tasa de crecimiento y el déficit alimentario proteico, no será lejano el día que la harina de lombriz será una solución para uno de los más grandes problemas de la humanidad: el hambre.

La carne de lombriz contiene, de acuerdo con algunos estudios del 60% al 80% de proteína cruda que le ubica como uno de los alimentos de mayor calidad que se pueda encontrar en la naturaleza. Esta alternativa nos ofrece la oportunidad de producir carne de altísima calidad y a muy bajo costo; rentabilidad y productividad no alcanzada jamás por otra actividad que requiere la obtención de carne.

La posibilidad de transformar en carne de alto valor proteico los desechos orgánicos, que en muchos casos hoy constituyen un problema ecológico, es tal vez uno de los aspectos más fascinantes de la lombricultura. La composición de la harina de lombriz, con más de un 70% de proteínas de alto valor biológico, hace que este anélido aparezca como una de las grandes soluciones a los problemas nutricionales que tiene la humanidad. Si importante es el alto

contenido de proteínas en la carne de lombriz, más lo es aún su cantidad de aminoácidos esenciales.

La alta tasa reproductiva y la rápida velocidad de crecimiento de la lombriz, permite producir toneladas de carne por hectárea a un costo como ninguna otra actividad zootécnica lo logra.

Además del colágeno, se pueden extraer otros productos base para la industria farmacéutica.

A partir del líquido celomático, contenido en el celoma, se ha producido antibióticos de uso humano para combatir entre otras cosas enfermedades como el tifus.

Características como el no sangrar al producirse un corte de su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como así mismo la alta capacidad de regeneración de tejidos, son motivo de investigaciones para aplicar en el ser humano.

#### 4. LA BIÓTICA DE LOS SUELOS.

La biodiversidad del suelo refleja la variedad de organismos vivos, comprendidos los innumerables **microorganismos invisibles** (por ej. bacterias y hongos), la **microfauna** (por ej. protozoarios y nemátodos), la **mesofauna** (por ej. ácaros y tisanuros) y la **macrofauna**, mejor conocida (por ej. lombrices y termitas). Las **raíces de las plantas** también pueden considerarse organismos del suelo debido a su relación simbólica e interacción con los demás elementos del suelo.

Estos diversos organismos interactúan entre sí y con las diversas plantas del ecosistema, formando un complejo sistema de actividad biológica.

La **mesofauna** edáfica se considera los “Microingenieros del Suelo”, porque contribuyen de forma importante en la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas de estos.

La acción de la mesofauna del suelo, es muy importante en las propiedades físicas de este, tales como; porosidad, aireación, infiltración de agua, además, es determinante en la descomposición de la materia orgánica, así como en el reciclaje y aporte de nutrientes

## Complejo microbiano.



*Ilustración 6: Complejo microbiano*

La singularidad de los microorganismos que forman parte de los suelos, su naturaleza a menudo imprevisible, y sus capacidades biosintéticas, los han hecho candidatos potenciales para resolver los problemas particularmente difíciles que se presentan en las ciencias naturales, y en otros campos.

Las diversas maneras en las que se han utilizado los microorganismos durante los últimos 50 años en las ciencias médicas, en la salud humana y animal, en la calidad y seguridad de los alimentos, en la ingeniería genética, la protección ambiental, la biotecnología agrícola, y en tratamientos más eficaces de los desechos agrícolas y

municipales, proporcionan un registro impresionante de sus logros potenciales.

Los microorganismos que forman la biótica de los suelos, solo son eficaces cuando actúan en presencia de las condiciones convenientes y óptimas para metabolizar sus substratos, incluyendo entre éstos el agua disponible, el oxígeno (dependiendo si los microorganismos son aeróbicos o anaeróbicos del tipo facultativos), el ph y la temperatura de su medio ambiente. Por ello es imprescindible el manejo integrado adecuado de los suelos para lograr la mayor eficiencia posible de su biótica (Manejo Agroecológico de Suelos).

El suelo es un elemento vivo y de acuerdo a la concentración de su biótica, así será su fertilidad, pues son su micro y su macroorganismos del suelo los que determinan el grado de descomposición y mineralización de las materias biodegradables que se depositen en él.

La rizósfera es una parte del suelo inmediata a las raíces donde tiene lugar una interacción dinámica con los microorganismos. Las características químicas y biológicas de la rizósfera se manifiestan en una porción de apenas 1 mm de espesor a partir de las raíces.

Está demostrado que en contacto con las raíces y los pelos absorbentes, las poblaciones de microorganismos son muy elevadas. El crecimiento de las plantas está relacionado con la actividad de los seres vivos, así se conoce la influencia de la población microbiana de

la rizósfera en la absorción del fósforo, pero la influencia más importante y conocida es la fijación del nitrógeno atmosférico.

Cerca del 40% del carbono fijado en la fotosíntesis, en la parte aérea de la planta, puede ser excretado a la rizósfera, lo que afecta positivamente a la mayoría de las bacterias que ahí habitan, las cuales se nutren de los exudados de las raíces que emiten las plantas, como azúcares, vitaminas, factores de crecimiento, ácidos orgánicos, glúcidos y mucigel.

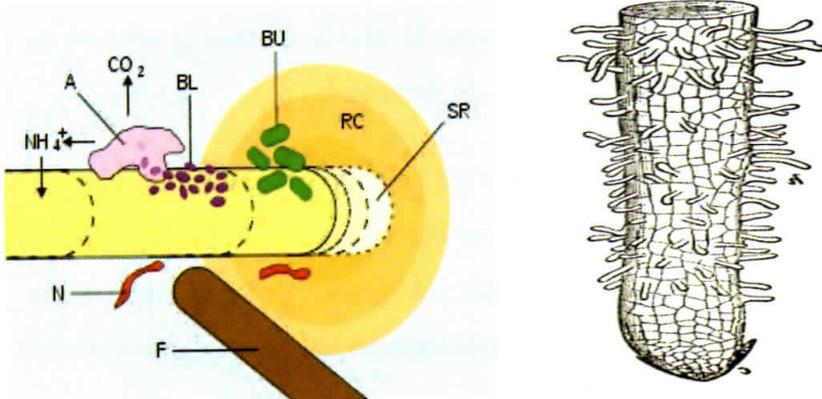


Ilustración 7: Rizósfera

En los suelos interactúan **microorganismos benéficos y dañinos**.

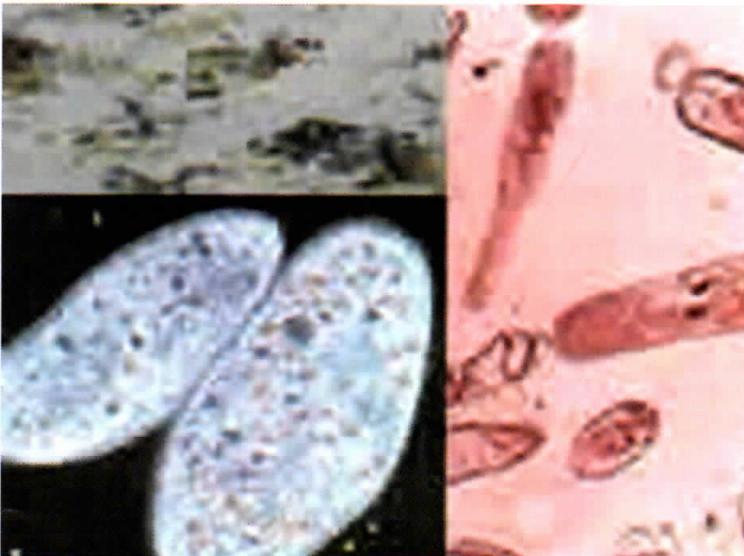
**Los microorganismos benéficos** son aquellos que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, descomponer los residuos orgánicos, degradar los pesticidas, suprimir las enfermedades de las plantas y los patógenos generados en los suelos, reforzar el ciclo de los nutrientes,

y producir compuestos bioactivos como las vitaminas, hormonas y enzimas que estimulan el crecimiento de las plantas.

Los **microorganismos dañinos** son aquellos que podrían inducir enfermedades en las plantas, estimular el crecimiento de los patógenos en los suelos, inmovilizar nutrientes y producir sustancias tóxicas y putrescentes que afecten negativamente el crecimiento y la salud de las plantas.

