

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA
INSTITUTO DE SUELOS

Conservación, mejoramiento y fertilización de suelos



CONSERVACIÓN, MEJORAMIENTO Y FERTILIZACIÓN DE SUELOS

Andrés Fuentes Soto
Francisco Martínez
Rafael Cancio García

Colaboradores: Pedro Couso Camareno
Omar Páez Malagón
Bernardo Calero Martín
Abilio Cárdenas García

agrinfor

Agencia de Información
y Comunicación para la Agricultura

La Habana, 2004

© Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura, 2002

© Sobre la presente edición:
Agrinfor, 2004

Derechos reservados

Esta edición fue financiada por:

Edición: Lic. Kenia Castañeira Hernández

Diseño: Ofelia Flores Valdés

Procesamiento computarizado: Martha Mojarrieta Córdoba

ISBN 959-246-077-9

Agrinfor
Ministerio de la Agricultura
Conill y Ave. Independencia, edificio MINAG, 3er piso,
Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba, CP 13500
Teléfonos: 8812837 / 8845757 / 8845473
Fax: 8812837
E-mail: agrinfor@minag.gov.cu

CONTENIDO

5 / INTRODUCCIÓN

7 / LA CONSERVACIÓN DE SUELOS

8 / Instrumentos útiles para prácticas
conservacionistas de suelos

11 / Medidas de conservación de suelos permanen-
tes y temporales (tipo agronómica - vegetativa)

34 / LA LOMBRIZ DE TIERRA

35 / Características de la lombriz

36 / Especies que se utilizan para el cultivo

38 / Tipos de alimentos

39 / Desarrollo del cultivo de las lombrices

42 / Separar las lombrices del humus

45 / Productos de la Lombricultura

49 / EL COMPOST

49 / Elaboración del compost

52 / Beneficios que aporta el compost

52 / Composición nutricional del compost. Dosis
a aplicar en algunos cultivos

55 / FERTILIZANTES

55 / Tipos de fertilizantes

55 / Fórmulas de fertilizantes

57 / Cálculo de las dosis de fertilizantes

63 / BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

lugar importante la aplicación de abonos orgánicos, de ahí la importancia de conocer los métodos para su producción, uso y manejo.

En el presente manual de ingeniería medioambiental, se expone, de manera sencilla, los factores ligados al fenómeno de la erosión, las prácticas de conservación de suelos más utilizadas, desde la creación del sistema de conservación y mejoramiento de estos y su aplicación en el desarrollo agrícola y forestal nacional, así como los principales métodos empleados en la producción de abonos orgánicos.

LA CONSERVACIÓN DE SUELOS

En los campos, cuando se remueve el suelo, se corre el peligro de que este sea arrastrado por la lluvia; para que esto no ocurra, el agricultor puede emplear medidas como: roturar y sembrar en contorno, construir terrazas continuas o individuales, utilizar cobertura viva, arropar las plantas cultivadas con residuos vegetales, combinar varios cultivos en un mismo campo, utilizar franjas buffer, barreras vivas, barreras muertas, construir tranques o presas de control de azolves, y proteger las vías de comunicación (Fuentes, 1995).

Las medidas que se apliquen pueden ser de carácter temporal y permanente. Las de carácter temporal se ejecutan con cultivos temporales cada vez que estos se siembran; y las permanentes, por lo general, son de mayor grado de complejidad. Entre las medidas de conservación de suelos más sencillas y económicas, están las culturales (laboreo racional, ordenación de cultivos, alternativas de cultivos racionales, tratamientos de rastrojos y control de pastoreos). A estas medidas también se les llama preventivas, protectoras de los agentes erosivos o que refuerzan la resistencia al arrastre.

INSTRUMENTOS ÚTILES PARA PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS DE SUELOS

Con el objetivo de hacer el trazado de los campos se pueden utilizar instrumentos de fácil construcción, como el caballete y la T, con los que se marcan las curvas a nivel y el distanciamiento entre plantas y entre surcos. Estos instrumentos se pueden construir con madera aserrada o rolliza, con nivel de carpintero o con un cordel y una plomada, o hasta con una piedra o tornillo (Fuentes, 1995).

Con el uso de cualquiera de los tres modelos de nivel de caballete expuestos (Figs. 1, 2, 3 y 4) se puede determinar en el campo el lugar exacto de ubicación de las barreras vivas y muertas, líneas guías para la preparación, sistemas de riego, siembras en contornos, e incluso la pendiente media de los campos.

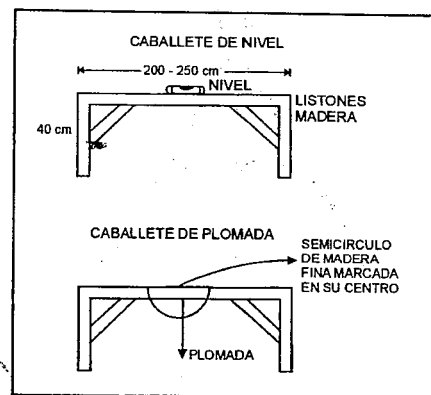


Fig. 1. Caballetes de nivel y de plomada

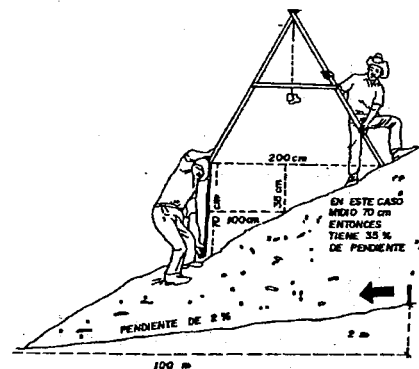


Fig. 2. Medición de la pendiente del terreno usando el caballete

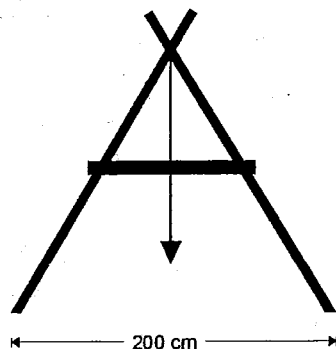


Fig. 3. Nivel de caballete con plomada en forma de tijera

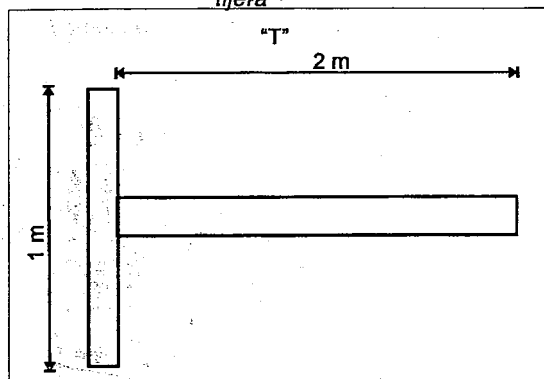


Fig. 4. "T" para marcar el distanciamiento entre plantas y surcos

MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS PERMANENTES Y TEMPORALES (TIPO AGRONÓMICA - VEGETATIVA)

Preparación de suelos en contorno y siembras en contorno

Ambas tecnologías se comenzaron a aplicar intensamente desde la década de los 80 y se obtuvieron muy buenos resultados en café y cacao, forestal, frutales y cultivos varios (limpios), donde actualmente se incrementa su uso al igual que en las cuencas hidrográficas.

Siembra transversal al sentido de la mayor pendiente (Medida temporal)

Es una de las medidas más sencillas y prácticas de conservación de suelos y consiste en el laboreo y surcado de los campos en el sentido transversal a la exposición de la pendiente, de mayor grado de inclinación. Se recomienda para zonas de poco grado de pendiente ($< 5\%$) y con uniformidad en las mismas, sin tener que utilizar instrumentos de medición. Su ejecución en el país comenzó en el cultivo del tabaco y es utilizado recientemente en todos los cultivos, predominando en los cultivos varios y el tabaco.

