

**CENTRO DE CAPACITACION  
EN AGRICULTURA ORGANICA**



Tel: (506)463-2355

Fax: (506)463-2622

email: [agriorg@racsa.co.cr](mailto:agriorg@racsa.co.cr)



## Manual para el Curso Básico de Agricultura Orgánica

Gabriel Rodríguez Miranda  
Agricultor  
Laguna de Alfaro Ruiz,  
Alajuela, Costa Rica  
1999.

5

# INDICE

## CAPITULO I

### ASPECTOS BASICOS PARA INICIAR LA PRACTICA DE LA AGRICULTURA ORGANICA

#### Introducción

4

Historia de la experiencia

4

Qué es agricultura orgánica?

5

La agricultura orgánica y la vida en el bosque

6

Es posible poner en práctica la agricultura orgánica?

7

Las primeras decisiones que se deben tomar

9

La importancia de los descansos y los equilibrios biológicos, químicos y físicos del suelo

9

Interpretación del análisis de suelo

16

## CAPITULO II

### ESTABLECIMIENTO DE UNA FINCA ORGANICA

Elaboración de abonos

26

Los abonos sólidos

26

Abonos verdes

El abono fermentado

26

El abono de "compost"

27

Los abonos líquidos o foliares

28

El vinagre de madera

29

Elaboración de abonos orgánicos fermentado

31

Los materiales a emplear

31

Algunas sustituciones posibles en las materias primas

35

El proceso de preparación

35

Maduración adecuada de los abonos sólidos según su

Uso en las diferentes épocas del año

39

Conocimiento de poblaciones de hongos y bacterias

39

Diseño, construcción y manejo de un invernadero

40

Factores y materiales para la construcción del invernadero

40

Control de temperatura

41

Siembra de los almacigales

41

Control de humedad y germinación

42

Preparación del terreno

44

Trazado de las curvas de nivel

44

Uso de camas o eras

45

Diseño e instalaciones sistema de riego

Diseño del sistema de riego

46

Instalación y materiales

46

### CAPITULO 3 EL MANEJO DE LA FINCA

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| La siembra de cultivos                             | 47 |
| La forma correcta de transplantar                  | 47 |
| Aplicación del abono orgánico                      | 49 |
| La importancia de la rotación de cultivos          | 49 |
| Programación de rotaciones                         | 49 |
| Comportamiento de algunas variedades de hortalizas | 51 |
| El manejo de la fertilidad                         | 52 |
| El manejo de las hierbas                           | 53 |
| El manejo del riego                                | 56 |
| La asistencia al cultivo                           | 56 |
| Necesidades de los diferentes tipos de cultivos    | 56 |
| Observaciones que se deben hacer en el campo       | 57 |
| Corregir desequilibrios                            | 58 |

### CAPITULO 4 PROTECCION DE LOS CULTIVOS

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Cadena alimenticia         | 59 |
| Control de hongos y virus  | 59 |
| La sopa de hierbas         | 62 |
| Control del medio ambiente | 62 |

### ANEXOS

|                                     |
|-------------------------------------|
| CONSERVACION DEL SUELO              |
| GUA PARA LA ELABORACION DEL COMPOST |
| GUA PARA LA CRIA DE LOMBRICES       |
| COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA        |
| MANEJO DE LA BASURA ORGANICA        |

## CAPITULO I

### ASPECTOS BASICOS PARA INICIAR LA PRACTICA DE LA AGRICULTURA ORGANICA

#### INTRODUCCION

La agricultura orgánica es arte y ciencia a la vez. Una finca es como una universidad. Se aprende de observar las plantas. Los insectos y la grumosidad del suelo, las plantas en verdad no son mudas. Nosotros somos los sordos. Ellas nos dicen cómo hay que mejorar o adaptar los abonos, la rotación de cultivo y otras labores de campo.

Cuando hacemos las deshierbas, podemos observar las plantas y ellas nos van manifestando, por medio de la coloración, crecimiento o cubrimiento de las camas, cuáles son sus necesidades de momento. Esto nos permite establecer una relación estrecha con ellas y de ésta, sabemos lo que hay que hacer, variar o modificar.

Esa es la parte mística de la agricultura orgánica que se desarrolla con el tiempo. También se ocupan los análisis químicos del suelo para determinar la calidad / cualidad del mismo. El abono se interpreta, su madurez con base a sus olor, textura, color y sabor. La naturaleza nos va guiando para saber que hacer. Hay que ser buen observador.

#### HISTORIA DE LA EXPERIENCIA

Cuando comenzamos hace once años a trabajar en la horticultura orgánica aquí en Alfaro Ruiz, no teníamos tierras, ni conocimiento sobre experiencias anteriores de esta forma de producción.

La confianza para producir orgánicamente la recibimos de un agrónomo japonés voluntario, Shogo Sasaki, quien nos acompañó durante los primeros dos años. El nos dio la receta básica del Abono Bocashi. La Asociación MOA nos prestó videos sobre la agricultura orgánica, que fueron de gran ayuda.

Empezamos a experimentar. La receta básica del abono fue modificada muchas veces y se sigue modificando. Fue una lucha dura. Recibimos críticas fuertes del pueblo y de nuestras familias. También perdimos muchas siembras, porque los intermediarios no valoraban nuestro esfuerzo.

La situación cambió cuando empezamos a sembrar mayor variedad y cuando la Corporación "Más x Menos" comenzó a comprar nuestros productos. Las ventas crecieron, nos sentimos más seguros y enseñamos la técnica a otros agricultores.

En setiembre de 1992, una vez que dominamos la técnica, decidimos adquirir nuestra propia finca en un pueblo vecino, Laguna. En esta finca trabajamos 25 hombres y 7 mujeres, que nos ayudan con el lavado y empaque. También los niños juegan y aprenden en la finca. Producimos 18 tipos de hortalizas, que vendemos a las cadenas de supermercados, con el sello "vegetal orgánico" y con la marca Jugar del Valle. Llenamos diariamente hasta 500 cajas de hortalizas orgánicas. Existe mucha demanda por productos orgánicos en el país, pero algunos aún no están convencidos y por eso, la lucha por abrir mercados nacionales e internacionales, debe continuar.

## ¿QUE ES AGRICULTURA ORGÁNICA?

Agricultura orgánica es la manera natural de producir las hortalizas, frutas o verduras para el consumo propio o de la población en general; no se usa agroquímicos o químicos sintéticos, se respetan los balances que existen en la naturaleza, tanto químicos, físicos y biológicos.

La agricultura orgánica se puede desarrollar utilizando diversas técnicas de producción. Lo aprendimos preguntando y experimentando, poco a poco. Consultamos a los ancianos. Las prácticas de nuestros antepasados nos han servido de mucho. También se debe tener un monitoreo del suelo, de sus elementos químicos, físicos, biológicos. Hay que usar la ciencia y la técnica para analizar el suelo de una manera integral y consecutiva.

Muchos entienden por la agricultura orgánica: "combatir de manera natural con extractos de plantas y vinagre de madera". Sin embargo, todas las sustancias pueden ser buenas o malas y aplicar en exceso cualquier sustancia (aunque sea natural) es malo.

En la agricultura orgánica buscamos que las plantas estén bien nutridas. Así desarrollan sus propias defensas. Cuando la nutrición de la planta es correcta, sus desarrollo es igualmente correcto. Así, ella misma podrá repeler cualquier ataque de insecto o la penetración de virus y bacterias que puedan perjudicar su crecimiento.



## LA AGRICULTURA ORGÁNICA Y LA VIDA EN EL BOSQUE

En la agricultura orgánica se busca algo similar a lo que es el crecimiento de las plantas que se encuentran en los bosques. Este está todo el tiempo sano y mantiene el balance biológico, químico y físico que existe en la naturaleza. En el suelo del bosque hay un equilibrio natural de microorganismos y bacterias que ayudan a la descomposición de la materia orgánica que cae de la partes altas de los árboles y aportan las nutrientes que absorben las raíces.

En el bosque también existe un equilibrio entre los animales: pájaros, lagartijas y ranas, así como las avispas y arañas las cuales atacan a los insectos que comen las hojas y frutas. Los hongos buenos mantienen en su lugar a los hongos patógenos, que penetren en las raíces. Las lombrices perforan la tierra. Gracias a ellas el suelo del bosque es blando y esponjoso. Pero para que las lombrices mantengan su población, hay que darles una buena nutrición.

Toda la vida en el suelo vive de la materia orgánica generada por el bosque. En la agricultura, podemos alimentar la tierra con abono orgánico. Este es el elemento más importante, pues un suelo bien recuperado, bien alimentado produce hortalizas, frutas o verduras más sanas. El aplicar muy calculadamente los abonos orgánicos en nuestros campos nos garantiza que el suelo se irá recuperando, y mejorando física, química y biológicamente con el tiempo. El Agricultor debe analizar químicamente su suelo periódicamente a fin de ir buscando un balance.

Si logramos obtener una similitud entre nuestros campos de producción y el suelo del bosque, podremos obtener, entre otras cosas, un buen drenaje de la lluvia y una temperatura más regulada por la cantidad de abono orgánico que se encuentra en los suelos y así podremos también controlar cualquier enfermedad, virus o bacteria que se halle en el suelo.