Estos elementos vivos del suelo, se dividen en dos grandes comunidades de organismos edáficos: **microflora y microfauna**.

### **La microflora del suelo.**



*Ilustración 8: Microflora*

Está formada principalmente por numerosas especies de bacterias y hongos y tiene una acción de gran importancia en los procesos de regeneración de nutrientes, descomposición de sustancias orgánicas, formación y fertilización del suelo. Tienen una tarea importante en la construcción del suelo, por medio de la desintegración de rocas, así como en el desarrollo ulterior de éste, especialmente en la construcción de suelos fértiles.

**La Microfauna del suelo**, con un tamaño de 0.02 a 0.2 mm. Su principal papel es la disgregación de la materia orgánica y la diseminación de la microflora.



*Ilustración 9: Microfauna*

### **Microorganismos Eficientes.**

El concepto de los microorganismos eficientes (EM) fue desarrollado por el profesor Teruo Higa de la Universidad de Ryukyus, en Okinawa. Los EM se componen de culturas mixtas benéficas, que existen en la naturaleza, estos pueden aplicarse como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana en plantas y suelos. Las investigaciones realizadas y resultados prácticos obtenidos en años de experiencias, han demostrado que la inoculación con estos microorganismos al ecosistema constituido por el suelo y las plantas

puede mejorar la calidad y la salud de los suelos, y el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos, ya que contienen especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor cantidad bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos. Todos ellos mutuamente compatibles en medio líquido.

La tecnología de los EM no es un sustituto de otras prácticas, es en cambio, una dimensión agregada para optimizar las mejores prácticas de manejo de suelos y cultivos, el uso de enmiendas orgánicas, el reciclado de los desechos de los cultivos, y el biocontrol de plagas agrícolas. La aplicación consecuente de esta tecnología aumenta significativamente los efectos benéficos de prácticas agroecológicas en el manejo de suelos y cultivos.

### **Hongos Micorrizógenos**

El término micorriza significa literalmente “hongo de la raíz” y hace referencia a que algunos hongos son capaces de desarrollar asociaciones de mutuo beneficio con la mayoría de las plantas. Algunos microorganismos establecen una simbiosis mutualista con otros organismos, mediante la cual el microorganismo ofrece un beneficio a su huésped a cambio de recibir otro.

Los hongos micorrícicos establecen este tipo de simbiosis con las raíces de las plantas formando lo que se conoce como micorriza.

Se reconoce el papel protector de las micorrizas frente a diversos hongos, bacterias y nemátodos del suelo, como: Phytophthora, Fusarium, Pythium, Rhizoctonia, Sclerotinia, Meloidogyne.

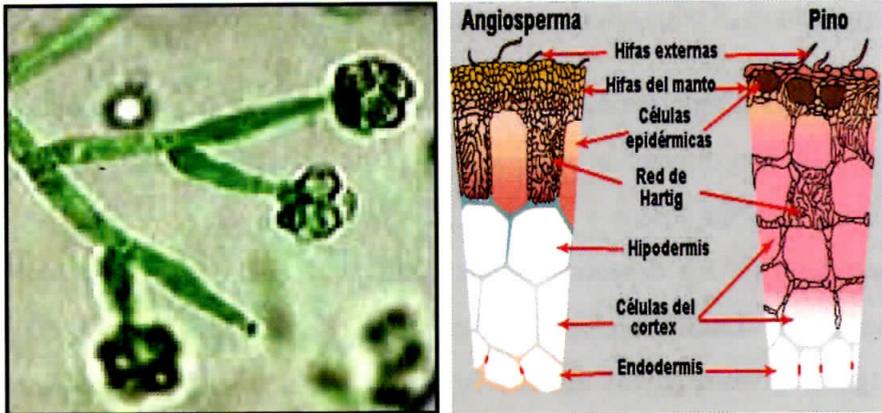


Ilustración 10: Micorrizas

### Principales acciones de los EM en los Suelos son:

- Fijación de nitrógeno.
- Descomposición de desechos orgánicos y residuos biodegradables.
- Supresión de patógenos del suelo.
- Reciclaje e incremento de la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.
- Descomponen sustancias complejas, poniéndolas en condiciones de ser asimiladas por las plantas.
- Propician la solubilización de nutrientes.

- Propician la formación de complejos de metales limitando su acción sobre las plantas.
- Aporte a la resiliencia.
- Degradación de agrotóxicos.
- Producción de antibióticos.
- Producción de polisacáridos, mejorando la agregación de los suelos.

### **Funciones de las Bacterias en los suelos:**

- Ocupan gran parte de la superficie de las hojas o las raíces, y así son más efectivas en el consumo de los recursos alimenticios que de otra manera serían consumidos por los organismos nocivos.
- Ocupan una gran parte de los sitios de infección, que podrían ser ocupados por los organismos causantes de enfermedades.
- Retienen los nutrientes (N, P, S, Ca, Fe, etc.) en su biomasa (dada la relación C:N de las bacterias, ellas no pueden mineralizar el N, estas tienen que inmovilizar N en su biomasa, a excepción de las bacterias nitrificadoras o las amonificantes las cuales usan como electrón aceptador o donante, pero este es un proceso inusual y muy especial que ocurre en condiciones particulares del suelo).
- Descomponen los materiales tóxicos de las plantas y los residuos de las plantas (especialmente los simples, usados

fácilmente como sustrato), y construyen la estructura agregada del suelo.

- Los ladrillos más pequeños de la estructura del suelo son contruidos por las bacterias beneficiosas.
- Construyen los ladrillos que permiten el paso por difusión del oxígeno hacia el suelo y el dióxido de carbono fuera del suelo.
- Existen bacterias que al momento en que se aplique el compost o té al suelo, permanecerán inactivas, hasta que cuenten con las condiciones apropiadas que les permitirán activarse, suprimir sus competidores, retener nutrientes, descomponer residuos y construir la estructura agregada del suelo.

### **Función de los hongos en el suelo**

Debe haber de 2-10  $\mu\text{g}$  de biomasa fúngica activa y, de 5-20  $\mu\text{g}$  de biomasa fúngica total por ml en un buen compost. Un compost de buena calidad, debe contener de 150 a 200  $\mu\text{g}$  de masa fúngica total por gramo.

La masa fúngica contiene tanto fuentes simples de carbono extraíble (azúcares, aminoácidos, proteínas, ácidos orgánicos simples) así como también complejas formas de alimentos fúngicos (complejo de azúcares aminadas, complejo de proteínas, hormonas, sideroforos, carbohidratos complejos, fenoles, taninos y ácidos húmicos). Las fuentes de carbono simples son más fáciles de extraer que las

moléculas complejas, pero los hongos necesitan moléculas complejas como su recurso alimenticio.

Entre las funciones de los hongos están los siguientes:

- Al igual que las bacterias, ciertos hongos compiten en extremo con los organismos causantes de enfermedades.
- Los hongos y las bacterias con frecuencia compiten entre ellos por alimento, espacio, oxígeno, agua, etc., Las plantas generalmente requieren o bacterias dominantes u hongos dominantes en el suelo debido al ciclo de los nutrientes en el control microbiano, y la forma de los nutrientes disponibles.
- Los hongos tienden a ocupar solo 5-20% de la superficie de las hojas, pero parecen ser muy importantes por su competencia con los organismos causantes de enfermedades.
- Los hongos beneficiosos pueden necesitar consumir los exudados que las superficies de las hojas de las plantas, los tallos, las flores, etc., producen por lo que no existe alimento que permita a los organismos causantes de enfermedades germinar y/o desarrollarse sobre la superficie de las hojas.
- Los sitios de infección sobre las hojas pueden necesitar ser ocupados por los hongos benéficos para que los organismos causantes de enfermedades no puedan infectar a la planta.