Preparación de suelos en contorno

La preparación de suelos en contorno que serán utilizados para el cultivo es una medida necesaria que permite proteger las tierras y disminuir la erosión. Para ello, se trazan las líneas guías con el caballete, luego se ubican estacas de pequeñas dimensiones, que posteriormente serán rectificadas con el fin de dejarlas a contorno. Todas las labores se realizan siguiendo esas líneas con el arado criollo y la tracción animal, los cuales se deberán emplear adecuadamente. Una vez trazadas las líneas guías se tira el primer surco por abajo o por arriba de esta, hasta completar toda el área. Si usted previó establecer barreras vivas o muertas, deberá mantener la línea guía para construir las a través de ella o en ella (Fig. 5; p. 21).

Siembras en contorno (Medida temporal)

Esta actividad consiste en plantar siguiendo la curva a nivel o una aproximación de esta. Para ello se deben trazar las líneas guías (maestras), tomar la parte media de la pendiente más larga, ubicar tantas líneas guías como sean necesarias (por encima y por debajo), guardar una distancia básica para que se puedan establecer los surcos, según el marco de siembra seleccionado y comenzar los surcos por abajo y por arriba siguiendo la línea guía hasta completar el campo, parcela o finca (Suárez de Castro, 1965).

Las líneas guías no deben estar excesivamente distanciadas, para de esta forma evitar que aparezcan cuñas en el trazado. A mayor pendiente, las líneas deben estar más cerca y siempre la distancia entre ellas será el múltiplo de la anchura de la calle que se vaya a utilizar. En la Fig. 6 se muestra una zona con tres líneas guías y 10 m entre ellas, con los surcos correspondientes, la cual está protegida, además, por un área forestal en la cima de la loma. El marcado se puede realizar con el caballete. A medida que el largo de la pendiente del campo es mayor, habrá que determinar y ubicar mayor cantidad de líneas guías, y viceversa. Se parte desde los bordes de los campos, luego se van ubicando estacas que se puedan ver; se rectifican las líneas y posteriormente se ubican los surcos de siembras.

El empleo de nivel de caballete resulta un trabajo sencillo y rápido. Los sistemas de riego se establecerán después de marcados los campos en contornos. Todos los cultivos establecidos en curvas a nivel o contorno resultan una ventaja agrícola que se revierte en mayores rendimientos, fertilidad de los suelos, mayor aprovechamiento del agua de escorrentía y protección de sus tierras (Fig. 6).

Las labores realizadas a mano o con tracción animal son las que menos degradan los suelos y no permiten que la erosión alcance agresividad (Fig. 7; p. 21).

Especies de plantas usadas como coberturas viva y muerta

Coberturas muertas

En dependencia del material usado las coberturas muertas pueden ser de tipo permanente o transitorias. En sentido general las coberturas muertas son de fácil realización. Para ello, son utilizados materiales como: rastrojos, pajas, ramas, hojas y toda la basura con que se cuente; materiales que se pueden recoger y poner en las calles del cultivo. Si el material es muy grueso o grande, es mejor picarlo con un ma-

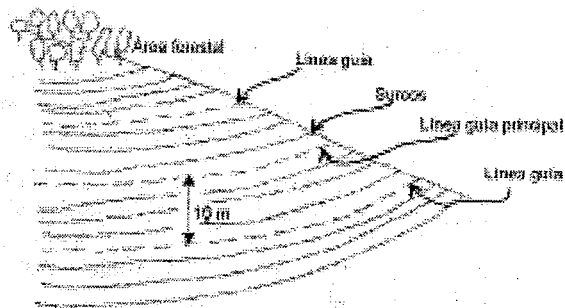


Fig. 6. Ubicación de las líneas guía para la plantación en contorno

chete. En ciertas partes desoladas, donde no hay vegetación, como cobertura muerta se han empleado piedras (Couso, 1987). La cobertura muerta tiene tres objetivos: mantiene la humedad del suelo, aporta materia orgánica, y a la vez protege de la erosión.

Esta medida de conservación de suelo aún no ha alcanzado buen desarrollo en la agricultura. Su uso comenzó a extenderse por el cultivo de café y cacao, sobre todo, en zonas de deslizamientos de tierras o donde hubo movimientos en masa de suelos. Otras de las ventajas de las coberturas muertas son que aumentan la actividad de la microflora y mejoran considerablemente las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (Fig. 8; p. 22).

Coberturas vivas

Están consideradas como medidas de tipo permanente. Su establecimiento tiene como objetivo proteger al suelo, ya que de mantenerse sin protección, primero sufriría el impacto de la gota de la lluvia, y posteriormente el arrastre que causa el agua cuando corre pendiente abajo. Es conveniente cubrir los suelos con pendientes pronunciadas, con especies que se adapten a las condiciones del lugar, tales como: canutillo, cucaracha, yerba de sapo y otras, que rápidamente cubren la superficie del suelo. También se pueden usar especies de doble propósito como cala-

baza, boniato, frijol y melón. Las especies señaladas deben plantarse en períodos húmedos, de manera que se establezcan rápidamente. Para ello el área debe encontrarse libre de otras hierbas. Algunas de las especies se podrán tirar a voleo sobre el campo o de lo contrario, se siembran en zanjillas con una separación entre 20 y 30 cm.

Las coberturas vivas son importantes en cultivos de frutales, forestales, café y cacao, y fue precisamente en dichos cultivos donde comenzó a introducirse esta forma de conservar suelos, con un amplio uso actualmente. Las especies mencionadas pueden ser usadas con el objetivo de proteger laderas, cortes de caminos y carreteras, puentes, cárcavas o zanjones, zonas o partes de campos con pendientes pronunciadas, así como recodos de ríos y arroyos.

Barreras vivas, barreras muertas y acondicionamiento de la broza

Barreras vivas

Esta medida es considerada una obra permanente para la conservación de suelos, comenzó su extensión a través del cultivo del tabaco, café y cacao, y en la actualidad se utiliza en todos los cultivos. En áreas con pendientes superiores al 5 %, con las especies de plantas que mejor se adapten al lugar se deben

establecer barreras vivas. Estas se utilizan como complemento de otras medidas y se pueden alternar con las barreras muertas. La distancia entre barreras depende de la pendiente del terreno, la última barrera se situará en el borde inferior del campo.

Las plantas se sembrarán a tresbolillo, a una distancia de 20 cm entre ellas; el ancho no debe exceder 50 cm. Una vez al año se recortan o podan las plantas y los residuos se sitúan en la parte superior de la pendiente, recostados a la barrera, con lo que se va creando una especie de terraza. Estas barreras se ubican en contorno o siguiendo aproximadamente las curvas de nivel, para lo cual se pueden marcar, previamente con el caballete. En un campo se ubicarán tantas barreras vivas como sean necesarias y serán más, mientras mayor sea la pendiente. El procedimiento a seguir es similar al expuesto en el acápite de preparación de suelos en contorno y siembras en contorno (Figs. 9 y 10). El espaciamiento de las barreras según la pendiente se muestra en la Tabla 1 (Suárez de Castro, 1970).

En pendientes mayores de 30 % sólo deben plantarse especies forestales y frutales, o deben utilizarse sistemas agroforestales con el fin de aplicar el menor movimiento de suelos, mediante el uso de hoyos de plantación. En las zonas montañosas los cultivos temporales y la ganadería deben ser ubicados en áreas

de valles intramontanos, tratando que estos queden en pendientes inferiores al 10 % (Fig. 11; p. 22) (Sabbe, 1995).