Los plaguicidas químicos no sólo destruyen los insectos que comen nuestros cultivos, sino también hacen desaparecer los amigos naturales que uno tiene en la finca. Cuando se aplican químicos sintéticos, los depredadores mueren más rápido que los insectos que atacan los cultivos. Así es, como los plaguicidas rompen los equilibrios. La agricultura orgánica está basada en los equilibrios físicos, químicos, y biológicos que deben existir en el suelo. Por eso, en el largo plazo, la agricultura orgánica no se puede combinar con la agricultura química: son dos sistemas opuestos. Si utilizamos químicos en la agricultura orgánica, estamos siempre creando desbalances perjudiciales.

Con el aporte de los abonos orgánicos, la rotación de cultivos, los descansos entre cultivo y cultivo, se desea mantener una población de aves, lagartijas, ranas, e insectos parasitoides o depredadores, que nos ayuden a controlar los insectos que atacan las plantas. Con todo esto podremos garantizar que los cultivos tendrán una mejor apariencia y serán más competitivos en el mercado. Se puede concluir que un buen análisis químico del suelo realizado periódicamente, nos indicará el grado de abono orgánico que necesitamos. Si hacemos esto se creará un proceso de armonía entre los elementos que requiere la tierra. Dominar la técnica para formular el abono que se requiere es un aprendizaje largo y constante. Siempre hay algo que hacer, qué investigar, que mejorar.

## ES POSIBLE PONER EN PRACTICA LA AGRICULTURA ORGANICA?

Claro que sí, ya que la agricultura orgánica se aprende experimentando. Para llegar a lo rentable hay que asumir riesgos. En la horticultura se puede experimentar mucho, respaldado y apoyado por conocimientos básicos de la química y física del suelo.

Es verdad que con la experiencia y la práctica se aprende, pero sale caro; usando la técnica y la ciencia, analizando constantemente se abaratan los costos de producción; de vez en cuando se pueden cometer errores, pero mínimos. Si se siembra cada ocho días, se pueden aplicar 52 variantes por año. Esto nos da amplia oportunidad de observación para determinar cuáles son los métodos más adecuados de producción en diferentes épocas del año.

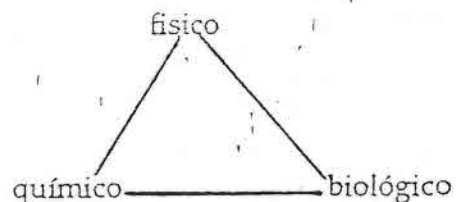
En un inicio, si no se tienen los conocimientos básicos en la producción orgánica, se pueden cometer muchos errores y se llega en ocasiones al fracaso. Si no se toman en cuenta elementos como la precipitación, temperatura, época del año, tipo de suelos, inclinación de los suelos, posición del sol o luz diaria para las hortalizas cometemos errores muy caros.

Por otro lado, cuando no se conocen los costos de producción de los abonos orgánicos, se teme que la producción orgánica podría ser más cara que la convencional. Sin embargo, se ha comprobado que, una vez dominada la técnica, el costo de producir orgánicamente está muy por debajo de la forma convencional. Los cultivos crecen más rápido y se ahorran todos los costos de los agroquímicos, ya que los insumos para el abono orgánico son más baratos que los fertilizantes sintéticos, ya que se encuentran en el medio ambiente.

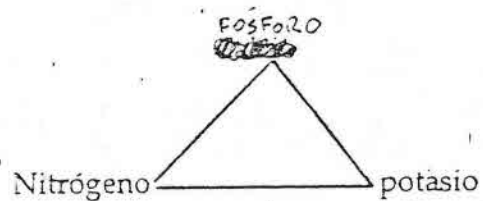
Quiero también recalcar que cada uno de nosotros debe encontrar su forma de aplicar las técnicas. La experiencia no es la misma para todos. Pero usando los análisis químicos para saber que le hace falta al suelo, cuidando la vida y ecosistemas del terreno y sabiendo lo que necesita cada cultivo, lograremos el éxito. Hay que estar abierto a las nuevas ideas y aprender cada día más.

## BALANCE DESEADO EN LA AGRICULTURA ORGANICA

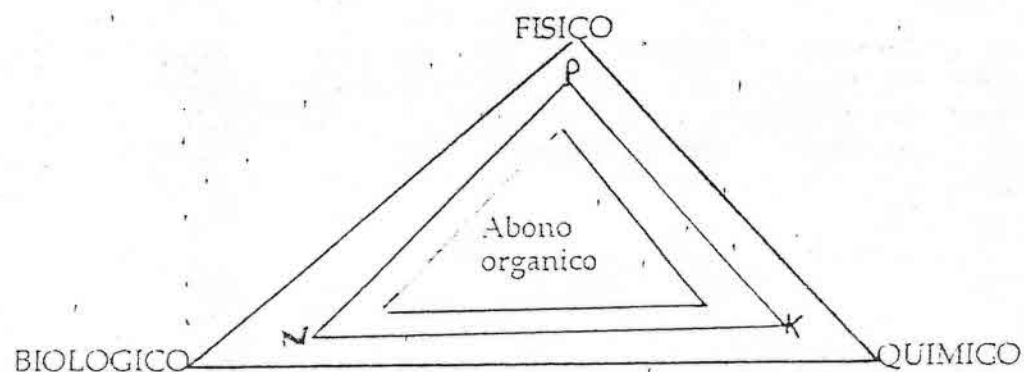
### EQUILIBRIO NATURAL



### EQUILIBRIO ARTIFICIAL



### EQUILIBRIO CIENTIFICO



## LAS PRIMERAS DECISIONES QUE SE DEBEN TOMAR

Para comenzar, es muy importante hacer un análisis químico del suelo y una escogencia sobre el sistema de producción orgánica con el que se iniciará. Se debe decidir si se comenzará con un sistema total, mixto o por cortes en crecimiento.

En un sistema total se ocupa la ayuda de personas con experiencia para que nos ayuden a producir desde un inicio en forma totalmente orgánica, ya que nos se deben cometer los errores que en otros casos se han presentado, de comenzar a producir orgánicamente en toda la finca sin conocimiento alguno. Eso nos puede llevar al fracaso y sería muy caro.

En el sistema mixto orgánico y químico (o de transición de lo químico a lo orgánico), se hace un fortalecimiento del suelo con abono orgánico y se controlan los insectos o desequilibrios en las plantas mediante un sistema aéreo, en el que se cubren las necesidades de las plantas por medio de atomizaciones químicas, únicamente en las cantidades mínimas que garanticen la producción.

En el sistema de producción por cortes en crecimiento, se destina un área pequeña de la finca y se comienza a producir orgánicamente. Así se pueden obtener las experiencias relacionadas con costos, eficiencia, y capacidad de producción; sin afectar la producción total. De esta forma los conocimientos se van adquiriendo a través de las cosechas en esa pequeña área. Esto nos permitirá observar cuáles son los pasos a seguir cuando se decida aumentar el área de la producción orgánica. Se debe tener mucho cuidado para que el crecimiento de la parcela vaya muy de acuerdo al crecimiento de conocimientos y capacidad humana de manejo de los productos y de la producción, del control de hierbas, capacidad de cosecha, etc.

## LA IMPORTANCIA DE LOS DESCANSOS Y LOS EQUILIBRIOS BIOLÓGICOS, QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL SUELO

Para poder explicar cual es la importancia de una buena rotación de cultivos, de los descansos de los suelos y su relación con el equilibrio físico, químico y biológico del mismo, voy a comenzar hablando de la tierra orgánica o humus.

### El humus o tierra orgánica

El humus es la unión de una parte mineral sin vida (restos de rocas que se han ido desintegrando hasta formar pequeñas rocas de arcilla, limus y arena) y la materia orgánica ( restos de animales y vegetales, pasto, ramas, huesos, etc. ) La unión de estos elementos es transformada en humus con el paso del tiempo, gracias a la acción de microorganismos, bacterias, hongos, etc. que viven en el suelo.

En la naturaleza los procesos de formación del humus tienen una dinámica continua y es un ciclo que no se detiene. El mejor ejemplo para entenderlo es lo que ocurre en el bosque. Las hojas de los árboles, sus ramas, los animales que mueren o sus desechos van depositándose sobre el suelo; los seres vivos que viven allí los trituran para comérselos, y así ayudan a que se descompongan en partículas cada vez más pequeñas que van mezclándose con la tierra.

El sol, el viento y la lluvia también intervienen en este proceso que hace que la materia orgánica se vaya convirtiendo en alimentos asimilables por las plantas. Es el alimento que el bosque se fabrica para sí mismo, en un equilibrio que evita que los árboles mueran y el lugar se convierta en un desierto.

### La importancia de la integración del barbecho al terreno

Las plantas que crecen en un área determinada ( de barbecho) evitan la penetración de los rayos solares directos hacia la tierra. Cuando los rayos del sol penetran en la tierra, eliminan muchas bacterias y microorganismos que se encuentran en ella y que son benéficos.

Al dejar en barbecho un terreno y luego incorporar éste al suelo, logramos que esta materia orgánica tenga un influencia o efecto muy positivo sobre las propiedades físico-químicas del suelo. Este proceso ayuda a retener agua de lluvia donde ésta cae y por lo tanto disminuye el clásico problema del escurrimiento en la agricultura ; también niejora la aireación, especialmente en los suelos de textura fina.

La materia orgánica hace que el suelo sea poroso y provoca una unión pegajosa de las partículas del suelo, muy abundante en gránulos. Estos gránulos actúan como partículas mayores y permiten que el agua y el aire se muevan libremente en el suelo. Estos grandes gránulos, a su vez, tienden a agregarse o cementarse debido al efecto pegajoso que logra la descomposición de la materia orgánica o humus.