En el suelo los hongos tienen funciones adicionales más allá de proteger a las superficies de las plantas del desarrollo de organismos no beneficiosos, por la competencia por los nutrientes, por espacio y por la ocupación de los sitios de infección. Estas funciones adicionales incluyen:

- Retención de nutrientes (N, P, S, Ca, Fe) en la biomasa fúngica.
- Retención de nutrientes en la biomasa fúngica. Los hongos son los que más retienen el Ca, al menos en los suelos que se han analizado.
- Descomposición de materiales tóxicos de las plantas y residuos de plantas (especialmente los más recalcitrantes, más difíciles de usarlos como sustratos).
- Construir la estructura agregada del suelo. Los agregados visibles que son vistos en el suelo están contruidos por uniones de “ladrillos” hechos por las bacterias, la materia orgánica, pelos radiculares, bolas fecales proporcionadas por artrópodos del suelo, etc. Sin los hongos, la formación de agregados visibles no ocurriría con frecuencia y más allá, el desarrollo de la estructura del suelo no ocurriría.
- Forman los corredores y los pasadizos entre los agregados, los cuales permiten la aireación del suelo; difusión del oxígeno hacia el suelo y la difusión del dióxido de carbono fuera del suelo.

- Mejorar la capacidad de retención del agua, debido a la mejora de la estructura del suelo.

### **Elementos mejoradores de los Suelos Agrícolas (Manejo Agroecológico de Suelos)**

- Sistema de preparación de suelos.
- Sistema de protección anti erosivo.
- Métodos de cultivos.
- Materia Orgánica.
- Cultivos de cobertura.
- Arropes.
- Abonos verdes.
- Rotación de cultivos.

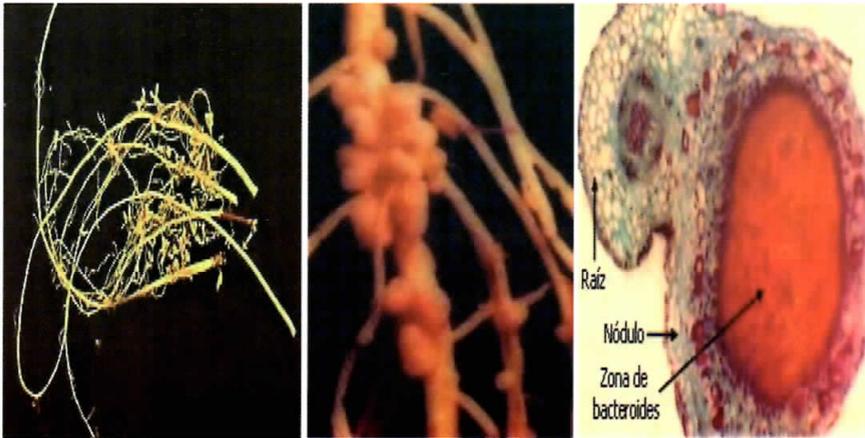
La interacción de estos elementos es muy importante como mejoradores de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Existe una relación directa entre la cobertura de los suelos y la proliferación de la mesofauna edáfica, lo cual es esencial para mantener el ecosistema. Suelos descubiertos = suelos degradados.

## **Importancia de las rotaciones de cultivos y los abonos verdes en la vida microbiana de los suelos y de las plantas.**

El nitrógeno de la atmósfera se encuentra en estado libre y no puede ser asimilado por las plantas superiores. Ciertos microorganismos del suelo tienen la facultad de tomar este elemento del aire y utilizarlo en la formación de sus células; esto constituye una fijación del nitrógeno, ya que es incorporado al suelo de donde será tomado por las plantas. La fijación se realiza por interacciones entre especies de la familia Leguminosas y microorganismos del suelo de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, con formación de nódulos en las raíces de las plantas. La asociación es simbiótica ya que la planta aporta a los microorganismos carbohidratos y, el conjunto fija nitrógeno atmosférico utilizado por ambos.

La inclusión de leguminosas en los sistemas agrícolas ecológicos, junto a otras técnicas agronómicas, supone conseguir la independencia del suministro de nitrógeno químico. Cuando la nodulación es eficaz, las leguminosas aumentan el contenido de nitrógeno edáfico al enterrarse los restos de las plantas. Esto es más claro para las leguminosas forrajeras que para las de grano, ya que parte del nitrógeno se exporta en la cosecha. Una población microbiana activa suele ser un buen indicador de la fertilidad del suelo.



*Ilustración 11: Nódulos bacterianos*

### **Función de la cobertura vegetal:**

- Sirve de refugio y alimento para invertebrados, incrementando su densidad y diversidad.
- Propicia una rápida y eficiente descomposición vegetal, así como el reciclaje de los nutrientes y la síntesis y mineralización de la materia orgánica, por la acción de las comunidades de la mesofauna edáfica.
- Constituye la principal fuente de circulación de la M.O. energía y nutrientes entre las plantas y el suelo.
- Participa diariamente en la regulación de las fluctuaciones hidrotérmicas de la superficie del suelo.
- Tiene un importante papel en como mejoradora de las propiedades físico, químicas y biológicas del suelo.
- Es esencial su acción hidrológica y anti erosiva de los suelos.

## ¿Qué sucede en los suelos desprovistos de cubierta vegetal?

- Elevación de la temperatura debido a la exposición directa al intemperismo.
- Disminuye la humedad edáfica.
- Son afectados por la erosión eólica.
- Son afectados por la erosión superficial por escorrentías.
- Son afectados por la erosión laminar debido al impacto de la lluvia.
- Disminuye considerablemente la biótica de los suelos.
- Aumento de la compactación.
- Disminución de la capacidad de campo (retención de humedad)

Todo ello afecta las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y con ello el desarrollo de su mesofauna edáfica, por lo que se afecta su fertilidad y su potencial de rendimientos agrícolas.

### **Estudio de caso:**

Composición trófica de la mesofauna edáfica en suelos cultivados con gramíneas (Caña de azúcar) y pastos. Fueron evaluados tres grupos importantes de la mesofauna:

1. Los Detritívoros o descomponedores: Oribátidos y Colémbolos.
2. Micófagos: Astigmados.
3. Depredadores: Gamásinos.

### **Resultados:**

- En las hojarascas, predominan los detritívoros.
- En la acumulación de residuos de cosechas predominan los micro- artrópodos saprófagos y micófagos: (astigmados), debido a la proliferación de colonias de hongos.
- Los depredadores (gamásinos), dependen de la concentración de sus presas, huevos y estados inmaduros de Oribátidos y Colémbolos.

### **Estudio de caso:**

Determinación del potencial biótico de suelos sometidos a distintos grados de manejo y de agroquímicos y su relación con la mineralización de la materia orgánica.

Evaluación del % de descomposición de la materia orgánica en suelos sometidos a diferentes condiciones de cultivos.

## **Suelos Loan arenosos.**

### **Experimento No 1:**

- Cultivos: Tabaco, con elevadas dosis de Agroquímicos.

### **Experimento No 2:**

- Pastoreo intensivo. Laboreo mínimo (4 años). Sin aplicaciones de Agroquímicos.

### **Experimento No 3:**

- Bosque de Latifolias. Sin alteraciones por laboreos ni agroquímicos.

Se realizaron excavaciones de 30 x 30 cm a profundidades de 15, 25 y 35 cm.

Se colocó en el fondo de cada excavación 1 kg de biomasa compuesta a partes iguales por hojarasca de coníferas, bagazo de caña y restos de cosecha de leguminosas, triturada.

Se cubrió con el mismo suelo de la excavación.

Se realizaron 6 evaluaciones para determinar el % de descomposición de la biomasa, con periodicidad bimestral.

## Resultados:

Evaluaciones: 60, 120, 180, 240, 300, 360 días						
% Descomposición de M. Orgánica Experimento No.	1	2	3	4	5	6
1	2.12	5.32	9.47	13.48	17.86	24.38
2	8.36	18.15	28.83	39.57	50.26	63.27
3	18.43	28.36	42.85	63.84	82.19	98.24

Corroboran estos resultados que en el caso de los suelos con altos índices de agroquímicos, su actividad biótica está muy deprimida por lo que es sumamente baja la degradación (mineralización) de la materia orgánica. Se incrementa esta actividad biótica en suelos con poca actividad en su preparación y cultivos permanentes, siendo muy elevada esta actividad en los suelos en estado natural.