Tabla 1. Espaciamiento que deben tener las barreras vivas, según la pendiente del terreno (Suárez de Castro, 1970)

| Pendientes del terreno (%) | Para cultivos temporales (m) | Café y cacao, frutal y forestal (m) |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 5 | 20 | 25 |
| 10 | 15 | 20 |
| 15 | 10 | 18 |
| 20 | 9 | 15 |
| 25 | 8 | 15 |
| 30 | 6 | 12 |
| 40 | No sembrar | 9 |
| 50 | No sembrar | 9 |
| 60 | No sembrar | 6 |

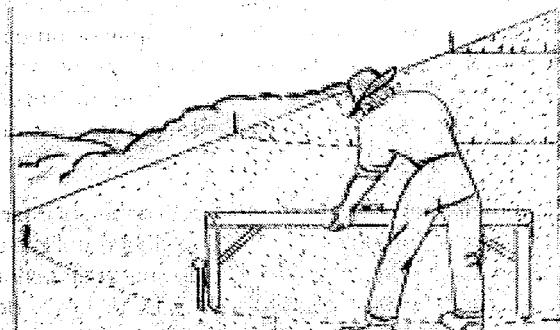
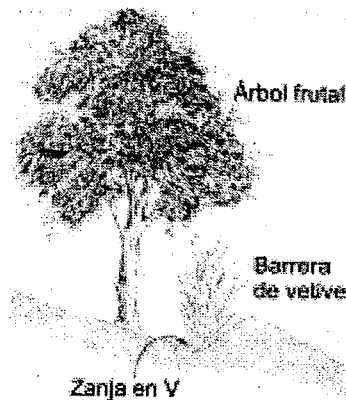


Fig. 9. Formas de trazar las barreras vivas



Estabilización de los cultivos de árboles

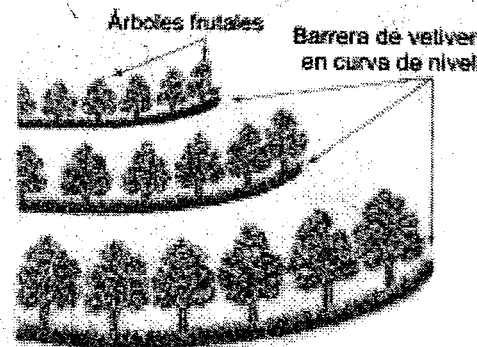


Fig. 10. Ejemplos de barreras vivas aplicadas en cultivos forestales y frutales

En la Fig. 12 (Sabbe, 1995), se aprecian dos agricultores (A y B). A modo de comentario se puede expresar que ambos agricultores son buenos, pero el A es, además, sensato, ya que ha protegido su finca contra la pérdida de suelo mediante la plantación de barreras vivas en las curvas de nivel del terreno y utiliza estas como guías para arar y plantar siguiendo las curvas de nivel.

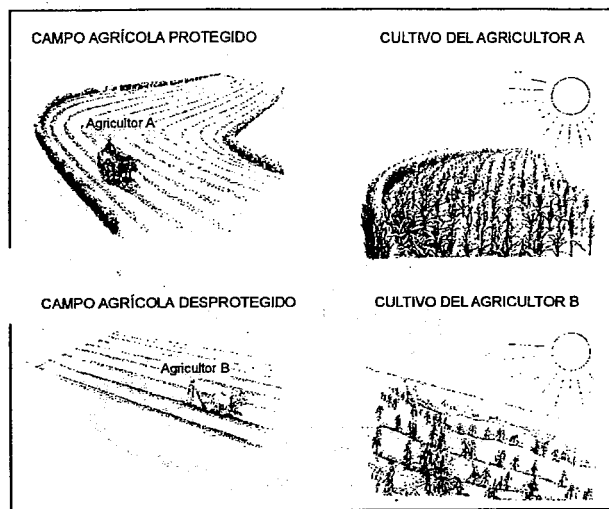


Fig. 12: Agricultores A y B con fincas protegidas y desprotegidas frente a los efectos de la erosión

Fig. 5. Campo preparado correctamente, es decir, contrario a la dirección de la mayor pendiente (conlleva a que casi se dupliquen los rendimientos por cultivo)



Fig. 7. Ejemplo de siembras en contorno



Fig. 8. Ejemplo de utilización de las coberturas muertas



Fig. 11. Barrera viva de vetiver

Conservación, mejoramiento y fertilización de suelos

Los surcos creados conservan el agua de lluvia y almacenan humedad adicional en el suelo, por lo que permiten que los cultivos soporten la falta de lluvia durante largos períodos.

El agricultor B es bueno, aunque su comportamiento puede ser analizado; digamos, al arar hacia arriba y pendiente abajo, permite que el agua de lluvia se escurra y arrastre consigo el abono de la propia explotación, así como una capa irreparable de tierra vegetal. El agua se escurra con tal rapidez que no alcanza a infiltrarse en el suelo, de modo que los cultivos no estarán protegidos contra las temporadas secas y la erosión hídrica (Sabbe, 1995).

Sistemas agroforestales

Son sistemas integrados y se consideran una medida permanente de conservación de suelos en la premontaña y montaña (más del 16 % de pendientes). Los sistemas agroforestales constituyen un conjunto de técnicas de manejo de la tierra que se basan en la combinación de la producción agrícola, ganadera y forestal, teniendo en cuenta rendimientos sostenidos con su mejoramiento ambiental en los ordenamientos territoriales; además de hacer énfasis en la vocación de los suelos.

Las aplicaciones de estas técnicas permiten alcanzar diversificación en las producciones, rendimientos sos-

tenidos, reconstrucción del patrimonio forestal, conservación y mejoramiento del suelo, control del agua de escorrentía y de la fauna. Estos sistemas han llamado la atención de los productores, aunque los más difundidos son los sistemas agrosilvopastoriles, con presencia en la Sierra Maestra, Holguín, Santi Spiritus y La Habana (Martha et al., 1988).

Fajas forestales hidrorreguladoras para la protección de embalses y ríos (NC. 93-01-206, 1988; Asamblea Nacional del Poder Popular, 1999)

Las fajas forestales hidrorreguladoras en los embalses y ríos se ejecutan desde la década de los 80; en la actualidad es considerada una medida permanente de conservación de suelos y agua. Las fajas son imprescindibles en las márgenes de ríos y embalses. Pueden ser catalogadas como una barrera viva, retenedora de los sedimentos y productos de las escorrentías de las zonas altas, que no han sido evacuados por otras medidas de conservación de suelos, lo cual evita que estos productos lleguen a las redes de drenaje y, por tanto, a los ríos y embalses.

Las fajas forestales hidrorreguladoras tienen las siguientes funciones: actúan de forma antierosiva, disminuyen la evaporación, contribuyen a la mejora de las propiedades hidrofísicas del suelo, favorecen la esta-

bilidad en los márgenes de ríos y embalses, permiten la protección de las zonas de cultivos y sirven como refugios a la fauna, por lo que posibilitan el desarrollo de especies forestales.

El ancho de las fajas forestales de las zonas de protección de embalses y cauces naturales, las que circundan manantiales y a lo largo de cárcavas y barrancas, se establecerá mediante el estudio de las condiciones de cada lugar. En el caso de las fajas costeras el ancho no será menor de 30 m, a partir del punto máximo de flujo y reflujo normal de las mareas. A continuación se ofrecen diferentes anchos de faja, de acuerdo con la categoría de embalse, río o micropresa:

- Embalse (natural y artificial): 30 m, medidos en proyección horizontal a partir del nivel que se determine para cada embalse.
- Embalse de abasto de agua a la población: 100 m, medidos en proyección horizontal a partir del nivel que se determine.
- Ríos principales: 20 m en ambos márgenes, medidos en proyección horizontal a partir del nivel del cauce normal.
- Ríos de primer orden: 15 m en ambas márgenes, a partir del nivel del cauce normal.
- Ríos de segundo orden y en adelante: 10 m en ambas márgenes, a partir del borde del cauce

normal.