La materia orgánica reduce el escurrimiento del agua y por lo tanto las pérdidas que causa la erosión hídrica. Cuando las gotas de lluvia golpean un suelo desnudo, desprovisto de materia orgánica, tienen el efecto equivalente a una bomba en miniatura .Destruyen la estructura del suelo cada vez más, hasta que finalmente provocan serias pérdidas de suelo por erosión. El suelo se va en el agua, se escurre y se arrastran cada vez mayores cantidades de tierra fértil; ésta finalmente se compacta y se vuelve estéril, creando serios problemas al agricultor.

### El equilibrio biológico del suelo

Las sustancias orgánicas en el terreno están formadas principalmente por residuos vegetales y animales, pero también por productos que los microorganismos han digerido ( o metabolizado ) . Además de esos residuos, la sustancia orgánica vegetal predomina respecto de la animal; ambas están sujetas a la actividad de los organismos vivos del suelo a través de procesos de descomposición, fermentación y transformación hacia el humus. Por lo tanto, al tener estos intervalos de descanso entre cosecha y cosecha, logramos aumentar la vida del suelo.

El suelo es el medio u hogar de innumerables formas de vida, animales y vegetales, cuyo tamaño oscila entre las que se observan a simple vista como las lombrices y las invisibles o microscópicas. Estos organismos vivos tienen una marcada influencia o efecto sobre las características del suelo, por ejemplo, en la granulación, estructura y aireación de las capas superiores del terreno. El número de

organismos presentes varía dependiendo de la acidez alcalinidad que tenga el terreno.

La vida microscópica vegetal de un suelo incluye bacterias, hongos y algas. Las bacterias, que son organismos de una sola célula, pueden encontrarse presentes hasta en un número de un millar o cuatro millones por grano de suelo. Los hongos, que incluyen el manto vegetal, no contienen clorofila y por lo tanto, no pueden fabricar su propio alimento. Un grano de suelo puede albergar de ocho mil a un millón de estos.

Para la recuperación del suelo también es muy importante la lombriz. Ella es gran auxiliar en este proceso, pues al cavar galerías, airea la tierra y al comérsela constantemente, su organismo la va convirtiendo en un fertilizante natural. No solo las lombrices, los microorganismos, y las bacterias, sino también algunos roedores, hormigas, caracoles, arácnidos y otros grupos de insectos, pasan una parte o tal vez toda su vida en el suelo.

El efecto de todos estos animales resulta benéfico para el suelo en su mayor parte. Los túneles que abren, por ejemplo, contribuyen a mezclar las distintas capas de suelo, mejoran la infiltración del agua y la aireación. Algunos, sin embargo, son perjudiciales porque atacan los cultivos, pero es evidente que los animales que pueblan el suelo viviente son vitales y valiosísimos auxiliares para mantener la fertilidad.

#### El equilibrio químico del suelo

La parte química del suelo es también de gran importancia. En él encontramos muchas sustancias que actúan como nutrientes vegetales. Un nutriente es una sustancia que después de ser asimiladas (absorbida) por la planta fomenta su desarrollo en todas sus fases de crecimiento, desde la germinación hasta la completa madurez, y mejora el rendimiento de la planta, tanto en cantidad como en calidad. Si bien en la materia orgánica es posible comprobar prácticamente la presencia de todos los elementos químicos de la naturaleza, solo 18 de ellos considerados esenciales.

Estos elementos esenciales se clasifican en macroelementos o elementos mayores, y microelementos o elementos menores. Esta clasificación se basa solamente por diferencias en las cantidades relativas de ese elemento requerida por los seres vivos. En la calidad no hay diferencia entre estos elementos. Cuando uno de ellos, ya sea macro o microelemento, no se encuentra en proporciones suficientes, el rendimiento es limitado.

Entre los macroelementos encontramos:

Carbono (C); Oxígeno (O); Hidrógeno (H); Nitrógeno (N); Fósforo (P); Potasio (K); Calcio (Ca); Magnesio (Mg); y Azufre (S)

Entre los microelementos encontramos:

Zinc (Zn ); Boro (B ); Cobre (Cu); Hierro (Fe ); Manganeso (Mn ); Molibdeno (Mo); Cobalto (Co); Cloro (Cl ); y Sodio (Na).

Tanto los macroelementos como los microelementos son importantes para un buen desarrollo de la planta y deben estar presentes para lograr el equilibrio químico del suelo. Por eso transcribimos la siguiente información sacada de un texto sobre agricultura natural de la Fundación MOA. Aquí se da una explicación clara del efecto de cada elemento sobre el desarrollo de los cultivos.

El comportamiento del NITRÓGENO en el terreno se diferencia según la forma química en la cual se encuentre. Como nitrógeno nítrico no es retenido por los coloides del terreno (arcilla-humus) y se pierde fácilmente por acción del agua, por lo tanto su uso debe ser fraccionado y repetido en dosis reducidas para evitar las pérdidas del mismo. Es un abono de cubierta, su empleo se realiza cuando el cultivo ha sido ya realizado y se quiere estimularlo.

El nitrógeno amoniacal, en cambio, es retenido por los coloides humo-minerales del terreno, por lo cual, su empleo puede ser anterior a la siembra, sin peligro de pérdida de elementos nitrogenados. El pasaje del nitrógeno del elemento inerte a materia viva se realiza a través de cambios químicos en él: técnicamente se habla de la reducción de los nitratos y su transformación en compuestos amoniacales. En las transformaciones de nitrógeno nítrico a nitrógeno amoniacal, intervienen algunas enzimas.

El nitrógeno es el elemento plástico por excelencia que entra en la fisiología de la planta, favoreciendo la multiplicación celular y la fotosíntesis clorofílica. La mayor absorción de nitrógeno por parte de la planta, se verifica en el período de mayor desarrollo vegetativo.

El FÓSFORO domina todo el metabolismo de la planta, por lo cual su función es plástica ( formadora de tejidos y estructuras ). Es un componente de las nucleoproteínas, condiciona los procesos de crecimiento de los meristemas ( tejidos por donde crece la planta ). Trabaja en los procesos respiratorios y enzimáticos de la planta. Participa en la síntesis de los aminoácidos ( que luego se unen para formar proteínas ), en el metabolismo de los carbohidratos ( azúcares y almidón ) y además influye positivamente en el desarrollo del aparato radical.

El POTASIO es muy abundante en la planta, especialmente en los órganos jóvenes como los meristemas. Su función es energética, más que plástica. Favorece la formación de las membranas en el desarrollo de todos los tejidos mecánicos de sostén. Promueve la síntesis de los hidratos de carbono (azúcares), la modificación orgánica de nitrógeno y el metabolismo protéico, regula la absorción del agua y la transpiración de la planta, aumenta la resistencia al frío, induce una sensible mejora cualitativa y organoléptica ( de la calidad de aroma y sabor ) . En su calidad de equilibrador de la absorción del nitrógeno, favorece la precocidad de la producción.

El porcentaje de CALCIO en el terreno varía sensiblemente de lugar a lugar; se pueden tener terrenos con alto contenido calcáreo y otros con contenido reducido o nulo. Para los efectos fisiológicos de la planta es importante conocer el porcentaje de calcio activo; independiente de la elevada presencia de carbonatos totales.

El calcio corrige el exceso de acidez del terreno, además de poseer una fuerte acción antagónica respecto del hierro. El calcio determina la retrogradación del fósforo de mono a bicálcico y tricálcico. En esta última forma es casi inutilizable por la planta.

El calcio no se traslada de las hojas más viejas a las jóvenes, por lo tanto, frente a la carencia de calcio, los fenómenos cloróticos se inician en la parte superior de la planta. También el aparato radical sufre una modificación reductiva y morfológica. El exceso de tal elemento, además de influir sobre la reducida disponibilidad del hierro, condiciona también la absorción del boro por parte de la planta.

El MAGNESIO, se encuentra generalmente presente en el terreno y en la planta como compuesto orgánico mineral en la clorofila, para cuya formación es indispensable. La carencia de magnesio se reconoce fácilmente porque los síntomas inician por las hojas basales con amarillamiento internerval y nervaduras verdes. El desecamiento de las raíces de la vid es otra fisiopatía conocida y difundida cuya manifestación se atribuye a la carencia de magnesio.

El aparato radical de la planta absorbe el AZUFRE, sobre todo bajo la forma de iones sulfatos. Su función en la planta es esencialmente plástica y aparece en algunos aminoácidos que constituyen la molécula proteica. La deficiencia de azufre se refleja negativamente alterando el metabolismo del nitrógeno y de los carbohidratos, con reducción del desarrollo de la paredes celulares como de la radical. En los terrenos alcalinos la utilización del azufre tiene también la finalidad de corregir y bajar el pH. Pero para que el elemento sea biológicamente disponible para las plantas, es necesario que sufra un proceso de oxidación por obra de los microorganismos del terreno.

El BORO está presente en muchos terrenos porque es un constituyente esencial de algunos silicatos, como puede también encontrarse bajo la forma de ácido bórico y de boratos. En la planta se encuentra en los tejidos jóvenes y en los órganos florales, especialmente en el polen. Su falta impide la fecundación de la ovocélulas y consecuentemente hay una escasa o nula producción de semillas. La falta de boro en la remolacha determina la fisiopatía conocida como mal del corazón. En el manzano y en el peral pueden causar suberosis externa e interna de los frutos, malformaciones de los mismos, además de la mortandad de las plantas cuando su carencia es muy acentuada.