Teniendo en cuenta que la materia orgánica es el almacén para la energía y los nutrientes que usan las plantas y otros organismos y que las bacterias, hongos y demás habitantes del suelo la transforman (biomineralización), convirtiéndola en nutrimentos disponibles para las plantas, se puede afirmar categóricamente que la concentración y composición biótica de los suelos es esencial en su fertilidad y por tanto en el desarrollo de los cultivos establecidos en ellos

La naturaleza nos entregó suelos fértiles donde se cumple el ciclo natural de su formación y de la nutrición vegetal, con nuestras acciones incontroladas hemos roto ese ciclo natural y hoy, para lograr restituir esa fertilidad tan necesaria a nuestros suelos agrícolas debemos tener en cuenta los cuatro principios básicos que se cumplen con el Manejo Agroecológico de los Suelos Agrícolas:

- Métodos adecuados de preparación de suelos: laboreo mínimo. No inversión del prisma. Cobertura permanente de los suelos.
- Restitución de los minerales deficitarios en los suelos debido a las pérdidas por lixiviación y extracción de los cultivos.
- Aporte de materia orgánica convenientemente composteada, en cantidades adecuadas según el tipo de suelos y los cultivos en ellos establecidos.
- Aporte de EM que garanticen una adecuada concentración de la biótica en los suelos, para que se desarrollen por esta vía los procesos de mineralización de la materia orgánica presente en ellos.

## 5. RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN Y USO AGRÍCOLA DE LOS HONGOS MICORRIZÓGENOS ARBUSCULARES (HMA) (Género *Glomus*. Cepa Producida en la UBPC. “Organopónicos Vivero Alamar” (La Habana Cuba)

### Micorrizas.

Son cientos de hongos presentes en el suelo, que establecen asociaciones mutualistas entre las raíces de aproximadamente el 95 % del as especies vegetales conocidas. En esta asociación el hongo coloniza las raíces de las plantas y le proporciona nutrientes, minerales, y agua, que extrae del suelo, por medio de su red externa de hifas. A su vez la planta le suministra al hongo sustratos energéticos y carbohidratos que elabora mediante el proceso de fotosíntesis. Se encuentran ampliamente distribuidas, en todos los escenarios geográficos y en la mayoría de los cultivos tropicales y subtropicales de interés.

Las micorrizas son dos tipos: las **ectomicorrizas** y las **endomicorrizas**, según se desarrollen fuera o dentro de las raíces.

Actúan en calidad de órganos nutritivos y forman que constituyen órganos vesículas como órganos de reserva.

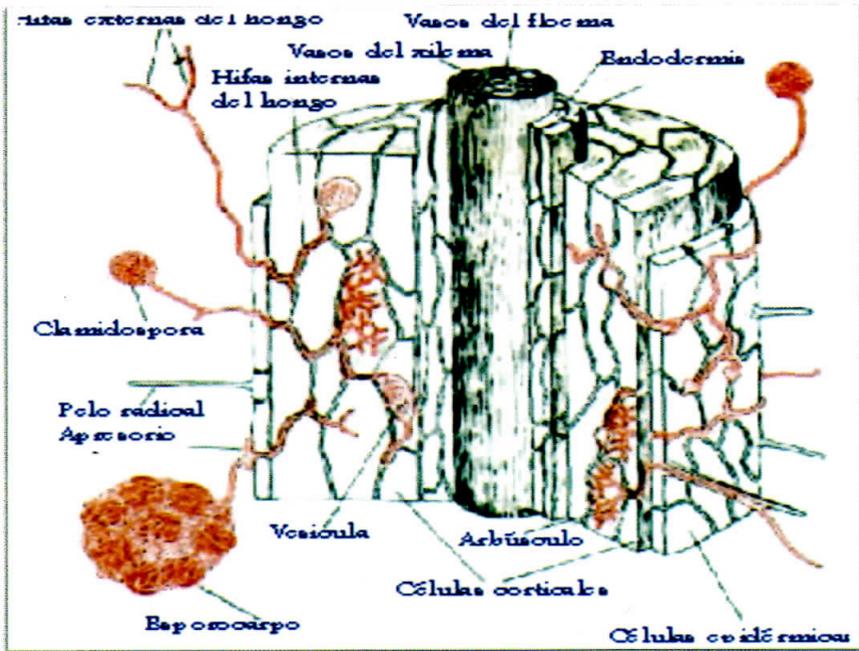


Ilustración 12: Hongo micorrizógeno

### Beneficios de la acción micorrizógenas.

Aumenta hasta en 20 veces el área de exploración del suelo por el sistema radical de las plantas (micro raicillas o pelos absorbentes), pueden asimilar la solución del suelo hasta 2 cm de su periferia, si están **micorrizadas**, pueden acceder a este complejo de nutrientes hasta más 40 cm en su periferia, ello posibilita:

- Una mejor asimilación de los nutrientes por las plantas.
- Captación de aquellos elementos nutrimentales de lenta difusión en el suelo (P, Cu, Bo y Zn).
- Favorece la fijación de Nitrógeno en las leguminosas.

- Una mejor tolerancia de las plantas frente a muchos factores de stress, por ejemplo: sequía, valores desfavorables de pH, alto contenido de sales, exceso de viento.
- Mayor resistencia de las plantas frente a organismos patógenos, al activar los mecanismos de defensa de las plantas (lignina, fenoles, fitoalexinas.)
- Disminución de las afectaciones fungosas de los sistemas radicales de las plantas, al ocupar los espacios invasivos por los patógenos.
- Favorece la agregación en los suelos evitando la erosión.
- Captan los elementos de lenta difusión en el suelo, poniéndolos a disposición de las plantas (Ca, Br, Zn)
- Favorecen la fijación de nitrógeno en las leguminosas.
- Propician una mejor asimilación del nitrógeno por las plantas.
- Proporcionan mayor resistencia y tolerancia de las plantas a factores estresantes: sequía, ph desfavorable, elevada salinidad de los suelos.
- Facilita el incremento de la resistencia natural de las plantas frente a los patógenos.
- Crea condiciones en los suelos que elevan su resistencia a los agentes erosivos por una mayor formación de agregados.
- Tienen acción nematicida, porque cambian la acción quimostática de los nemátodos hacia la raíz.

- Activa los mecanismos de defensa de las plantas (lignina, fenoles, fito- aloxinas)
- Establece una competencia por las áreas de infección de las raíces.
- Tienen una interrelación positiva entre los elementos de la microbiótica de los suelos: bacterias promotoras del crecimiento vegetal, bacterias fijadores del nitrógeno, actinomicetos, hongos saprofiticos.

### **Métodos prácticos de producción:**

En contenedores (canteros, camas), de 20 cm de profundidad como mínimo, con guarderas sólidas, se coloca una arcilla plástica (motmorillonita), previamente desinfectada, se procede a la siembra de una especie de gramínea; (Braquiaria decumber, pasto estrella, sorgo, etc.) que puede haberse inoculado previamente con el hongo, o inocular este en el momento de la siembra, garantizar el riego requerido.

De 70 a 90 días se corta toda la masa verde a ras de suelo, se extrae toda la biomasa, (suelo con raíces), se pone a secar en umbráculo, se molina y se realiza el conteo de esporas, debe tener más de 20 esporas/g de suelo.



*Ilustración 13: Producción de micorrizas*

### **Diferentes modos de aplicación.**

Se ha comprobado la elevada eficiencia de estos hongos micorrizógenos al emplear las dosis y vías de aplicación siguientes:

- Aplicaciones directas al suelo, previo a la siembra o plantación: de 10 a 15 g/m<sup>2</sup> para canteros de hortalizas. Puede aplicarse la misma dosis a chorrillo en los surcos para distancias de siembra de 10 a 15 cm entre plantas.