- Micropresa: corresponde según el río que abastece.

Finalmente las fajas funcionan como bosques de galería. En todos los casos en que se han establecido, sus funciones son muy eficientes, de modo que se convierten en un eje de fuerza que en gran medida equilibra y regula los escurrimientos superficiales.

Si usted trabaja estas áreas a través de fincas, establezca su faja hidrorreguladora. Seguro comprenderá su importancia

Son innumerables los ríos, arroyos y embalses donde se puede observar esta práctica, entre ellos podemos citar: Río San Juan (Pinar del Río), Río Zaza (Sancti Spiritus), Río Hanabanilla (Villa Clara y Cienfuegos), Río Máximo (Camagüey), Río Cauto, Río Cilantro, Río Toa, entre otros.

Bosques de galería

Los bosques de galería constituyen una medida permanente de conservación de suelos en sitios forestales. Funcionan como barrera viva protectora de ríos y arroyos; y evitan que los azolvamientos producto de las escorrentías lleguen a estos y a las presas.

Estos bosques, a la vez que protegen al suelo, sirven

como refugios de la fauna, ya que permiten el desarrollo de numerosas especies. Las dimensiones del bosque muchas veces coinciden con las fajas hidrorreguladoras y dependen del orden de los ríos.

Rotación de cultivos e intercalamiento (Medida permanente de conservación de suelos)

La rotación de cultivos o cosechas es un conjunto de secuencias donde los cultivos se suceden dentro de un determinado terreno. Es considerada una práctica sana y económica, que aporta varios beneficios entre los que se pueden citar:

- Mejor aprovechamiento por las plantas, de los nutrientes presentes en los suelos.
- Rendimientos más elevados con mayor beneficio a la tierra.
- Los cultivos se establecen de acuerdo con sus propiedades fotoperiódicas y termoperiódicas: de primavera, de invierno, indiferentes, bianuales, cuatrianuales y perennes.
- Conservación del suelo, pues contribuye a protegerlos de la erosión.
- Disminución de la incidencia de plagas.

La Tabla 2 (p. 30) brinda las indicaciones para la confección de esquemas de rotación.

Los cultivos maíz, soya, frijol y sorgo son alternos. En el caso de aquellos cultivos que se utilizan como abonos verdes, se recomienda sembrarlos durante 1 año y no deben sembrarse nuevamente hasta después de 5 años. En un período de 10 años los forrajes pueden estar hasta 8 años, con frecuencia de 4 años sembrados y 1 año rotando (Hernández et al., 1992)

La Tabla 3 (p. 32) muestra aspectos a tener en cuenta en la rotación de cultivos.

Intercalamiento de cultivos

La asociación o intercalamiento de cultivos (foto 9) es la instalación de dos o más cultivos en una misma parcela, campo o finca, que se establecen o no al mismo tiempo, y que a la vez forman parte del esquema de rotación de cultivos. En estas asociaciones se tienen en cuenta la compatibilidad, beneficio mutuo, distanciamiento, así como las características fisiológicas y radiculares de las plantas; de esta forma la contribución antierosiva se hace más efectiva (DECAP, 1997). Ejemplos de asociaciones lo constituyen:

- Maíz + frijol + calabaza.
- Millo + girasol + otras gramíneas.
- Habichuelas + lechuga + rabanito.

- Flores + lechuga + rabanito + zanahoria.
- Azucena + cajigal + lechuga + cebollino.
- Ají + lechuga + acelga + pepino + zanahoria.
- Espinaca + acelga + lechuga + flores + rabanito.
- Pimiento + lechuga + rabanito.
- Frutales + ajo + rabanito + tomate.
- Tomate + perejil + cebolla + ajo + zanahoria.
- Plátano + frijol + boniato.
- Caña de azúcar + maíz + frisol + Soya.
- Cítricos + frijol + hortalizas.
- Boniato + calabaza.
- Guayaba + lechuga.
- Mango + tomate + boniato + jengibre.

Tabla 2. Indicaciones establecidas para la elaboración de los esquemas de rotación

| Cultivos | Esquema de rotación |
|--------------------------------|---|
| Plátano fruta y plátano vianda | En un período de 8 años, con una secuencia de 4 años sembrado y 1 año en rotación. Para el plátano vianda (3 años sembrados y 1 año en rotación). |
| Papa | En un período de 6 años, con una secuencia de 2 años sembrada y 2 años en rotación. |
| Malanga | En un período de 10 años, puede sembrarse 4 años en la misma área con una secuencia de 1 año en rotación. |
| Yuca | En un período de 10 años puede rotar con una secuencia de 8 años, 4 años sembrada y 1 año en rotación. |
| Boniato | En un período de 10 años puede estar 6 años en la misma área, con una frecuencia de 3 años sembrada y 2 años en rotación. |

| | |
|------------------|---|
| Tomate | En una misma área se debe sembrar 1 año y descansar 3 años, o sea 8 años sembrada, en un período de 10 años. |
| Pimiento | En 10 años puede sembrarse durante 4 años en la misma área, con una secuencia de 1 año sembrada y 2 años en rotación. |
| Ajo y cebolla | En un período de 10 años se pueden sembrar 4 años en la misma área, con una frecuencia de 4 años sembrados y 2 años en rotación. |
| Ñame | Puede sembrarse 8 años en la misma área en un período de 10 años, con una frecuencia de 1 año sembrada y 1 año en rotación. |
| Otras hortalizas | En un período de 10 años pueden estar en una misma área durante 4 años, con una frecuencia de 1 año sembradas y 2 años en rotación. |

Tabla 3. Rotación de cultivos

| Cultivos | Cultivos con que se rotan | Cultivos con que no se debe rotar | Observaciones |
|---------------|------------------------------|---|--|
| Boniato | Rota con todos los cultivos. | Boniato de semilla. | El boniato de semilla exige 3 años sin haber tenido boniato, puede sembrarse boniato para producción durante 3 años seguidos y descansar 2 años. |
| Tomate | Rota con todos los cultivos. | Papa, pimiento y ninguna Solanacea. | El tomate necesita como mínimo 2 años donde no se hayan sembrado ninguna Solanacea. |
| Ajo y cebolla | Rota con todos los cultivos. | — | Se puede repetir 2 años consecutivos. |
| Col | Rota con todos los cultivos. | Ninguna crucifera (rábano, colirabano, coliflor, col china, etc.) | Es aconsejable poner leguminosas en la próxima campaña. |

Tabla 3. Rotación de cultivos

| Cultivos | Cultivos con que se rotan | Cultivos con que no se debe rotar | Observaciones |
|-------------------------------|---|--|--|
| Calabaza | Rota con todos los cultivos. | Ninguna cubarbitacea (pepino, melón, calabaza china, etc.) | — |
| Hortalizas en general (todas) | Rota con todos los cultivos, excepto con las mismas familias. | Ninguna familia de la especie cultivada. | Se recomienda un cultivo de sistema radicular más profundo en la próxima temporada |

LA LOMBRIZ DE TIERRA

La lombriz de tierra es uno de los muchos habitantes naturales del suelo, que son indispensables para hacer una agricultura sana, es decir, una Agricultura Orgánica. La lombriz transforma y enriquece los restos orgánicos que caen al suelo, convirtiéndolos en alimento para las plantas. Su importancia y uso en la agricultura se conocen desde la antigüedad. Las lombrices siempre estuvieron en el suelo, hasta que el ser humano comenzó a tumbar sin control los árboles, a arrasar con la vegetación, quemar, aplicar venenos, contaminar, y erosionar; en fin, matar el suelo.