Casos de carencia de MANGANESO se verifican generalmente en los terrenos alcalinos, con bajas temperaturas y elevadas precipitaciones. Altas concentraciones en el terreno de cobre, zinc y hierro pueden dar origen a deficiencias de manganeso.

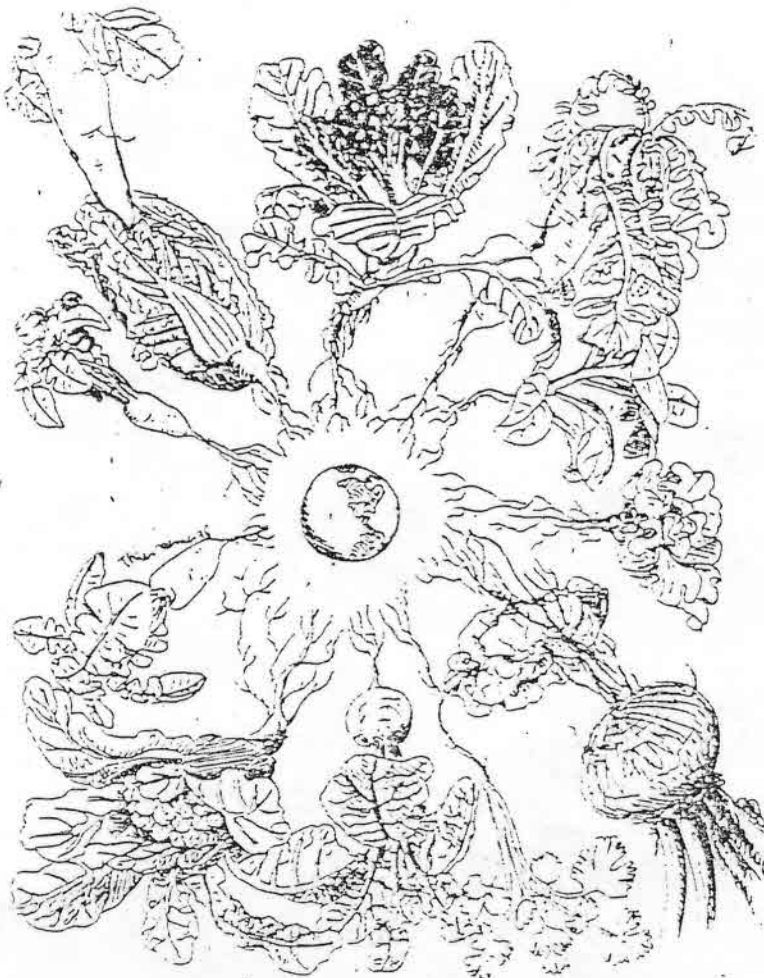
El ZINC está presente en el terreno, pero es móvil y fácilmente cambiante. Puede ser absorbido por las plantas solo en terrenos con pH ácidos y no en los alcalinos. Es un elemento indispensable y esencial en la movilización de las hormonas de crecimiento, ya que activa las enzimas, actúa en la formación de almidón y la maduración de las semillas. La carencia de zinc se manifiesta desde abajo hacia arriba de la planta, ya que como elemento móvil, migra fácilmente de las hojas viejas a la jóvenes.

El COBRE está presente en mayor o menor cantidad en todos los terrenos. En la planta se encuentra en las partes vitales ( hojas, yemas, embriones, semillas ) y en los órganos en vía de crecimiento. Se encuentra también en combinación orgánica unido a las proteínas. Su falta determina demoras en el desarrollo y se pone de manifiesto desde arriba hacia abajo.

El MOLIBDENO es un elemento esencial , pero se requiere en muy baja cantidad. Es de gran importancia por el papel que tiene en el metabolismo vegetal, especialmente en los procesos biológicos de fijación del nitrógeno en las leguminosas. El molibdeno es antagónico respecto del hierro, del boro y del calcio. En los cítricos, en caso de carencia aparecen hojas con áreas necróticas más o menos grandes y confluentes. Según estado de deficiencia, se puede verificar también formaciones de goma cerca de los internódulos.

El COBALTO aún no siendo un elemento esencial y aunque no se encuentra siempre en los tejidos de las plantas, es importante en la dieta de los rumiantes y por su presencia en la vitamina B 12.. Al igual que el molibdeno, activa los procesos de fijación de nitrógeno atmosférico por parte de los Rhizobium leguminosarum ( bacterias fijadoras de nitrógeno ). En ausencia del cobalto, los tubérculos radicales tienen un desarrollo retardado y se evidencia en el limitado desarrollo vegetativo.

El HIERRO se encuentra en cantidades más o menos abundantes en casi todos los terrenos; es menos abundante en los tejidos de las plantas. Posee una gran función en el metabolismo, con acción catalítica en la fotosíntesis clorofílica y en los procesos de óxido - reducción y de respiración. (MOA).



## TRANSFORMACION DE LA MATERIA ORGANICA EN EL SUELO



Circulación de la materia orgánica en el suelo.  
FUENTE Foelster y Fassbender<sup>1,2</sup>

### El equilibrio físico del suelo

El humus modifica el aspecto físico del suelo. Mejora la estructura de los terrenos con características extremas como los arenosos( excesivamente sueltos ) y los arcillosos ( muy compactos ). De esta forma, se aumenta la unión de las partículas del suelo ; mejora la retención del agua en los suelos arenosos; mejora también la porosidad permitiendo que el aire y el agua penetran mejor. En los suelos arcillosos, el humus aumenta la blandura , posibilita trabajarlos y reduce el resquebrajamiento.

Un suelo rico en sustancias orgánicas es biológicamente activo; sin ellas es inerte y estéril. La función de las sustancias orgánicas en el terreno se puede sintetizar como sigue:

- actúa sobre la estructura del terreno, aumenta la cohesión de los terrenos arenosos y la permabilidad de los arcillosos.
- aumenta la capacidad hídrica y la retención de agua,
- constituye alimento para los microorganismos (microflora y microfauna) que llevan a cabo la transformación de las sustancias orgánicas para que sean nutritivas para la planta
- retiene algunos iones, transmitiéndolos a las plantas gradualmente, impidiendo su disolución o insolubilización, o su lavado.
- reduce la fijación de fósforo y potasio en el terreno, permitiendo que lo absorban las plantas
- estimula el desarrollo radical y la absorción de los elementos nutritivos.(MOA),

Hay que decir que el abuso de la descarga de abono orgánico en los suelos produce desbalances químicos y biológicos. Esto nos lleva a hacer uso de minerales como la kiserita que aporta Mg y S. Se puede usar roca fosfórica y otros que nos ayuden a equilibrarnos el suelo. Son enmiendas naturales que se obtienen de rocas molidas y que están permitidas por los reglamentos internacionales de agricultura orgánica. No deben confundirse con enmiendas químicas sintéticas.

### INTERPRETACION DEL ANALISIS DE SUELO

El siguiente texto fue tomado de LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS Y SU MANEJO ( Florja Bertsch, Asoc. Costarricense de la Ciencia del Suelo y Centro de Invest. Agronómicas CIA -UCR , 1998 ).

Consideramos que las sugerencias que brinda son muy claras para entender como hay que interpretar un análisis de suelo.

## Interpretación de análisis de suelos

Según sean las características de detalle y especificidad de los estudios de calibración y correlación de los que surgen las Tablas de Niveles Críticos, así será la precisión con que se pueda interpretar los análisis de suelos. Los niveles críticos varían según la solución extractora, según el tipo de suelo y según el cultivo, por lo tanto, antes de realizar una interpretación hay que tomar en cuenta con qué soluciones se hizo el análisis, y con que Tabla de Niveles Críticos se cuenta.

Por Nivel Crítico de suelo se entiende aquella concentración extraída del suelo por encima del cual, las posibilidades de encontrar respuestas a la fertilización son muy bajas, y por debajo de la cual, muy probablemente los rendimientos serán pobres.

En los Cuadros 18 y 19 se presentan la metodología y la Tabla de Niveles Críticos asociada a esa metodología que se usan en el país. Esta tabla no establece diferencias por grupo de suelos ni cultivo. También hay que recordar que en el país, actualmente, existen muchos otros laboratorios de análisis de suelos, por lo tanto, si se van a interpretar análisis provenientes de ellos hay que asesorarse sobre los dos aspectos mencionados.

Otra consideración importante que hay que hacer en los análisis de suelos es sobre las unidades en que están expresados. La expresión de contenidos de nutrientes por volumen de suelo podría considerarse una medida menos variable y más comparable entre suelos, porque el volumen de 1 ha a una determinada profundidad (0.20 m) no varía (siempre es 2000000 de litros), mientras que el peso cambia según la densidad aparente. Sin embargo, son unidades transformables de una a otra:

$\text{concentración/peso} \times d.a. = \text{concentración/volumen}$

Con una comparación entre el análisis y la Tabla de Niveles Críticos la mayor parte de la interpretación parece estar resuelta, ya que se puede decir cuales problemas tiene ese suelo, que es hasta donde precisamente se puede concluir con un análisis de suelos, sin embargo, en el tanto en que se trate de entender la causa de esos problemas, será posible mejorar las decisiones para subsanarlos.

Una secuencia lógica para realizar una interpretación de un análisis de suelos es la siguiente:

1. Identificación de problemas de acidez. Causas. Observación del pH, la acidez, el Al, las bases. Cálculo del % de saturación de acidez. Consideración de la tolerancia del cultivo a la acidez.

2. Decisión de encalado. Cálculo de dosis. Definición de época, método y fuente. Consideración de efectos primarios y secundarios del encalado.