*Ilustración 14: Aplicaciones directas al suelo en hileras ao a voleo.*

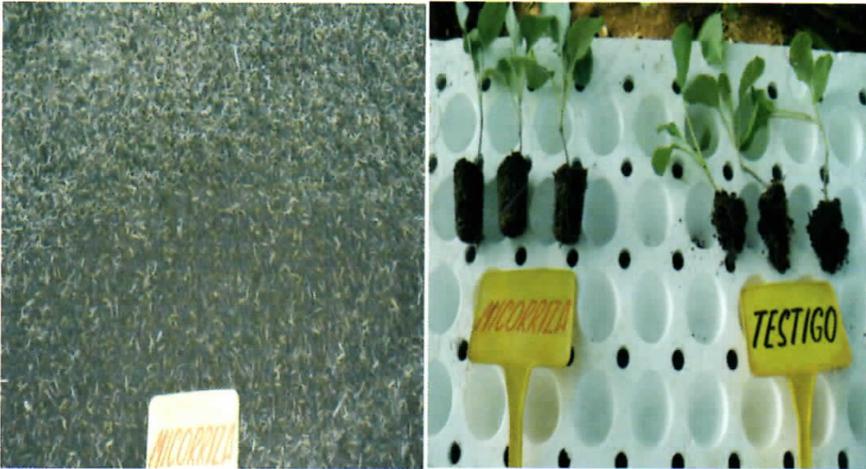
### **Semilleros tradicionales:**

- Aplicar en la fase final de la preparación de los canteros del semillero el HMA a voleo, dosis de  $50.0 \text{ g/ m}^2$ , incorporándolo en el prisma del suelo hasta 10 cm de profundidad.



*Ilustración 15: Uso directo en semilleros tradicionales.*

- Mezclados con los sustratos para la producción de posturas de cepellón: (5.0 a 10 kg/m<sup>3</sup>), en dependencia de los componentes del sustrato.



*Ilustración 16: Mezclado con sustratos*

- Mezclado con los abonos orgánicos (humus y compost): 5 a 10 kg/t.



*Ilustración 17: Adicionado a los abonos orgánicos*

- Formando parte de la biomasa activa.
- Para peletizar 10 kg semillas se requieren: humus sólido 100 g, trichoderma 50 g, rhizobium (para semillas de leguminosas) 50 g, harinas de rocas 50 gr, humus líquido 300 ml, té de compost 50 ml, adherente cristal de sábila o nopal.



*Ilustración 18: Componente para las semillas peletizadas.*

- Para tratar el sistema radical de las posturas a raíz desnuda, se conforma una biomasa (cepellón líquido), añadiéndole 500 g de hongos micorrizógenos/1000 posturas.



*Ilustración 19: Tratamiento al sistema radicular de las plantas durante el transplante.*

- Sustratos para la producción de posturas de plantas ornamentales, frutales y forestales:  $5.0 \text{ kg/m}^3$



*Ilustración 20: Mezcla con los sustratos*

- Mezclado con abonos verdes:  $3.0 \text{ kg/m}^3$ .



*Ilustración 21: Mezcla con abonos verdes*

## **Requerimientos para su aplicación:**

Por ser un microorganismo, requiere condiciones de humedad apropiadas en los suelos y su incorporación a estos para evitar la radiación directa del sol.

Se recomienda mezclarlo con el suelo, inmediatamente después de aplicarlo con labores de cultivo o mediante el proceso de siembra o plantación y, regar posterior a su aplicación.

## **Principales resultados obtenidos en suelos ferralíticos rojos.**

### **Cultivos hortícolas:**

- Mayor desarrollo vegetativo y radical de las posturas de cepellón.
- Disminución entre 3 y 7 días de la fase previa a la siembra.
- Incremento del desarrollo general de las plantaciones.
- Incremento de los rendimientos de la masa verde hasta el 25 %, en cultivos de pastos y forrajes.
- Se adelanta la floración entre 5 y 10 días.
- Mayor número de flores y frutos por planta en cultivos de tomate, pepino, pimiento y berenjena.
- Incremento de los rendimientos por área entre el 8 y 12 % en crucíferas, 14 a 20 % en hortalizas de hojas, 12 a 16 % en raíces y tubérculos, 18 a 28 % en tomates, pepinos, pimientos, berenjenas, 22 % en hierba buena.
- Disminuye el ciclo agrícola de los cultivos hasta en 15 días.

- Disminución de la incidencia de plagas entre el 20 y 50 %.
- Posibilidades de disminuir los riegos hasta el 20 %, sin estrés hídrico.

## **6. LA REMINERALIZACIÓN DE LOS SUELOS. SU IMPORTANCIA AGRONÓMICA.**

El suelo es de hecho, una mezcla de minerales disueltos de la roca originaria, con la biomasa que generan los restos de vegetales, animales, raíces de las plantas, etc., donde habitan e interactúan una amplia gama de microorganismos que son los responsables de la degradación (mineralización) de la materia orgánica, transformando sus componentes en nutrientes para las plantas.

Para que todos los integrantes del Reino Animal, que nos alimentamos de vegetales, podamos recibir de estos los nutrimentos minerales requeridos, es necesario que los suelos donde se cultiven, posean la composición mineral necesaria. Aún en estado natural, los suelos tienden a ser deficitarios de ciertos minerales, así pues, los cultivados, cuando no se tiene un manejo adecuado que garantice la reposición de los que son extraídos por los cultivos y los que pierde el suelo por lixiviación y efectos del intemperismo, tienden a ser más deficitarios aún de una amplia gama de minerales, lo cual origina afectaciones por su déficit de los cultivos que en ellos se establecen y por tanto, no propicien un adecuada nutrición para quienes pretendemos alimentarnos con ellos.

Los minerales son esenciales para la vida animal y vegetal, el ser humano no los sintetiza, debe tomarlos de los alimentos con que se

nutre o por otras vías como son los medicamentos. Ej.: El vanadio y selenio descontaminan el organismo de metales pesados; el cromo esencial en la prevención de la diabetes y el hierro es vital para la vida, formando parte del fluido sanguíneo.

Por estos motivos, es tan importante la reposición de los componentes que se extraen del suelo, ya sean minerales u orgánicos. En el caso de los minerales, existe un método para incrementar su presencia en los suelos; aportándoselos en forma de harina de roca.



*Ilustración 22. Portadores de harina de roca.*

Las **harinas de rocas integrales** se obtienen a partir del molinado de rocas: fosforitas, apatitas, granitos, basaltos, micacitas, serpentinos, zeolitas, marmolinas, bauxitas, etc. Estas fueron las bases de los primeros fertilizantes usados en la agricultura, y representan a los



*Ilustración 23: Aplicación directa en canteros para cultivos Hortícolas: Dosis; 150 gr/m<sup>2</sup>*

### **Beneficios de la remineralización de suelos agrícolas:**

- Aporte gradual de macro y micro nutrientes esenciales para la nutrición mineral de cultivos.
- Aumento de la disponibilidad de dichos nutrientes en los suelos cultivados.
- Reequilibrio del ph del suelo.
- Aumento de la actividad de macro y microorganismos y de la flora edáfica en los suelos.
- Aumento de la cantidad y calidad de la materia orgánica presente en los suelos.
- Incremento de las reservas nutricionales de los suelos (fertilidad).

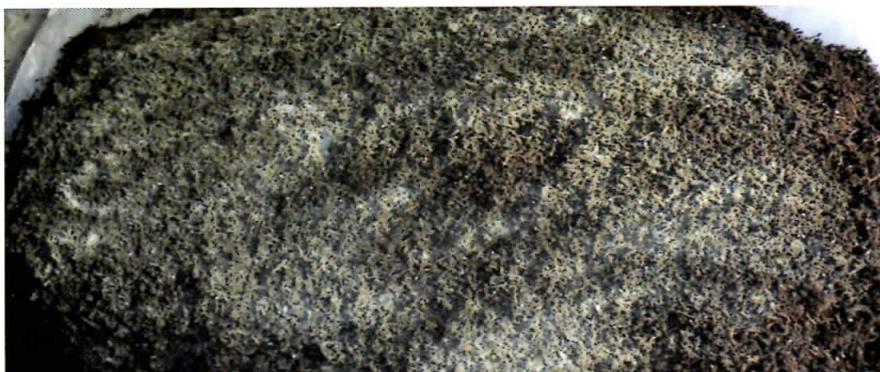
- Control de erosión del suelo a partir del mejor desarrollo de las plantas cultivadas y del aumento de la materia orgánica del suelo.
- Incremento de la capacidad de absorción de nitrógeno atmosférico.
- Incremento del desarrollo vegetativo y radical de las plantas cultivadas.
- Aumento de los potenciales de resistencia de las plantas a ataques de plagas y otras condiciones estresantes.
- Aumento de la calidad de los frutos botánicos y agrícolas.
- Aumento de los componentes minerales de los cultivos agrícolas, esenciales para la salud humana.
- Incremento de los rendimientos/área.

### **Forma de remineralizar los sustratos para posturas de cepellón:**

Mezclada con los sustratos para la producción de posturas de cepellón.