Si las lombrices encuentran buenas condiciones en su habitat, se convierten en elementos activos que ayudan a hacer del suelo un lugar adecuado para el crecimiento de las plantas y el desarrollo de la vida.

Por todo lo expuesto anteriormente la Lombricultura se define como la tecnología utilizada para transformar fuera del suelo, los residuos orgánicos sólidos, mediante el trabajo directo de la lombriz de tierra, de lo cual se obtienen como productos humus de lombriz y proteína animal, así como un impacto muy saludable sobre el medio ambiente, ya que estas destruyen las sustancias contaminantes.

El humus de lombriz es el mejor fertilizante orgánico que se conoce, debido a que contiene todos los

macros y micronutrientes que necesita la planta y una alta carga biológica, que junto a las sustancias estimuladoras de crecimiento vegetal que posee, hacen de él un producto cotizado en la práctica agrícola.

Características de la lombriz

En el suelo habitan 6 000 especies de lombrices, las cuales se alimentan de materia orgánica semidescompuesta.

Las características más importantes son las siguientes:

- Tienen boca pero no poseen dientes, de manera que para alimentarse chupan el alimento y necesitan que este no sea ácido, por tanto su alimento debe estar desmenuzado, razón por la cual debemos tomar precauciones al utilizar determinados tipos de sustratos, ya que por lo general estos no pueden ser empleados en su estado fresco, pues resultan muy agresivos y tienden a dañar a las lombrices; por esto, generalmente se recomienda esperar de 15 a 30 días hasta que cambie la coloración del alimento, el olor vaya de más intenso a menos intenso y baje la temperatura de 60 a 20 °C.
- No dañan las raíces de las plantas, ya que se alimentan de materia orgánica en descomposición.

Ingieren diariamente su propio peso en alimento.

- Respiran a través de la piel, la cual es sumamente delicada, por tanto permanentemente necesitan una humedad de 80 a 85 %.
- La luz solar y los rayos ultravioletas las pueden matar en poco tiempo, por lo que es importante mantener sombra en el cultivo.
- Cada lombriz tiene dos sexos (son hermafroditas) pero no se autofecundan. Para fecundarse es necesario que se apareen dos lombrices, esto sucede cada 7 días después que son adultas (3 meses de nacidas).
- Las crías se forman en una cápsula o capullo que tardan en incubar de 14 a 21 días, luego se originan generalmente entre 2 y 4 lombrices.

Especies que se utilizan para el cultivo

De todas las especies de lombrices existentes, las que se utilizan para el desarrollo del cultivo son las que acostumbran a vivir en abundantes cantidades de materia orgánica, sin escaparse, o sea, que no son errantes. En Cuba las especies más utilizadas son:

Roja californiana (*Eisenia foetida*), y la Roja africana (*Eudrilus eugeniae*). Las diferencias entre estas dos especies se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Diferencias entre las especies Roja californiana y Roja africana

| Indicadores | Roja Californiana | Roja Africana |
|----------------------|---|--|
| Largo | 6-8 cm | 12-20 cm |
| Color | Rosado oscuro | Rosado púrpura |
| Diámetro | 2-3 mm | 4-5 mm |
| Peso | 0,7-1 g | 1,5-2,5 g |
| Movilidad | Lenta | Más rápida |
| Posición del clitelo | Más alejado de la parte anterior del cuerpo | Cercano a la parte anterior del cuerpo |

En general, las lombrices pueden alimentarse de cualquier sustancia orgánica sólida, estiércol de cualquier tipo de animal, residual sólido orgánico industrial, restos de cosecha, basura urbana, entre otros. No obstante, es requisito inviolable la preparación previa de este alimento, con el objetivo de proporcionarle las condiciones que exigen las lombrices para ingerirlo. Dicha preparación se realiza revolviendo el residual y lavándolo hasta que se logre que el alimento pierda la acidez o basicidad excesiva adoptando un pH entre 7 y 8, lo cual se conoce midiendo o realizando

una prueba de caja, que consiste en poner en contacto el alimento con 50 lombrices y si transcurridas 24 h no ha muerto ninguna, significa que el alimento está listo.

Tipos de alimentos

Las lombrices se alimentan de cualquier materia orgánica sólida en descomposición. En este sentido el alimento puede dividirse en convencional y no convencional.

Convencionales

Estiércol vacuno, cachaza, pulpa de café, estiércol porcino, estiércol ovino, estiércol equino, estiércol de conejo, entre otros.

No convencionales

Restos de plátano, residuos de cítricos, residuos sólidos urbanos, polvo de coco, restos de madera, gallinaza y otros restos orgánicos.

En general, a estos alimentos es necesario darle un tratamiento previo de manera que cuenten con las condiciones óptimas para que la lombriz lo acepte. Esto se logra cuando el residual se deposita en pilas, preferentemente no más altas de 60 cm y 2 o 3 veces a la semana. Casi siempre este proceso dura de 15 a 20 días, en dependencia del residual. Dicho

proceso no es necesario en el caso del estiércol de conejo y el equino, pues naturalmente tienen las condiciones para que la lombriz lo acepte.

Desarrollo del cultivo de las lombrices

La cría de las lombrices puede desarrollarse en recipientes cerrados o en canteros directos sobre la tierra o sobre un piso cualquiera (Fig. 13; p. 43).

Cultivo de la lombriz en recipientes cerrados

El recipiente puede ser de cualquier material que resista la humedad. Se emplean cubos, cajas plásticas, palanganas, cajuela de lavadoras, canoas, etcétera. Este recipiente debe tener drenaje, por lo que se le abren orificios en el fondo, luego se coloca una capa de gravilla y una malla para que no se tupa. Las dimensiones pueden variar en dependencia del residual con que se cuente y los intereses del productor. En la mayoría de los casos es conveniente colocar el recipiente sobre algo que permita recoger el líquido que destila durante el proceso, el cual es rico en elementos nutritivos, por lo que puede ser utilizado para el fertirriego.

Este sistema es aplicable en organopónicos, huertos intensivos, en el hogar, en terrazas, arbolados, jardi-

nes, pasillos laterales, fincas, patios, pequeñas parcelas, entre otros.

Cultivo de lombrices en canteros directamente sobre tierra o pisos

En este caso es necesario disponer de suelo de buen drenaje y preferiblemente con sombra (natural o artificial). Las dimensiones de los canteros pueden ser variables en dependencia de la cantidad de residual que se tenga, la necesidad de humus y si el cultivo es manual o mecanizado; en general se recomienda un ancho de 1,20 a 1,50 m y largo de 30 m, aunque puede ser mayor.

Esta variante se utiliza cuando se quieren producir grandes cantidades de humus y se dispone de abundantes cantidades de residual. En la mayoría de los casos esta variante de cultivo de lombrices se aplica en unidades de producción especializadas, granjas, UBPC, etcétera.

Para ambos sistemas de cultivo se requiere de agua suficiente, a fin de poder mantener 85 % de humedad del cultivo durante todo el tiempo.

METODOLOGÍA A SEGUIR PARA ESTABLECER EL CULTIVO DE LOMBRICES

Después de seleccionar el área o el recipiente y disponer de los pies de cría necesarios se procede de la manera siguiente:

- Colocar una capa de alimento de 10 a 15 cm en el fondo del recipiente o en la superficie del terreno seleccionado.
- Humedecer el alimento con agua, sin excederse.
- Sembrar las lombrices (2 o 3 kg, de lombrices más el alimento base) para distribuir uniformemente en 1 m² de área. En el caso de recipientes la siembra depende del área.
- Aplicar un riego superficial con agua y cubrir las lombrices (protección solar), estas deben huir de la luz por lo que penetrarán en el sustrato.
- Mantener diariamente la humedad adecuada, lo cual puede realizarse regando con regadera, manguera o microaspersión.
- Transcurridos 10 o 15 días se observará la aparición de unos tabaquitos negros y lombrices en la superficie, esto indica que se debe alimentar nuevamente, para esto se añade una nueva capa de 10 a 15 cm de alimento. Este paso se repite cuantas veces sea necesario hasta alcanzar una altura en el cantero de 60 cm.