3. Cálculo de las relaciones entre las bases Ca-Mg-K. Estimación de posibles desequilibrios y efectos del encalado sobre ellas.

4. Identificación de todos los otros nutrientes deficientes. Establecimiento de causas.

5. Estimación del comportamiento del N y el S, con base en materia orgánica, condiciones climáticas, otras características del suelo, posibilidades de que ocurra mineralización, etc.

6. Elaboración de una síntesis o conclusión, en la que se ordenen jerárquicamente, según su importancia de atenderlos, los problemas diagnosticados en ese suelo.

En cuanto al cálculo de las dosis de encalado, existen una serie de métodos para hacerlo, y por cualquiera de ellos, con mayor o menor economía, se puede llegar a recomendaciones aceptables. La ventaja al recomendar esta enmienda radica en que, en términos generales, mientras las dosis no sean exageradas, siempre resulta beneficiosa y barata.

Los efectos primarios del encalado son la eliminación de la toxicidad de Al, y en algunos casos de Mn, el aumento en el contenido de Ca y la modificación de las relaciones entre cationes. También, en forma secundaria, se modifica la disponibilidad de P, Fe, Zn y Mo, se favorece la mineralización y otros procesos microbiológicos, y puede aumentarse la carga negativa de los coloides, o sea, la capacidad de retención de nutrientes en el suelo.

Las relaciones de equilibrio entre los cationes Ca-Mg-K es un fenómeno frecuentemente señalado en teoría de suelos como una limitante para la absorción de estos nutrientes por las plantas, sin embargo, hay pocas evidencias prácticas del efecto real de estos desequilibrios sobre los rendimientos de los cultivos. Los rangos óptimos que se sugieren en la Tabla de Niveles Críticos fueron deducidos a partir de experiencias en café y han sido poco verificados. Además, si se usan estos valores como criterio para ajustar los equilibrios, las dosificaciones resultan demasiado altas. Por estas razones, las relaciones de bases deben interpretarse con cautela, considerándose como índices importantes cuando el valor que ofrecen se aleja demasiado en una dirección o en otra del rango óptimo. Deben tomarse como guía de posibles problemas, no como hechos definitivos.

Después de estimar una dosis de encalado es conveniente recalcular las relaciones (considerando los cmol(+)/L adicionados) para ver la alteración que sufren y estimar los posibles problemas, principalmente de Mg, que se pueden presentar.

Imaginarse el comportamiento del N y el S provenientes de la materia orgánica del suelo que se está evaluando resulta el único mecanismo real de juzgar estos elementos, pues los análisis de N, además de que casi nunca se informan, resultan poco confiables. Los factores que más influyen sobre la mineralización de la materia orgánica son: la cantidad de restos existentes, el tipo de suelo, las condiciones de humedad y temperatura y sobre todo la intermitencia del fenómeno, el pH del medio, y el contenido de bases. A mayor magnitud de cualquiera de estas condiciones, mayor podrá ser la liberación de N y S e incluso de P, a partir de la materia orgánica.

Efectuar una síntesis de los problemas analizados en un suelo permite definir lo que

hay que atacar primero. En el suelo, como en todo, mientras no se eliminen los problemas más grandes, no será posible ver la mejoría que ocasiona corregir los problemas pequeños. Este criterio responde al principio que la producción nunca puede ir más allá de lo que el factor más limitante lo permita. Descubrir cuál es éste, representa la mitad del éxito.

Otro aspecto importante es la transformación de los datos de un análisis de suelos a kg/ha, pues permite relacionar la disponibilidad de nutrientes en el suelo con los requerimientos de un cultivo, que en general se expresan también en kg/ha.

Las unidades de concentración comúnmente usadas en los análisis de suelos son:

$$\text{cmol(+)}/\text{L} \text{ ó } \text{kg} = \text{meq}/100 \text{ ml} \text{ ó } \text{g} \\ \text{mg}/\text{L} \text{ ó } \text{kg} = \mu\text{g}/\text{ml} \text{ ó } \text{g}$$

Asumiendo 1 ha, en volumen, a 20 cm con 2000000 L, las transformaciones de datos determinados en volumen se realizan a través de los siguientes factores:

$$\begin{array}{ll} \text{cmol(+) Ca}/\text{L} \times 400 = \text{kg/ha} & \text{PM Ca} = 40 \\ \text{cmol(+) Mg}/\text{L} \times 240 = \text{kg/ha} & \text{PM Mg} = 24 \\ \text{cmol(+) K}/\text{L} \times 780 = \text{kg/ha} & \text{PM K} = 39 \\ \text{cmol(+) Al}/\text{L} \times 180 = \text{kg/ha} & \text{PM Al} = 27 \\ \text{mg}/\text{L} \times 2 = \text{kg/ha} & \\ \% \times 10000 = \text{mg}/\text{L} (\text{ppm}) & \end{array}$$

Un cmol(+) Ca pesa 0.00020 kg, por lo tanto, 2000000 L de una ha pesarán 400 kg. Si hay 0.0000001 kg en cada L, habrá 2 kg en 2000000 L que tiene una ha.

Ejemplos de interpretaciones de análisis de cada uno de los grupos de suelos principales en el país se presentan en los Cuadros 20, 21 y 22.

## REFERENCIAS

- DIAZ-ROMEU, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelo y tejido vegetal e investigación en invernadero. Turbana, Costa Rica, CATIE, 65 p.
- GUERRERO, R. 1984. El diagnóstico químico de la fertilidad del suelo. In Fertilidad de Suelos: diagnóstico y control. Ed. por F. Silva. 2 ed. Bogotá, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, p. 141-199.
- SANCHEZ, P. A. 1981. Suelos del trópico: características y manejo. San José, IICA, p. 301-353.

# Interpretación de un análisis de un Vertisol

SUELO: Typic Pellustert  
 UBICACION: Guanacaste, Liberia, Nacascob, Guardia  
 RELIEVE: plano  
 CLIMA: hústico  
 TEXTURA: arcillosa

|      | -----cmol(+/L)----- |        |       | %    |
|------|---------------------|--------|-------|------|
| pH   | Acidez              | Basas  | CICE  | SA   |
| 6.3  | 0.15                | 26.4   | 26.6  | 0.6  |
| NC = | (5.5)               | (0.50) | (5.0) | (10) |

| Ca/Mg | Mg/K     | Ca+Mg/K | Ca/K   |
|-------|----------|---------|--------|
| 2.6   | 67.3     | 239.1   | 171.8  |
| (2-5) | (2.5-15) | (10-40) | (5-25) |

|      | mg/L | -----cmol(+/L)----- |        |       |       |      |       | mg/L |      |     |
|------|------|---------------------|--------|-------|-------|------|-------|------|------|-----|
| M.O. | P    | K                   | Ca     | Mg    | S     | B    | Cu    | Fe   | Mn   | Zn  |
| 1.1  | 5    | 0.11                | 18.9   | 7.4   |       |      | 9     | 8    | 12   | 1   |
| NC = | (5)  | (10)                | (0.20) | (4.0) | (1.0) | (12) | (0.2) | (1)  | (10) | (5) |

| -----kg/ha----- |        |        |        |      |
|-----------------|--------|--------|--------|------|
| P               | K      | Ca     | Mg     | S    |
| (x2)            | (x780) | (x400) | (x240) | (x2) |
| 10              | 85.8   | 7560   | 1776   | 0    |

Es un suelo que, evidentemente, no presenta problemas de acidez. Su pH es muy superior a 5.5, por lo tanto, no existen probabilidades de que el Al esté soluble. Esto se comprueba con el bajo nivel de acidez intercambiable. Además, como la suma de bases es muy elevada, el % de SA es despreciable. Los problemas nutricionales de este suelo son: la deficiencia de P, debida a la formación de P-Ca que, en todo caso, son los menos problemáticos; los niveles bajos de K provocados por la presencia de arcillas 2:1 que permiten su fijación entre capas; y la escasez de elementos menores, especialmente el Zn y el Fe, cuyos niveles son bajos por la presencia de pH alto. Las relaciones de bases realirnan los problemas de K detectados, pues se encuentran a niveles muy por encima del rango normal. La situación del N y el S la define la cantidad de MO y sus posibilidades de descomposición. En este caso, los contenidos son muy bajos debido a que aunque la deposición puede ser abundante por la buena fertilidad, las condiciones para la proliferación de microorganismos (pH alto, muchas bases) resultan muy favorables. De este modo, no podría esperarse un suplemento adecuado de estos elementos a partir del suelo. En síntesis, la secuencia de problemas en este suelo es la siguiente:

$N > K > P > S > Zn > Fe$

# Interpretación de un análisis de un Andisol.

SUELO: Typic Hapludand  
 UBICACION: Alajuela, Bijagua, Upala  
 RELIEVE: quebrado  
 CLIMA: údico  
 TEXTURA: franco-arenosa

|      | -----cmol(+)/L----- |        |       | %    |
|------|---------------------|--------|-------|------|
| pH   | Acidez              | Basas  | CICE  | SA   |
| 5,3  | 0.12                | 13.1   | 13.2  | 0.9  |
| NC = | (5.5)               | (0.50) | (5.0) | (10) |

| Ca/Mg | Mg/K     | Ca+Mg/K | Ca/K   |
|-------|----------|---------|--------|
| 6.6   | 15.5     | 118.2   | 102.7  |
| (2-5) | (2.5-15) | (10-40) | (5-25) |

|      | mg/L | -----cmol(+)/L----- |        |       |       | -----mg/L----- |       |     |      |     |
|------|------|---------------------|--------|-------|-------|----------------|-------|-----|------|-----|
| M.O. | P    | K                   | Ca     | Mg    | S     | B              | Cu    | Fe  | Mn   | Zn  |
| 17.4 | 2    | 0.11                | 11.3   | 1.7   |       |                | 8     | 73  | 30   | 4   |
| NC = | (5)  | (10)                | (0.20) | (4.0) | (1.0) | (12)           | (0.2) | (1) | (10) | (5) |

| -----kg/ha----- |        |        |        |      |
|-----------------|--------|--------|--------|------|
| P               | K      | Ca     | Mg     | S    |
| (x2)            | (x780) | (x400) | (x240) | (x2) |
| 4               | 85.8   | 4520   | 408    | 0    |

El pH de este suelo es inferior a 5.5, sin embargo, esto no se debe a la presencia de acidez intercambiable, sino a los ácidos de la abundante materia orgánica. El contenido de bases es alto, lo que señala un buen índice de fertilidad natural y provoca un % de SA muy bajo.