Composición del Sustrato:

Humus de lombriz	_____	50%
Compost	_____	25%
Cascarilla de arroz.	_____	25%
Hongos micorrizógenos	_____	5.3 kg /m <sup>3</sup>
Trichoderma	_____	30 ml/bandeja.
Harina de rocas	_____	25.0 kg/ton



*Ilustración 24: H. de roca mezcla con los sustratos. Uso producción de posturas de cepellón*

### **Sustratos para posturas de Cepellón:**

Resultados obtenidos en acelga Var. Pak Choice, sembrada en sustrato con 2.5 % de harina de roca. Nótese la diferencia entre la variante y el Testigo a los 20 días de sembradas.



*Ilustración 25: Comparación del desarrollo de plántulas tratadas con harina de roca*

Directamente esparcidas en las vaquerías estabuladas, a razón de 3 kg/animal, se realiza la recogida de estiércol cada 5 días, se debe mantener en periodo de adecuación como mínimo 30 días, antes de aplicarlo directamente al suelo en dosis de 2 kg/ m<sup>2</sup>, para cultivos hortícolas intensivos.

Este método permite una rápida mineralización del estiércol, al solubilizarse los minerales presentes en la harina de roca por acción microbiana y de los ácidos orgánicos que este contiene.



*Ilustración 26: Uso de la harina de roca en pisos de vaquería.*

Aplicaciones directas a los suelos en el proceso de preparación de los canteros, (50 a 100 g/ m<sup>2</sup>). Es muy importante mezclarla hasta una profundidad entre 10 y 20 cm para propiciar el proceso químico y biológico de la solubilización de los minerales que la componen, así

como posibilitar su interacción con la estructura del suelo en su capa superficial donde mejorará sus propiedades físicas y químicas.

Por lo general las harinas de roca tienen ph básico, por lo que tienden a equilibrarlo en los suelo con tendencia a acidificarse.



*Ilustración 27: aplicación de harina de roca en cultivos protegidos y plantabandas.*

Mineralizando los abonos orgánicos (humus de lombriz, compost, estiércoles, etc.), mediante su mezcla a razón de 150.0 kg/ton, facilita su aplicación directa a los suelos, elevándose su acción en estos por los efectos de los ácidos orgánicos y la flora y fauna edáfica que poseen los abonos orgánicos, quienes al interactuar con los minerales de la harina de roca, aceleran su solubilización, haciendo más efectiva la remineralización de los suelos agrícolas.



*Ilustración 28. Sustrato remineralizado con harina de roca.*

En todos los casos debe mediar un periodo de adecuación a partir de la mezcla y la aplicación al suelo, no menor de 15 días, en el caso del estiércol vacuno cuando se mezcla en el piso de las vaquerías, requiere de 30 días como mínimo de adecuación.

### **Resultados obtenidos.**

#### **Aplicaciones directas a los suelos:**

Cultivo: Leguminosas

Variedad: Frijol Chino (Vignas).

Harina de roca industrial, (polvo de piedra, serpentina). Dosis: 300 g/m<sup>2</sup>, aplicados directamente al surco a los 10 días de germinados, incorporados mediante un ligero aporque.



*Ilustración 29: Incremento del desarrollo vegetativo del frijol chino, al suministrar harina de roca*

- Incrementos en el desarrollo vegetativo entre las plantas tratadas en los dos surcos centrales y las no tratadas en los surcos laterales. (18.34 % de longitud)
- Incremento en el promedio de vainas/plantas (4.32%).
- Incremento de los rendimientos: (14.36 %)

**Estos resultados están dados por:**

- Los microelementos minerales que le aporta la harina de roca a los suelos.
- La regulación de ph, que en estos suelos se manifiesta ligeramente ácido (5.8 – 6.2), se puede lograr por la harina de roca, las que por su alcalinidad, permite disminuir la acidez hasta parámetros entre 6.8 – 7.2.
- Incremento de la fijación de N atmosférico, debido al aumento de un 14.17 % las nodulaciones en el sistema radical.

## Cultivos: Lechuga Variedad BSS.

Harina de roca industrial. (Polvo de piedra, serpentina)

Dosis: 300 g/ m<sup>2</sup>, aplicados directamente al suelo en el proceso de preparación de los canteros.

Comparando los resultados del área de la variable (44 m<sup>2</sup>) y del testigo (88 m<sup>2</sup>), se observaron los siguientes resultados:



*Ilustración 30: Cultivo protegido de lechuga, fertilizada con harina de roca.*

- Mayor desarrollo vegetativo y radical (15.73 % y 10.14 % respectivamente).
- Mayor calidad, determinada por el color, grosor de las hojas, textura y sabor.
- Disminución del ciclo agrícola en 5 días.
- Incremento de los rendimientos en un 14.32 %

## **Cultivo: acelga variedad Pak choice.**

Harina de roca industrial. (Polvo de piedra, serpentina)

Dosis: 300 g/ m<sup>2</sup>, aplicados directamente al suelo en el proceso de preparación de los canteros.

Área de la variable: 32 m<sup>2</sup>

Área del testigo 64 m<sup>2</sup>.



*Ilustración 31: Cultivo de acelga, fertilizada con harina de roca.*

### **Resultados:**

- Mayor desarrollo vegetativo y radical (11.43 % y 9.64 % respectivamente).
- Mayor calidad, determinada por el color, grosor de las hojas, textura y sabor.
- Disminución del ciclo agrícola en 5 días.
- Incremento de los rendimientos en un 11.82 %.

## Conclusiones:

- En el proceso de remineralización de los suelos agrícolas, las dosis de harina de roca deben estar en relación directa con las características de los suelos, el déficit que puedan presentar y el nivel de fertilidad expresado en sus potenciales productivos, así como por el requerimiento por los cultivos. Una dosis media efectiva puede ser entre 100 y 150 g/ m<sup>2</sup> para cultivos de ciclo corto y marco de plantación estrecho, (cultivos hortícolas en canteros). En el caso de los frutales, se recomienda remineralizar los abonos orgánicos añadiéndole entre 5 y 10 % de harinas de roca y aplicando las dosis requeridas por la plantación.
- La remineralización de los suelos agrícolas es un proceso sencillo, de bajo costo y de elevada eficiencia agronómica. Sus resultados son sumamente satisfactorios pues garantizan, junto a la materia orgánica, la recuperación y preservación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, de su fertilidad y de sus potenciales productivos.
- La elevación de la calidad de las producciones agrícolas y sobre todo del contenido de minerales, son resultados directos de la remineralización de los suelos agrícolas.
- La remineralización de los suelos es vital para la salud humana, porque mediante los alimentos se adquieren los minerales requeridos por los humanos.

Por todas estas razones, esta práctica agronómica en el Manejo Agroecológico de los Suelos, debe ser incluida entre las acciones priorizadas por todos los agricultores orgánicos.

## **7. LOS SUELOS AGRÍCOLAS. IMPORTANCIA DEL ADECUADO MANEJO DE SU PREPARACIÓN.**

Los sistemas convencionales de manejo de suelos, altamente mecanizados, realizan la preparación de los suelos mediante maquinarias de elevado peso que tienden a su compactación, emplean equipos e implementos de disco o vertedera que invierten el prisma y gradas de elevado peso que pulverizan la superficie del suelo, destruyendo su estructura, afectando en elevado grado su biótica, propiciando la erosión de sus contenidos de materia orgánica. El uso continuo de esta tecnología crea a profundidades de 30 a 40 cm un piso de arado, prisma compacto, que no permite la infiltración del agua y en muchas ocasiones impide el desarrollo de los sistemas radicales de los cultivos. Todo ello impacta de forma negativa en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, disminuyendo su fertilidad y sus potenciales productivos, ello se suple con elevadas cargas de agroquímicos, que también impactan de forma negativa en los suelos agrícolas.

Los suelos agrícolas tienen una amplia variabilidad y según sus características deben definirse las acciones de su manejo integral, sistema de conservación y mejoramiento, métodos de preparación de suelos, manejo orgánico de su fertilidad, estrategia varietal y atenciones culturales.