Separar las lombrices del humus

Cuando el cantero tenga una altura de 60 cm se realiza la cosecha, que consiste en separar las lombrices del humus. La forma más común de efectuar esta operación es depositar en la superficie del cantero una capa de alimento de 5 cm, al cabo de los 2 o 3 días, cuando la lombriz suba a comer, entonces se retira la capa de alimento hacia otro recipiente o cantero, previamente preparado. Esta operación se repite varias veces hasta que se observe que la cantidad de lombrices que quedan es ínfima. Lo que queda en el cantero es el humus de lombriz.

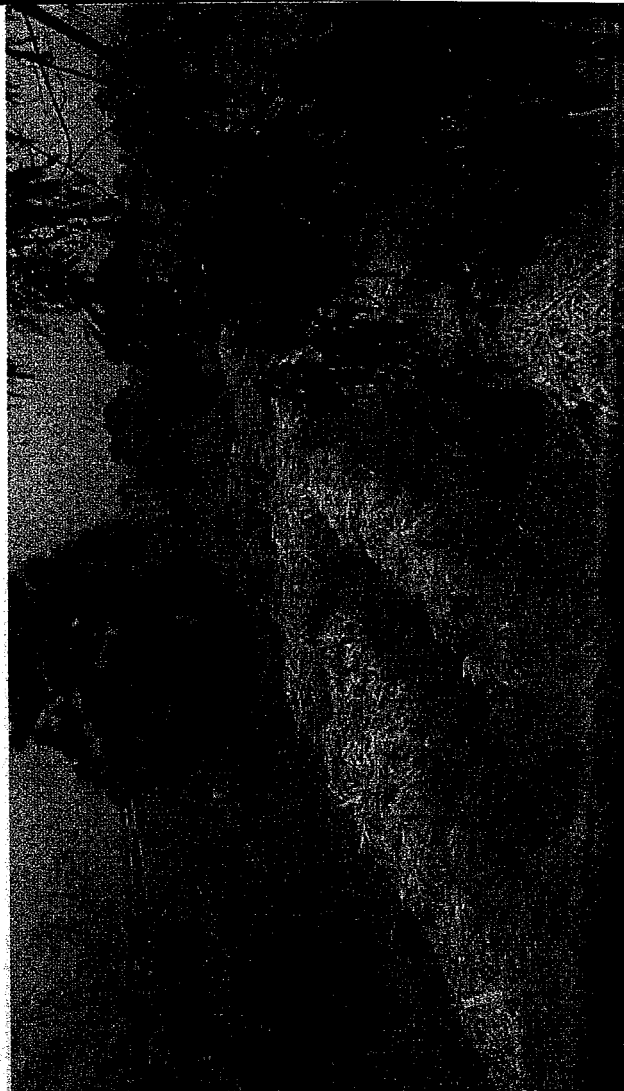
La operación de separación se lleva a cabo colocando un saco de yute en la superficie del cantero y encima de este se ubica el alimento; al cabo de los 2 o 3 días las lombrices suben atravesando los orificios del saco, en este momento se levanta el saco y se trasladan las lombrices junto con el alimento para otro recipiente o cantero, previamente preparado. Como en el caso anterior la operación se repite cuantas veces sea necesario para separar la mayor cantidad de lombrices del cantero o recipiente.

Existen otros métodos para cosechar el humus de los canteros o recipientes, entre estos puede mencionarse el de alimentación lateral, que, como su nombre indica, consiste en colocar una capa de alimento nuevo al lado del cantero o recipiente, el que previa-



Fig. 13. Unidad de lombricultura

Fig. 14. Centro de producción de compost



mente se dejó de regar, las lombrices se "estresan" y al cabo de los días se trasladan a la nueva capa de alimento, la que tendrá todas las condiciones para que se desarrollen.

Productos de la Lombricultura

Humus de lombriz

La composición del humus de lombriz es variable y depende del residual que se utilice como alimento para las lombrices. En la Tabla 5 se muestran las características del humus obtenido en Cuba a partir de diferentes sustratos.

El humus producido debe ser utilizado antes de los 9 meses, pues a partir de ese tiempo pierde parte de sus características. Deberá ser envasado en bolsas de nylon o a granel bajo techo.

Para su aplicación siempre se mezcla con la tierra o en la base de las plántulas, posturas o semillas. El humus de lombriz también puede ser utilizado en forma líquida, para lo cual se mezcla con agua en una proporción de 1:8, se agita bien y se deja en reposo durante 24 h como mínimo; finalmente; se filtra el líquido sobrenadante y se utiliza en forma foliar.

Tabla 5. Composición del humus de lombriz

| | Estiércol vacuno (n=80) | Estiércol porcino de lecho (n=68) | Estiércol porcino (n=68) | Cachaza (n=28) | Residuos de café (n=9) | Hojasasca (n=18) |
|--------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|------------------------|------------------|
| pH | 6,5 - 7,1 | 5,6 - 6,1 | 6,2 - 6,6 | 7,0 - 7,4 | 6,1 - 6,5 | |
| CE dSm | 1,5 - 3,9 | 2,0 - 2,8 | 0,7 - 2,2 | 0,4 - 1,1 | 0,5 - 1,7 | 1,3 - 2,9 |
| MO % | 49 - 64 | 42 - 64 | 54 - 59 | 50 - 60 | 74 - 80 | 46 - 68 |
| N % | 1,6 - 2,7 | 2,1 - 3,0 | 2,2 - 3,1 | 1,1 - 1,9 | 3,4 - 3,7 | 1,8 - 2,4 |
| P % | 0,2 - 0,9 | 0,9 - 2,7 | 1,2 - 1,5 | 1,0 - 2,1 | 0,02 - 0,3 | 0,6 - 1,0 |
| K % | 0,2 - 0,5 | 0,08 | 0,2 | 0,2 - 0,3 | 0,1 - 0,2 | 0,2 - 0,3 |
| Na % | 0,04 | 0,02 | 0,1 | 0,06 - 0,1 | 0,03 - 0,09 | 0,06 - 0,08 |

(n): número de muestras; CE: conductividad; Na: sodio.

A continuación se muestran algunas de las dosis utilizadas:

| | |
|-------------------------------|---|
| Hortalizas | 0,6-1 kg/m ² |
| Frutales | 1-2 kg/plantas |
| Viandas | 2-3 t/ha |
| Flores y plantas ornamentales | 20-50 g/plantas (de 5 a 7 cucharadas por macetas) |
| Granos | 2-4 t/ha |

La lombriz

La lombriz de tierra es muy rica en proteínas y aminoácidos, por tanto constituye un producto importante para la alimentación animal.

Su composición es la siguiente:

| | |
|-----------|-----------|
| Proteínas | 60-70 % |
| Grasas | 7,0-9,0 % |
| Cenizas | 8,0-9,0 % |

Aminoácidos esenciales:

| | |
|-----------|-------|
| Metionina | 2,0 % |
| Cisteina | 2,3 % |
| Leucina | 4,8 % |
| Arginina | 4,1 % |
| Glicina | 2,9 % |

La forma más común de preparar harina de lombriz es, una vez separadas las lombrices del humus, estas se sumergen en agua con sal durante 2 h. La solución se prepara añadiendo una cucharada de sal común

por cada litro de agua, al cabo de este tiempo se colocan al sol hasta que estén tostadas, se muelen y se utilizan como harina de lombriz en mezclas de pienso.