## Principios a tener en cuenta para la selección y manejo de los suelos agrícolas.

- Topografía: se recomienda hasta el 2 % de pendiente.
- Propiedades físicas: textura y estructura, profundidad.
- Propiedades químicas: pH, salinidad, intercambio catiónico. Posibles contaminaciones con agroquímicos y/o metales pesados.
- Propiedades biológicas: contenido de materia orgánica, composición biótica (mesofauna edáfica)
- Vegetación natural, su estado y su biodiversidad.
- Posibles agentes causantes de plagas y sus enemigos naturales.
- Suelos ferralíticos rojos, obsérvese su perfil profundo y homogéneo



*Ilustración 32: Perfil profundo de suelo ferralítico rojo.*

## **Acciones degradantes en el manejo de los suelos:**

- La quema de los restos de cosechas o desbroce de vegetación natural, destruyen la biótica de los suelos, su contenido de materia orgánica y gran parte de los minerales que estos posean. Facilita la acción de agentes del intemperismo lo cual provoca, erosión eólica y laminar, compactación, lixiviación de nutrientes, infertilidad.
  - Exceso de labores de preparación, con implementos que afectan todas sus propiedades naturales.
- **Arados de disco o vertedera** que invierten el prisma de suelo, colocando a profundidades de 30 cm o más, la capa superficial del suelo (10 cm), donde interactúan el mayor porcentaje de microorganismos aeróbicos del suelo.
- **Gradas de discos**, con sus pases reiterados, tienden a romper la estructura grumosa del suelo, elevando su degradación por erosión y afectando su estructura, fertilidad y rendimientos agrícolas.
- Excesiva mecanización, acrecienta el ciclo de degradación de los suelos agrícolas, destruyendo su textura, pulverizando los suelos, propiciando su compactación y la pérdida de sus capacidades de retención de agua y nutrientes.
  - Inadecuados métodos de manejo, arar y surcar a favor de la pendiente.

- No aplicar métodos de conservación de suelos que eviten su degradación por erosión.
- Establecimiento de inadecuados cultivos, según la topografía del terreno y los tipos de suelos. Pueden originar grandes afectaciones por erosión.
- Los suelos desnudos, sin cobertura natural o de cultivo, quedan expuestos a las acciones degradantes de los agentes del intemperismo.
- El Manejo inadecuado de los agroquímicos degradan la biótica de los suelos, afectan sus propiedades naturales, disminuyendo su potencial productivo.

### **Preparación de suelo:**

- Todas las acciones de preparación de los suelos deben realizarse sin la inversión del prisma, por lo que los implementos como son los arados de disco y vertederas, las gradas de disco, no son recomendables para estas labores.
- Las labores de preparación de suelo, dependen de las características particulares de este y su destino agrícola. Debe tenerse como principio el laboreo mínimo indispensable.
- Para cultivos intensivos de ciclo corto y medio como es el caso de las hortalizas, la preparación debe garantizar una adecuada

porosidad que permita la aireación y el drenaje interno adecuado para el normal desarrollo del Sistema radical de los cultivos.

- La preparación de los suelos debe realizarse en todos los casos con el menor laboreo posible y con medios de preparación que no inviertan el prisma de suelos, para evitar afectar la biótica aeróbica de estos, así como a su textura y propiedades físicas.
- En cultivos permanentes como frutales, la preparación del suelo para establecer las plantaciones, debe circunscribirse al acondicionamiento del área en la posición de siembra da cada planta, el resto del área , de no utilizarse en cultivos asociados que es lo más recomendable, debe mantenerse con cobertura vegetal natural, pues de lo contrario, seria degradado por los agentes del intemperismo.

**Implementos de tracción animal para la preparación y manejo de suelos:** subsoladores, tiller, gradas de púa, multiarados y sembradora fertilizadora.



*Ilustración 33: Implementos agrícolas de tracción animal*



*Ilustración 34: La tracción animal, típica de la agricultura orgánica en Cuba.*



*Ilustración 35: Plantación de café en curvas de nivel (suelos pendientes 6 %).*

### **Como preservar los suelos agrícolas de su degradación:**

1. Realizando un adecuado estudio de sitio que permita definir la estrategia de cultivo a establecer.
2. Erradicando totalmente las quemas en la superficie de los suelos agrícolas.
3. Estableciendo de forma permanente un sistema de conservación de suelos adecuado a los requerimientos de este.

4. Realizando una adecuada preparación de suelo, de acuerdo con los cultivos a establecer. Aplicar sistemas de siembra adecuados: Ej.: Para frutales, forestales, café, en suelos con pendientes pronunciadas, establecer las siembras en contorno o curvas de nivel, así como las siembras en terrazas múltiples o individuales.
5. Garantizando la permanente cobertura vegetal en los suelos, ya sea por cultivos asociados, o vegetación natural aplicar cobertores biodegradables sobre todo en cultivos con marcos de plantación amplios como es el caso de frutales y forestales.
6. Manteniendo su fertilidad a partir del uso eficiente de abonos orgánicos y minerales, en proporciones tales, que restituyan los nutrientes extraídos por los cultivos y los que se pierden por lixiviación.
7. Incorporándole microorganismos benéficos, que restituyan la biótica que se degradan en los suelos cultivados.
8. Garantizando un eficiente manejo del riego, evitando sobre humedecimiento y pérdidas de nutrientes por lixiviación.
9. Aplicar una correcta selección varietal, así como siempre que sea posible, realizar asociación e intercalamientos de cultivos.
10. Aplicando con adecuada disciplina tecnológica las labores de cultivos, garantizando su adecuada eficiencia.
11. Realizar rotaciones de cultivos que permitan el uso más eficiente de los potenciales productivos de los suelos. Ej.: sistema agro-

silvo- pastoriles, permiten un adecuado manejo de suelos que posibilite un uso óptimo de estos sin que se afecten sus potenciales de fertilidad y productivos.



*Ilustración 36: Finca integral, con manejo agro-silvo-pastoril*

Preparar el suelo para una determinada siembra o plantación, no significa, romper toda su estructura natural, triturarlo, pulverizarlo, pues todo ello afectara las plantaciones que se establezcan, así como los resultados finales de las cosechas. Solo debe agredirse el suelo en la menor área posible para crear las condiciones propicias al desarrollo del sistema radical de las plantas a establecer en él, respetando en grado máximo su estado natural, solo así conservaremos mediante un adecuado manejo, las propiedades naturales de nuestros suelos agrícolas.

## 7. MÉTODOS PARA LA RECONVERSIÓN DE SISTEMAS AGRÍCOLAS. AGROQUÍMICOS EN SISTEMAS AGROECOLÓGICOS.



Ilustración 37: Agroquímicos.

### Los Agroquímicos y su interacción con los suelos.

Los productos químicos que se aplican a los suelos y los cultivos (fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, hormonas, etc.), tienen efectos residuales en los suelos que afectan sus parámetros de equilibrio natural, alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas, convierten los suelos en estructura abióticas, propiciando su infertilidad, por lo que para mantener los rendimientos agrícolas de los cultivos en ellos establecidos, cada año se requieren dosis superiores de agroquímicos con mayores impactos negativos sobre los suelos. Se ha comprobado también, su residualidad en los productos agrícolas y sus afectaciones a los consumidores de estos.

En menos de 70 años de uso y abuso de los agroquímicos, se han perdido millones de ha de suelos agrícolas en nuestro Planeta, siendo estos productos además los responsables de más del 30 % de su contaminación ambiental. Esa cifra se incrementa cada año.

Estos productos están diseñados para combatir las consecuencias de los desequilibrios de los sistemas productivos, no sus causas.

Uno de los principales problemas que enfrentan los agricultores que pretenden reconvertir sus sistemas de producción basados en agroquímicos en sistemas agroecológicos, es cómo hacerlo sin que se afecten sus niveles de producción e ingresos.

**Para lograr este lógico objetivo es necesario conocer los aspectos siguientes:**

1. Tipo de suelo y periodo de tiempo durante el cual ha estado sometido a manejo agroquímico. Teniendo en cuenta que los productos agroquímicos pueden ser más retenidos en los suelos menos lixiviados; y esta acumulación puede llegar ser perjudicial para algunos cultivos.
2. Sistema de cultivo establecido. ciclo corto (hortalizas), ciclo medio (cultivos temporales) y cultivos permanentes (musáceas, frutales, etc.)
3. Métodos de cultivos: rotaciones por períodos, intercalamientos, entre otros.

4. Tipo y concentraciones de productos químicos aplicadas a los suelos y a los cultivos en ellos establecidos.
5. Existencia y características de los bioinsumos necesarios para el proceso. Posibilidades de producirlos.

### **Estrategia de Reconversión:**

Para desarrollar una adecuada estrategia para la reconversión de estos sistemas, es necesario tener en cuenta:

- Poseer los conocimientos y la preparación práctica requeridos.
  - Disponibilidad de insumos orgánicos que necesita el sistema (abonos orgánicos, biofertilizantes, microorganismos eficientes de los suelos, medios para el manejo agroecológico de plagas).
  - Confeccionar el plan de manejo agroecológico de su área, teniendo en cuenta todos y cada uno de los componentes de este sistema.
  - La cantidad de productos que deben aplicarse, en función de obtener determinados rendimientos productivos y controlar las plagas que puedan afectar los cultivos.
  - Cantidad de nutrientes que aportan los fertilizantes químicos a los cultivos establecidos. Cantidad que aportan los orgánicos para trazar la estrategia de sustitución paulatina de uno por otro.
  - Elementos activos que poseen los productos químicos para el control fitosanitario y cómo pueden estos ser sustituidos por productos naturales que tengan igual o parecidos resultados.
- Estrategia de producción de medios biológicos.

- Estrategia de manejo de la biodiversidad florística en las áreas productivas. Conocer todas las formas de vida que interactúan en esa biodiversidad, diversificación, asociación e intercalamientos de cultivos.
- Conocer la fauna edáfica y las afectaciones que esta ha tenido por acción de los agroquímicos.
- Conocer las características de las plagas agrícolas y sus enemigos naturales.
- Montar en su escenario productivo, la producción de bioinsumos (abonos orgánicos, biofertilizantes, microorganismos benéficos de los suelos, bioplaguicidas, insectos benéficos, etc.), a partir de la biomasa que en él se genera, ello es garantía de sustentabilidad y sostenibilidad del sistema.

Los productos orgánicos, se elaboran a partir de materias primas naturales, en procesos similares a los que ocurren en la naturaleza, por ello, no son agresivos al medio ambiente, su manipulación no es contaminante y sus costos de producción son sumamente inferiores a los agroquímicos. Por su origen y naturaleza, están diseñados para enfrentar y resolver las causas que originan los desequilibrios en los sistemas productivos.



*Ilustración 38: Vermicompost. Abono orgánico por excelencia.*

**Humus de lombriz líquido**, biofertilizantes de amplio espectro en cultivos agrícolas.



*Ilustración 39: Aplicación de humus de lombriz líquido*

**Teniendo en cuenta estos aspectos anteriormente señalados, se puede trazar un Plan de reconversión:**

Determinar el tiempo requerido para la reconversión, nunca menor de tres años, pues en todos los casos se requerirá que los suelos recuperen su biótica dañada en grado diverso por los agroquímicos y la acción degradante de los agentes del intemperismo, así como el restablecimiento del equilibrio biológico en el área en cuestión, roto por la introducción de productos químicos en el control fitosanitario. Para ello se requiere tener definido los métodos para reponer paulatinamente con los productos orgánicos (biofertilizantes), los nutrimentos que dejarán de aportar los agroquímicos, así como el manejo agroecológico de plagas que permitan la restitución del equilibrio biológico del sistema.

Ejemplo: Una plantación de frutales que anualmente le aplicamos 12 t/ha de fertilizantes químicos, con un aporte determinado de nutrientes: (N, P, K y otros micros elementos).

Si pretendemos en 4 años realizar el tránsito de agroquímicos a orgánicos, debemos cada año disminuir  $\frac{1}{4}$  de las aplicaciones de agroquímicos, sustituyéndolas por las cantidades necesarias de abonos orgánicos que aporte el equivalente de los

nutrimentos que aportaban los químicos no aplicados. De igual forma debe transitarse en el control de plagas, por el manejo integrado, hasta lograr el establecimiento del manejo agroecológicos, así como se deberán sustituir otros productos químicos empleados por insumos orgánicos, de forma planificada y bien evaluada, para que los niveles de producción no disminuyan es vital proyectar una metodología bien concebida y cumplirla con disciplina, en su aplicación, lo que garantiza mayor eficiencia en el periodo de reconversión del sistema. Los resultados son sumamente satisfactorios para los suelos, los cultivos, los agricultores y su economía.

## Combinaciones de abonos orgánicos y fertilizantes minerales recomendados para distintos suelos y cultivos.

Cultivos principales y asociados	Suelos	Dosis de Fertilizantes minerales	Dosis de A. Orgánicos (1er año) +50 % de F. Minerales	Dosis de A. Orgánicos (2do año) + 25 % de F. Minerales	Dosis de Abonos Orgánicos (3er año)
Papa (Rotación maíz y frijoles)	Nitisol	2.5 t/ha	3.0 t/ha (AO) + 1.5 t/ha NPK	5.0 t/ha (AO) + 0.5 t/ha NPK	6 a 7 t/ha
Hortalizas (4 a 6 rotaciones anuales)	Fluvisol	6.0 t/ha N,P,K	4.0 t/ha (AO) +40 % N y 75 % P,K.	6.0 t/ha (AO)+20 % N y 35 % P,K	8.0 t/ha
	Ferrasol	6.0 kg/Pta NPK. (1-1.5-2)	3 a 6.0 t/ha (AO)+50% NPK.	6 a 12 t/ha (AO)+25% NPK	9-15 t/ha
Gramíneas Maíz (Rotación Leguminosas)	Fluvisol	2 a 3 t/ha	3 a 4 t/ha + 25 % NPK	6.0 t/ha (AO)+20 % N y 35 % P,K	5 A 6 ton/ha
Plátano vianda	Cambisol	4 a 5 kg/ Pta NPK.	2 a 4.0 kg/Pta (AO)+50% NPK.	4 a 6 kg/Pta (AO)+25% NPK	6 A 8 t/ha
	Fluvisol	9.0 kg/ Pta NPK	4.5 kg/Pta (AO)+50% NPK.	9.0 kg/Pta (AO)+25% NPK	12.0 Kg/Pta
Plátano fruta	Ferrasol	6.0 kg/ Pta NPK	4.0 Kg/Pta (AO)+00% NPK.	2.0 kg/Pta (AO)a los 6 meses	4.0 Kg/Pta Posterior cada cosecha

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Altieri, Miguel A. (1999). *Agroecología bases científicas para una agricultura sostenible*. Montevideo: Nordan-Comunidad.
2. Guzmán Casado, M González y E. Padilla Guzmán (2000). *Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural Sostenible*.
3. Jornadas Técnicas sobre Manejo Ecológico de Suelo de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Granada. 2012.
4. Machín, Mario y colectivo autores (2003). *Revolución Agroecológica*. Revista ANAP. Cuba
5. Manual Técnico para Organopónicos (2011). *Huertos Intensivos y Organopónia semi protegida*. (Séptima edición). Habana - Cuba.
6. Martínez Reyes, Naranjo Valdés, Hernández Rodríguez (2015). Desarrollo de la Agricultura Urbana en los espacios acompañantes de la vivienda: una alternativa viable. *Revista SATHIRI*. Nro 8. pp 29 – 39. CITT – UPEC. Ecuador.

7. Naranjo Medardo. Producción de alimento animal. *Revista ACPA Edición Especial (2013)*. pp 36, 37 pp. Ministerio de la Agricultura. La Habana .Cuba
8. Naranjo Medardo (2013). *Resúmenes de Talleres sobre Sistemas Agroecológicos Integrales*. UBPC Vivero Alamar. La Habana - Cuba.
9. Rosset Peter (2001). *La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque Agroecológico*. Institute for Food and Development, Food First. 17 pp. Oakland. EEUU.



ISBN: 978-9942-914-25-5



9789942914255

**Universidad Politécnica Estatal del Carchi**  
Calle Antisana y Avenida Universitaria  
Teléfono: (06) 2 224079 / (06) 2224080 Ext. 1127  
E-mail: [publicacionesupec@gmail.com](mailto:publicacionesupec@gmail.com)  
[www.upec.edu.ec](http://www.upec.edu.ec)