EL COMPOST

Es considerado un abono orgánico (humus) que se obtiene a través de un proceso natural mediante la transformación de residuos orgánicos sólidos (agrícolas, agroindustriales, urbanos o de las excretas de animales). Dicho proceso es aeróbico, con acción de los microorganismos, y se produce bajo la influencia del oxígeno y condiciones adecuadas de temperatura, humedad, pH y tipo de compuesto. La concentración de los nutrientes disponibles también juega un papel determinante en la producción de compost. Albert Howard, en las primeras décadas del siglo XX, fue considerado el padre del compost, ya que desarrolló procesos refinados de obtención del este producto, en Indore, República de la India.

Elaboración del compost

Durante el proceso de elaboración del compost y como resultado de la acción respiratoria de los microorganismos, existe un alto desprendimiento de CO_2 , agua en forma de vapor y energía; debido a esto, la pila, silo o burro de materia orgánica se calienta, se eleva la temperatura, luego se enfría y madura, llegando a la etapa final (Mayea, 1990).

Las formas de elaboración del compost son muy variadas; puede realizarse enterrado (hueco en tierra), en recipientes o encima de la superficie (Paez, 1998).

La forma óptima recomendada es encima de la superficie (Fig. 14; p. 44). A continuación se describen los pasos a seguir en este caso:

- Limpiar toda la superficie de otros restos y obstáculos.
- Humedecer la superficie del suelo, sólo si está muy seca.
- Situar una capa de estiércol de 5 a 10 cm, cachaza o tierra fértil.
- Ubicar una capa de 30 a 40 cm, de residuos de cosechas u otros. Puede ser el material disponible que usted tenga y que considere de más difícil descomposición.
- Situar sobre la capa anterior otra capa fina de estiércol, cachaza o tierra vegetal (de 5 a 10 cm).
- Humedecer todo el material, esparciendo agua de calidad.
- Añadir otra capa de residuos orgánicos, de 30 a 40 cm; en tal sentido utilice los de fácil descomposición (frijol, yuca, plátano, etcétera).
- Añadir una capa fina de estiércol (fresco), tierra vegetal o cachaza (de 5 a 10 cm) y humedecer la pila.
- Adicionar una última capa de residuos orgánicos (de 40 cm).

Cuando se alcance una altura de 1,5 m, se tapa la pila con una fina capa de estiércol fresco, tierra vegetal o cachaza (de 5 a 10 cm), luego se humedece la pila y no se añade más material, con el fin de esperar el resultado final.

En el proceso se pueden ubicar tubos plásticos que lleguen al centro de la pila, para facilitar el movimiento del aire en su interior. Si desea conocer o medir la temperatura del silo, ya que así se comprueba si está o no activo, se ubican tres cabillas u otro metal (uno al centro y otro en cada extremo), posteriormente y de forma esporádica se sacan y se comprueba si su fábrica realmente está activa. En caso que llueva poco o en tiempo de verano, es preciso aplicar, cada cierto tiempo, agua para controlar la humedad y temperatura. La pila debe ser virada cada 15 o 25 días. Las dimensiones del silo son: altura 1,5 m, ancho 2 m y largo entre 10 y 30 m.

El procesamiento o elaboración del compost requiere de una zona de buen drenaje, con acceso seguro, preferentemente a la sombra, semisombra o se cubre con hierba, pencas de guano, etcétera, cercano a fuentes de agua y en áreas donde se generen cantidades apreciables de residuos orgánicos.

Para la obtención de este abono existen otros métodos menos técnicos; los campesinos o agricultores, en una esquina de su campo, patio o parcela, depo-

sitan los restos disponibles y cada vez que se generan restos de chapea, deshierbe u otras operaciones culturales y(o) técnicas, estos residuos se trasladan al lugar destinado y luego, con el transcurso del tiempo se descomponen, por lo que ya pueden ser utilizados como abonos en sus siembras. Otro método de elaboración de compost es inyectar lombrices a restos orgánicos semidescompuestos, mezclados con proporciones de estiércoles procedentes de sus animales. Esta forma permite obtener un abono de excelente calidad. Siempre que se sigan las instrucciones técnicas recomendadas, en menos de 90 días se obtendrá un buen abono.

Beneficios que aporta el compost

El compost garantiza la obtención de un abono natural de excelente calidad.

Cuando se aplica el abono obtenido se producen cultivos sanos. Este producto contribuye al desarrollo de una agricultura eminentemente ecológica y natural; ayuda a mantener el balance nutricional del suelo y, por tanto, su fertilidad natural.

Composición nutricional del compost. Dosis a aplicar en algunos cultivos

En las Tablas 6 y 7 se reflejan los datos referentes a la composición nutricional y dosis establecidas para el uso del compost.

Tabla 6. Composición nutricional del compost

| Composición | kg/t |
|------------------|---------|
| Nitrógeno | 10-25 |
| Fósforo | 4-12 |
| Potasio | 4-8 |
| Microelementos | 0,1-0,5 |
| Materia orgánica | 40-50 |
| Humedad | 35-45 % |
| pH | 6,5 |

Tabla 7. Dosis establecidas para el uso del compost en algunos cultivos y áreas

| Cultivo | Dosis |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Tomate | 8 kg/m ² de tierra |
| Pepino | 5 kg/m ² de tierra |
| Otras hortalizas | 3-6 kg/m ² de tierra |
| Viandas | 7 kg/m ² de tierra |
| Floricultura | 40 kg/planta |
| Frutales | 3 kg/planta |
| Cítricos | 5 kg/planta |
| Sustratos, huertos y organopónicos | 50 % de abono más 50 % de tierra |

Se ha comprobado que cuando el compost se produce con diferentes capas o cuando se elabora totalmente con hojas y tallos de plantas forestales (mayormente leguminosas), su contenido nutricional casi se duplica, respecto a los que se obtienen con otros residuos. Además, el abono orgánico obtenido es rico en microorganismos benéficos para el suelo y las plantas, su aplicación eleva el contenido microbiano, contribuye a que el suelo mantenga la humedad y que los nutrientes esenciales sean solubles para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Si no se logra producir cantidades abundantes de compost para mejorar toda el área, se aconseja aplicarlo en forma localizada, al alcance del sistema radical de las plantas. No debe almacenarse más de 6 meses, el mejor almacén es el suelo; cuando lo use, mézclelo con la tierra, de esta forma será mejor aprovechado y el producto no corre el peligro de ser erosionado por la lluvia.

FERTILIZANTES

TIPOS DE FERTILIZANTES

De acuerdo con los nutrientes que los componen los fertilizantes sólidos se clasifican en:

- Fertilizantes completos: cuando tienen los tres elementos fundamentales, NPK.
- Fórmulas binarias: cuando tienen dos elementos de los tres fundamentales, N-P-O, N-O-K o O-P-K.
- Portadores simples: constituyen sales que tienen un solo nutriente; por ejemplo, el 0-0-60 (cloruro de potasio), la urea (46-0-0) o el superfosfato triple (0-46-0).

FÓRMULAS DE FERTILIZANTES

Cualquier fertilizante, además del nombre comercial, se expresa por su fórmula, sobre todo si es una fórmula completa.

Por ejemplo, una fórmula completa es 9-13-17. El primer número indica su contenido de N (%); es decir, tiene 9 % de N, y en cada tonelada del fertilizante aporta 90 kg de N. El segundo número indica su contenido de fósforo expresado en P_2O_5 (tiene 13 % de P_2O_5 y 1 t aporta 130 kg).

El tercer número corresponde al contenido de potasio expresado como K_2O .

Pueden haber fórmulas que contengan además otros elementos. Por ejemplo, en 10-4-16-2, el cuarto número corresponde a magnesio; es decir, esa fórmula contiene $N - P_2O_5 - K_2O$ y MgO . Se expresa como óxido de magnesio para los cálculos.

Si en vez de magnesio el elemento adicional fuera un microelemento, la fórmula debe indicarlo; por ejemplo: $N - P_2O_5 - K_2O - Zn$.

El número de la relación siempre se multiplica por 10 para obtener los kilogramos del elemento en cuestión que aporta una tonelada.

Desde el punto de vista de la tecnología las fórmulas completas pueden ser:

Mezclados en polvo: cuando se mezclan portadores o sales en polvo. Es el fertilizante de más baja calidad.

Mezclados granulados (*Bulg-blendiug*): cuando en la tecnología de producción se mezclan materias primas granuladas, y se obtiene un fertilizante de muy buena calidad.

Granulados: cuando en su tecnología de producción se procesan materias primas en polvo y se obtie-

ne un fertilizante granulado. En este caso cada gránulo puede estar compuesto por uno, dos, o todos los nutrientes. La mezcla no es homogénea en cada gránulo.

Complejos: cuando en su tecnología se procesan materias primas en polvo, incluso amoníaco (gaseoso), y se obtiene un fertilizante granulado, en el cual cada gránulo posee los tres nutrientes en proporciones homogéneas.

CÁLCULO DE LAS DOSIS DE FERTILIZANTES

En el manejo de los fertilizantes se pueden dar dos casos:

1. Con una dosis de fertilizantes, conocer qué cantidad de nutrientes (kg/ha) se aporta.
2. Conociendo la dosis de nutrientes en kg/ha que se aplica, determinar qué dosis de la fórmula se debe aplicar.

1er caso:

En la papa se está aplicando 20 t/cab de la fórmula 9-13-17 y 4 t/cab de urea. Se quiere conocer cuántos kilogramos por hectárea estamos aplicando de $N - P_2O_5 - K_2O$.

Cálculo:

| Fórmula | Dosis (t/cab) | Aporte (kg/ha) | | |
|---------|---------------|----------------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 9-13-17 | 20 | 134,13 | 193,74 | 253,35 |
| 46-0-0 | 4 | 137,10 | - | - |
| Total | | 271,23 | 193,74 | 253,35 |

APORTE DE LA FÓRMULA COMPLETA

$$N = \frac{20 \text{ t/cab} \times 90}{13,42} = 134,13 \text{ kg/ha}$$

$$P_2O_5 = \frac{20 \text{ t/cab} \times 130}{13,42} = 193,74 \text{ kg/ha}$$

$$K_2O = \frac{20 \text{ t/cab} \times 170}{13,42} = 253,35 \text{ kg/ha}$$

Aporte de urea (46 % de N)

$$N = \frac{4 \text{ t/cab} \times 460}{13,42} = 137,10 \text{ kg/ha}$$

Conclusión: con las dosis señaladas se aportan 271 kg/ha de N, 193 kg/ha de P₂O₅ y 253 kg/ha de K₂O.

2do caso:

Se necesita aplicar 237 kg/ha de N, 194 kg/ha de P₂O₅ y 255 kg/ha de K₂O, y se cuenta con la fórmula granulada 9-13-17. ¿Qué dosis se debe aplicar de la fórmula (en t/ha y t/cab)?

Cálculos:

Se define qué cantidad de nutrientes aporta 1 t de la fórmula 9-13-17.

$$9 \times 10 = 90 \text{ kg/ha de N}$$

$$13 \times 10 = 130 \text{ kg/ha de P}_2\text{O}_5$$

$$17 \times 10 = 170 \text{ kg/ha de K}_2\text{O}$$

Dado que el N se puede ajustar con urea, se comienza a trabajar por el fósforo.

$\frac{\text{Dosis de P}_2\text{O}_5 \text{ (kg/ha)}}{\text{Aporte de la fórmula en kg/t}} = \frac{\text{toneladas de la fórmula por hectárea}}{\text{t/cab}}$

$$\text{Fósforo: } \frac{193}{130} = 1,5 \text{ t/ha} \times 13,42 = 20 \text{ t/cab}$$

$$\text{Potasio: } \frac{255}{170} = 1,5 \text{ t/ha} \times 13,42 = 20 \text{ t/cab}$$

pletas, es imprescindible que la relación P:K de la fórmula sea la misma que la relación P:K de las dosis a aplicar. Esto es importante para escoger una fórmula o para determinar la fórmula que se debe utilizar. Por ejemplo, en un cultivo se necesita aplicar 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P_2O_5 y 80 kg/ha K_2O .

Primero, hay que determinar la relación P:K de las dosis, dividiendo CLK entre el P.

$$\frac{80}{60} = 1,33$$

Para poder aplicar las dosis señaladas, las fórmulas completas deben tener la misma relación, que pueden ser las siguientes:

N- 7-9,3

N- 8-10,6

N- 9-12

N- 10-13,3

N- 11-14,6

N- 12-16

En el caso de N, como siempre se debe hacer una aplicación adicional puede ser cualquier número, siempre que el aporte no sea muy alto y que obligue a dar todo el CI N con la fórmula completa.

Cualquiera de estas fórmulas puede resolver el problema.

En este caso se escoge a N-9-12, que bien puede ser la 8-9-12.

CÁLCULO DE LA DOSIS A APLICAR

Toneladas de urea
de 8-9-12 aporta:

Se quiere aplicar:

80 kg de N

120 kg de N

90 kg de P_2O_5

60 kg de P_2O_5

120 kg de K_2O

80 kg de K_2O

$$P_2O_5 = \frac{60}{90} = 0,666 \text{ kg/ha} \times 13,42 = 8,92 \text{ t/cab.}$$

$$K_2O = \frac{80}{120} = 0,666 \text{ kg/ha} \times 13,42 = 8,95 \text{ t/cab.}$$

N a aplicar con esta dosis:

$$\frac{8,95 \text{ t/cab} \times 80}{13,42} = 53,35 \text{ kg/ha}$$

Si la dosis de N que se necesita aplicar es 120 kg/ha y con la fórmula se aplica 53,35, faltan:

$$120 - 53,35 = 66,65 \text{ kg que se debe aplicar con urea.}$$

$$\frac{66,65}{460} = 0,145 \text{ t/ha} \times 13,42 = 1,94 \text{ t/cab de urea}$$

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Asamblea Nacional del Poder Popular, Cuba: Ley Forestal, su reglamento y contravenciones, 93 pp., Sevigraf, Ciudad de La Habana, 1999.

Couso, P.: *La erosión de los suelos*. En Compendio de conservación de suelos, CNSF, Centro Nacional de Suelos y Fertilizantes, Ciudad de La Habana, 1987.

Cuevas, J. R.: *Instructivo para el desarrollo de la Lombricultura en Cuba*. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura, Ciudad de La Habana, 1985.

DECAP, Departamento de Asesorías de Proyectos del Consejo de Iglesias, Cuba: *Ideas para el Huerto*. 7 pp., Ciudad de La Habana, 1997.

Fuentes, A.: *Manual técnico de estabilización y forestación de cárcavas en cuencas hidrográficas*. 43 pp., Agrinfor, Ciudad de La Habana, 2001.

—: *Suelo, uso, conservación y mejoramiento*. 49 pp., Agrinfor, Ciudad de La Habana, 1995.

Hernández, M.: *Manual metodológico para la confección de un esquema de rotación de cosechas*, 76 pp., Ciudad de La Habana, 1992.

Mayea, S. 1990: *Tecnología para la producción de compost (biotierra) a partir de la incubación con microorganismos de diversos restos orgánicos* MINAG, CIDA.

Páez, O.: *Producción de compost*, DECAP, Consejo de Iglesias, La Habana, 1998.

Sabbe, P.: *La barrera contra la erosión*, 78 pp., Banco Mundial, Bospas Bioingeniería, Washington D.C., 1995.