Los elementos deficientes son, obviamente, el P por su alta fijación con alofana, y el K, que podría haberse lavado o quedarse retenido en los intersticios de la alofana.

El alto contenido de M.O. haría pensar en un adecuado suplemento de N y S en este suelo, sin embargo, estos productos orgánicos están formando organominerales altamente estables con la alofana, de muy difícil acceso para los microorganismos.

Por la alofana, rica en cargas positivas, este suelo tiende a fijar B. La secuencia de problemas en este suelo es la siguiente:

$P > N > K > (S) > (B)$

Requerimientos nutricionales de diferentes cultivos para alcanzar diferentes rendimientos

| Cultivo   | Rendimiento/ha        |       | N     | P   | K    | Ca  | Mg  | S  | Lugar          | Referencia      |
|-----------|-----------------------|-------|-------|-----|------|-----|-----|----|----------------|-----------------|
|           |                       |       | kg/ha |     |      |     |     |    |                |                 |
| Ajo       | 333333 plantas        |       | 122   | 13  | 111  | 16  | 17  | 20 | Brasil         | Da Silva, 1970  |
| Ajo       | 274250 plantas        |       | 204   | 155 | 183  | 143 | 18  | -  | Estados Unidos | Zink, 1963b     |
| Alfalfa   |                       |       | 170   | 20  | 120  | 175 | 15  | 20 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Alfalfa   | 22.4 t                |       | 672   | 58  | 558  | -   | 59  | 57 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Algodón   | 2.0 t                 |       | 150   | 40  | 130  | -   | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Algodón   | 1.3 t                 |       | 34    | 15  | 73   | -   | 10  | -  | Alemania       | BASF, 1987      |
| Algodón   | 1.5 t fibra           |       | 160   | 23  | 108  | -   | -   | -  | Alemania       | BASF, 1982      |
| Algodón   | 1.7 t fibra           |       | 201   | 71  | 141  | -   | 39  | 34 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Algodón   | 0.8 t semilla         |       | 30    | 5   | 7    | -   | -   | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Algodón   | 2.2 t semilla         |       | 140   | 21  | 84   | -   | 13  | 2  | Estados Unidos | Tisdale, 1975   |
| Algodón   | 1.7 t semilla y fibra |       | 84    | 16  | 47   | 34  | 14  | 2  | Estados Unidos | Foth, 1985      |
| Algodón   | 1.7 t semilla y fibra |       | 73    | 12  | 46   | 6   | 4   | 5  | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Algodón   | 5.0 t semilla y fibra |       | 180   | 27  | 105  | -   | 35  | 30 | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Alverja   | 2.8 t grano           |       | 184   | 17  | 98   | -   | 20  | 11 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Alverja   |                       |       | 80    | 8   | 60   | 25  | 8   | 15 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Apio      | 190.0 t               |       | 314   | 81  | 712  | 300 | 39  | -  | Estados Unidos | Zink, 1963a     |
| Arroz     |                       | bueno | 91    | 10  | 60   | 10  | 7   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Arroz     | 0.6 t grano           |       | 11    | 2   | 17   | 3   | 3   | -  | Malasia        | Kanapathy, 1976 |
| Arroz     | 1.1 t grano           |       | 45    | 8   | 67   | -   | -   | -  | Malasia        | Kanapathy, 1976 |
| Arroz     | 1.5 t grano           |       | 42    | 8   | 28   | 4   | 3   | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Arroz     | 2.3 t grano           |       | 123   | 21  | 103  | -   | 10  | 3  | Estados Unidos | Tisdale, 1975   |
| Arroz     | 3.0 t grano           |       | 50    | 11  | 66   | -   | -   | -  | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Arroz     | 3.0 t grano           |       | 84    | 14  | 89   | 21  | 9   | 9  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Arroz     | 3.2 t grano           |       | 91    | 10  | 59   | 6   | 7   | -  | Francia        | FAO, 1970       |
| Arroz     | 4.5 t grano           |       | 75    | 15  | 88   | -   | 8   | -  | Alemania       | BASF, 1987      |
| Arroz     | 6.0 t grano           |       | 100   | 22  | 133  | 19  | 12  | 10 | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Arroz     | 6.0 t grano           |       | 100   | 22  | 150  | -   | -   | -  | Alemania       | BASF, 1982      |
| Arroz     | 7.8 t grano           |       | 125   | 30  | 137  | -   | 16  | 14 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Arroz     | 8.0 t grano           |       | 141   | 37  | 90   | 28  | 14  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Arroz     | 2.0 t grano integral  |       | 107   | 12  | 86   | 17  | 13  | 5  | Estados Unidos | Foth, 1985      |
| Arroz     | 69.7 t grano integral |       | 90    | 16  | 74   | 13  | 10  | 3  | Estados Unidos | Silva, 1980     |
| Avena     |                       | bueno | 80    | 15  | 90   | 17  | 20  | 20 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Banano    | 20.0 t                |       | 60    | 10  | 165  | 10  | 15  | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Banano    | 30.0 t                |       | 627   | 69  | 1390 | 278 | -   | -  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Berenjena | 20.0 t                |       | 89    | 10  | 142  | 43  | 13  | 5  | Brasil         | Haag, 1968      |
| Cacao     | 1.0 t cápsulas secas  |       | 20    | 4   | 10   | 2   | 3   | -  | Francia        | FAO, 1970       |
| Cacao     | 0.5 t grano seco      |       | 10    | 2   | 5    | 1   | 1   | -  | Estados Unidos | FAO, 1970       |
| Cacao     | 1.0 t grano seco      |       | 20    | 6   | 30   | 3   | 4   | -  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Cacao     | 1.1 t grano seco      |       | 35    | 5   | 45   | 3   | 6   | -  | Malasia        | Kanapathy, 1976 |
| Cacao     | 2.5 t grano seco      |       | 25    | 6   | 15   | -   | -   | -  | Malasia        | Kanapathy, 1976 |
| Cacao     | 1.0 t mazorca         |       | 100   | 20  | 200  | 5   | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Café      | 2.0 t cereza          |       | 33    | 3   | 52   | 7   | 3   | 3  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Café      | 2.3 t cereza          |       | 70    | 12  | 115  | -   | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Café      | 2.0 t cereza          |       | 253   | 19  | 232  | 143 | 33  | 27 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Camote    |                       | bueno | 6     | 2   | 25   | 2   | 3   | 3  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Camote    | 33.6 t raíces         |       | 175   | 34  | 290  | -   | 20  | -  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Caña      | 25.0 t tallos         |       | 30    | 9   | 50   | -   | -   | -  | Francia        | FAO, 1970       |
| Caña      | 50.0 t tallos         |       | 60    | 22  | 125  | -   | -   | -  | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Caña      | 74.0 t tallos         |       | 108   | 27  | 251  | 31  | 27  | 27 | Estados Unidos | Foth, 1985      |
| Caña      | 75.0 t tallos         |       | 120   | 28  | 167  | -   | 29  | -  | Alemania       | BASF, 1987      |
| Caña      | 100.0 t tallos        |       | 110   | 39  | 282  | -   | 50  | 38 | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Caña      | 100.5 t tallos        |       | 106   | 15  | 167  | 30  | 38  | -  | Malasia        | Kanapathy, 1976 |
| Caña      | 120.0 t tallos        |       | 130   | 46  | 342  | -   | -   | -  | Alemania       | BASF, 1982      |
| Caña      | 3.0 t panela          |       | 145   | 40  | 210  | 120 | 110 | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Caña      | 200.0 t parte aérea   |       | 149   | 29  | 316  | 55  | 58  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Caña      | 100.0 t parte aérea   |       | 75    | 20  | 125  | 28  | 10  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Caña      | 300.0 t parte aérea   |       | 254   | 35  | 400  | 96  | 80  | -  | Estados Unidos | Silva, 1980     |
| Caucho    |                       | bueno | 420   | 26  | 160  | -   | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Cebada    | 2.0 t                 |       | 70    | 14  | 60   | 15  | 8   | 10 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Cebada    | 5.4 t                 |       | 168   | 27  | 139  | -   | 19  | 22 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Cebolla   |                       | bueno | 85    | 20  | 80   | 40  | -   | 20 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Cebolla   | 37.0 t bulbos         |       | 133   | 22  | 177  | 16  | 18  | 34 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Cebolla   | 392500 plantas        |       | 160   | 26  | 126  | 97  | 15  | -  | Estados Unidos | Zink, 1966      |
| Cebollín  | 1306875 plantas       |       | 73    | 10  | 88   | 31  | 7   | -  | Estados Unidos | Zink, 1962      |
| Chile     | 421875 frutos         |       | 51    | 5   | 84   | 65  | 8   | 5  | Brasil         | Fernandes, 1972 |
| Chile     | 160.0 t               |       | 31    | 6   | 42   | -   | 2   | 4  | Brasil         | Haag, 1970      |
| Coliflor  | 9.2 t                 |       | 68    | 9   | 77   | 25  | 11  | 21 | Brasil         | Horne, 1969     |
| Coliflor  |                       | bueno | 200   | 35  | 210  | 40  | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Durazno   |                       | bueno | 85    | 10  | 70   | 85  | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |

| Cultivo      | Rendimiento/ha       | N     | P  | K   | Ca  | Mg  | S  | Lugar          | Referencia      |
|--------------|----------------------|-------|----|-----|-----|-----|----|----------------|-----------------|
|              |                      | kg/ha |    |     |     |     |    |                |                 |
| Espárrago    | bueno                | 20    | 3  | 10  | 1   | -   | 3  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Espinaca     | bueno                | 100   | 15 | 70  | 30  | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Lamón        | bueno                | 180   | 25 | 155 | 200 | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Maíz         | 1.0 t grano          | 40    | 9  | 33  | 8   | 5   | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Maíz         | 3.0 t grano          | 72    | 16 | 45  | 4   | 4   | 5  | Francia        | FAO, 1970       |
| Maíz         | 3.4 t grano          | 80    | 20 | 56  | 8   | 14  | -  | Malasia        | Kanapathy, 1976 |
| Maíz         | 4.0 t grano          | 100   | 18 | 68  | 18  | 14  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Maíz         | 4.5 t grano          | 128   | 21 | 117 | -   | 22  | -  | Alemania       | BASF, 1987      |
| Maíz         | 5.0 t grano          | 170   | 30 | 60  | 23  | 25  | 20 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Maíz         | 5.0 t grano          | 170   | 35 | 175 | 27  | 39  | 19 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Maíz         | 6.0 t grano          | 120   | 22 | 100 | 24  | 25  | 15 | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Maíz         | 7.0 t grano          | 200   | 34 | 130 | 31  | 24  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Maíz         | 8.4 t grano          | 200   | 35 | 192 | -   | -   | -  | Alemania       | BASF, 1982      |
| Maíz         | 12.5 t grano         | 298   | 55 | 247 | -   | 73  | 37 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Maíz         | 130.6 Hl grano       | 224   | 37 | 181 | -   | 41  | 27 | Estados Unidos | Tisdale, 1975   |
| Maíz         | 130.6 Hl grano       | 263   | 44 | 172 | 49  | 42  | 27 | Estados Unidos | Foth, 1985      |
| Maní         | 2.0 t grano          | 150   | 10 | 70  | 70  | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Maní         | 3.0 t grano          | 323   | 31 | 170 | 118 | 31  | 24 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Manzana      | bueno                | 120   | 15 | 130 | -   | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Nabo         | bueno                | 140   | 15 | 85  | 55  | 17  | 13 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Naranja      | bueno                | 150   | 24 | 240 | 90  | 24  | 15 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Naranja      | bueno                | 240   | 25 | 165 | 220 | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Palma-aceite | bueno                | 90    | 10 | 110 | 250 | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Palma-aceite | 24.5 t               | 193   | 36 | 249 | -   | 61  | -  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Palma-coco   | bueno                | 85    | 20 | 155 | 25  | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Palma-coco   | bueno                | 74    | 16 | 113 | 12  | 18  | -  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Papa         | 20.0 t tubérculos    | 220   | 20 | 240 | 60  | 20  | 12 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Papa         | 20.0 t tubérculos    | 140   | 17 | 158 | 2   | 4   | 6  | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Papa         | 30.0 t tubérculos    | 148   | 22 | 213 | -   | 22  | -  | Alemania       | BASF, 1987      |
| Papa         | 40.0 t tubérculos    | 175   | 35 | 258 | -   | -   | -  | Alemania       | BASF, 1982      |
| Papa         | 40.0 t tubérculos    | 200   | 8  | 220 | 52  | 17  | 11 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Papa         | 40.0 t tubérculos    | 175   | 35 | 257 | -   | 23  | 16 | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Papa         | 44.0 t tubérculos    | 77    | 14 | 224 | 4   | 9   | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Papa         | 56.0 t tubérculos    | 302   | 44 | 508 | -   | 57  | 25 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Papa         | 348.3 Hl tubérculos  | 90    | 15 | 140 | 3   | 7   | 7  | Estados Unidos | Foth, 1985      |
| Papa         | 62.0 t planta entera | 147   | 19 | 403 | 60  | 31  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Papa         | 22.0 t raíces        | 120   | 20 | 166 | 40  | 26  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Papa         | 40.0 t raíces        | 172   | 34 | 232 | 70  | 48  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Papa         | 12.0 t raíces        | 52    | 10 | 80  | 22  | 14  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Papaya       | 2.0 t                | 74    | 8  | 15  | 10  | 11  | -  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Pasto corte  | bueno                | 350   | 70 | 400 | 110 | 70  | 80 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Pastos       | 13.0 t               | 200   | 30 | 200 | 50  | 50  | 20 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Pastos       | 25.0 t               | 300   | 70 | 500 | 150 | 100 | 75 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Pera         | bueno                | 155   | 30 | 200 | -   | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Piña         | bueno                | 150   | 55 | 480 | 110 | 60  | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Remolacha    | bueno                | 70    | 10 | 85  | 30  | 20  | 8  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Remolacha    | 67.0 t               | 286   | 20 | 511 | -   | 89  | 50 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Repollo      | 15000 plantas        | -     | 17 | 96  | 40  | 10  | 17 | Brasil         | Heag, 1979      |
| Repollo      | bueno                | 175   | 30 | 165 | 120 | -   | 40 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Repollo      | 84.0 t cabezas       | 280   | 31 | 249 | -   | 36  | 64 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Sorgo        | 1.0 t grano          | 26    | 1  | 6   | 9   | 6   | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Sorgo        | 2.5 t grano          | 65    | 10 | 48  | 16  | 12  | 7  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Sorgo        | 8.0 t grano          | 200   | 14 | 40  | 34  | 23  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Sorgo        | 8.9 t grano          | 280   | 44 | 186 | -   | 50  | 43 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Sorgo        | 52.2 Hl grano        | 129   | 23 | 103 | 37  | 26  | 6  | Estados Unidos | Foth, 1985      |
| Sorgo        | 100.5 t follaje      | 106   | 15 | 167 | 30  | 38  | -  | Malasia        | Kanapathy, 1976 |
| Soya         | 1.0 t grano          | 31    | 4  | 6   | -   | -   | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1978   |
| Soya         | 1.0 t grano          | 60    | 15 | 67  | -   | -   | -  | Francia        | FAO, 1970       |
| Soya         | 1.0 t grano          | 160   | 15 | 66  | -   | -   | -  | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Soya         | 1.8 t grano          | 160   | 26 | 96  | -   | -   | -  | Alemania       | BASF, 1987      |
| Soya         | 2.0 t grano          | 125   | 20 | 55  | 30  | 18  | 10 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Soya         | 2.2 t grano          | 192   | 16 | 116 | -   | -   | -  | Malasia        | Kanapathy, 1976 |
| Soya         | 2.4 t grano          | 224   | 19 | 81  | -   | 18  | -  | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Soya         | 3.0 t grano          | 300   | 40 | 115 | 70  | 35  | 25 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Soya         | 4.0 t grano          | 363   | 31 | 132 | -   | 30  | 28 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Soya         | 43.5 Hl grano        | 207   | 25 | 112 | -   | 20  | 11 | Estados Unidos | Tisdale, 1975   |
| Soya         | 34.8 Hl grano        | 168   | 18 | 52  | 8   | 8   | 5  | Estados Unidos | Foth, 1985      |
| Tabaco       | 2.0 t                | 120   | 25 | 200 | 80  | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Té           | bueno                | 65    | 10 | 30  | -   | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |

| Cultivo   | Rendimiento/ha       | N P K Ca Mg S |    |     |     |     |    | Lugar          | Referencia      |
|-----------|----------------------|---------------|----|-----|-----|-----|----|----------------|-----------------|
|           |                      | kg/ha         |    |     |     |     |    |                |                 |
| Trigo     | 0.6 t/grano          | 15            | 3  | 17  | 2   | 3   | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1973   |
| Trigo     | 2.0 t/grano          | 56            | 7  | 28  | 7   | 2   | 4  | Francia        | FAO, 1970       |
| Trigo     | 3.0 t/grano          | 125           | 22 | 92  | 16  | 14  | 14 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Trigo     | 3.0 t/grano          | 72            | 12 | 54  | -   | -   | -  | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Trigo     | 3.0 t/grano          | 85            | 15 | 45  | 13  | 20  | 12 | Colombia       | Silva, 1980     |
| Trigo     | 4.5 t/grano          | 110           | 24 | 92  | -   | 11  | -  | Alemania       | BASF, 1987      |
| Trigo     | 5.0 t/grano          | 118           | 27 | 90  | 13  | 18  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1973   |
| Trigo     | 5.0 t/grano          | 140           | 26 | 108 | 24  | 14  | 21 | Italia         | FIAC-FAO, 1980  |
| Trigo     | 5.4 t/grano          | 153           | 26 | 150 | -   | 26  | 23 | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Trigo     | 6.0 t/grano          | 170           | 33 | 146 | -   | -   | -  | Alemania       | BASF, 1982      |
| Trigo     | 52.2 Hl/grano        | 140           | 25 | 103 | -   | 16  | 16 | Estados Unidos | Tiedala, 1975   |
| Yuca      | 34.8 Hl/grano        | 79            | 16 | 47  | 8   | 10  | 9  | Estados Unidos | Foth, 1985      |
| Yuca      | 8.0 t/raíces         | 30            | 10 | 50  | 20  | 10  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1973   |
| Yuca      | 16.0 t/raíces        | 64            | 21 | 100 | 41  | 21  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1973   |
| Yuca      | 19.0 t/raíces        | 113           | 11 | 79  | 62  | 18  | 8  | Brasil         | Malavolta, 1979 |
| Yuca      | 20.0 t/raíces        | 210           | 40 | 480 | 150 | -   | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Yuca      | 25.0 t/raíces        | 161           | 17 | 113 | 44  | 16  | -  | Italia         | FIAC-FAO, 1970  |
| Yuca      | 30.0 t/raíces        | 120           | 40 | 187 | 77  | 40  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1973   |
| Yuca      | 40.0 t/raíces        | 120           | 31 | 291 | 57  | -   | -  | Italia         | FIAC-FAO, 1970  |
| Yuca      | 45.0 t/raíces        | 202           | 32 | 186 | 131 | 108 | 15 | Brasil         | FIAC-FAO, 1980  |
| Yuca      | 59.0 t/raíces        | 42            | 23 | 291 | 43  | 19  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1973   |
| Yuca      | 59.0 t/planta entera | 64            | 19 | 176 | 102 | 26  | -  | Estados Unidos | Sánchez, 1973   |
| Yuca      | 41.0 t/raíz fresca   | 233           | 72 | 246 | -   | 61  | -  | Malasia        | Kanapathy, 1978 |
| Zanahoria | 66666 plantas        | 258           | 43 | 835 | 199 | 32  | 38 | Brasil         | Fernandes, 1972 |
| Zanahoria | bueno                | 210           | 20 | 260 | 180 | 15  | -  | Colombia       | Silva, 1980     |
| Zanahoria | 24.0 t               | 74            | 19 | 166 | 57  | 9   | 17 | Brasil         | Haag, 1999      |

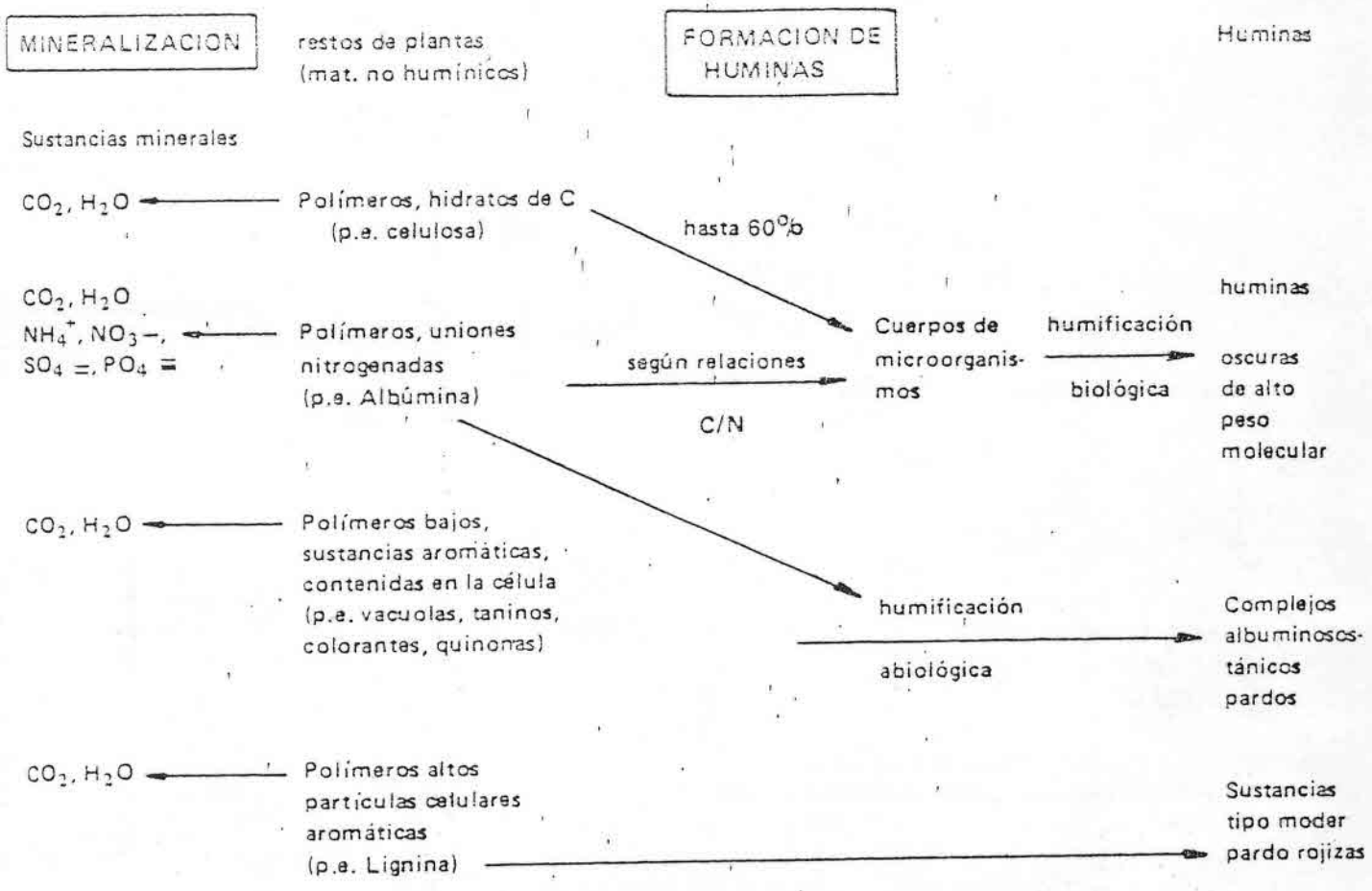
En general, los datos se refieren a la absorción total hecha por la parte aérea del cultivo, más la cosecha. Las raíces solo se consideran cuando son cosecha.

a. Requerimientos de la parte del cultivo que constituye cosecha, exclusivamente. No se consideran los requisitos del resto de la planta.

b. No es posible precisar a qué corresponden los requisitos nutricionales.

## REFERENCIAS

- BASF, 1987. Nitroloska. Alemania, BASF, p. 16.  
 BASF, 1982. Reportes Agrícolas no. 3:3-12.  
 DA SILVA, N. 1970. O Solo 62(1):7-17.  
 FAO, 1970. Las engrasas et leurs applications. Rome, FAO. 58 p.  
 FERNANDES 1971. O Solo 63(2):7-10.  
 FERNANDES 1972. O Solo 64(1):7-13.  
 FERNANDES 1972. Anais de E.S.A. Luiz de Queiroz 29:237-251.  
 FIAC-FAO, 1980. Los fertilizantes y su empleo. Roma, FAO (Colección FAO no. 8).  
 GARGANTINI 1963. Bragantia 22(56):693-714.  
 HAAG, H. 1968. Anais de E.S.A. Luiz de Queiroz 25:177-188.  
 HAAG, H. 1969. O Solo 61(2):7-12.  
 HAAG, H. 1970. O Solo 62(2):7-11.  
 HAAG, H. 1979. O Solo 71(2):65-71.  
 HOMA, P. 1969. O Solo 61(1):9-16.  
 KANAPATHY 1976. Guide to fertilizer use. Malaysia, Ministry of Agriculture. 141 p.  
 MALAVOLTA, 1979. K, Mg e S nos solos e culturas brasileiras. EUA, PPI. (Boletim no. 4).  
 FOTH, H. 1985. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, CECOSA, p. 29.  
 SANCHEZ, P. 1978. Suelos del trópico. Costa Rica, IICA, p. 203-205.  
 SILVA, F. 1980. Fertilidad de suelos. Colombia, SCCS, p.243-244, 246.  
 TISDALE, S.L. 1975. Soil fertility and fertilizers. New York, MacMillan.  
 ZINK, F. 1962. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80:430-435.  
 ZINK, F. 1963a. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82:351-357.  
 ZINK, F. 1963b. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82:579-589.  
 ZINK, F. 1966. Hilgardia 37(3):203-211.



Transformación de la materia orgánica.  
 FUENTE: Ulrich<sup>30</sup>.

## CAPITULO II

### ESTABLECIMIENTO DE UNA FINCA ORGANICA, O LA TRANSFORMACION DE UNA FINCA CONVENCIONAL A ORGANICA

#### ELABORACION DE ABONOS

Los abonos orgánicos pueden clasificarse en sólidos y líquidos. Entre los abonos sólidos se encuentran los abonos verdes, los abonos de compost o compostas y los abonos de fermentación. Entre los líquidos, o foliares, se tienen los abonos de frutas, los de hierbas, los de plantas aromáticas y el vinagre de madera.

#### LOS ABONOS SOLIDOS

##### *Los abonos verdes*

Quienes dispongan de mayores superficies pueden aprovechar una parcela para hacer siembras que sirvan para enriquecer la tierra. Estas siembras no se utilizan para el consumo sino que se usan exclusivamente para incorporarlas a la tierra como fertilizante, por eso se les denomina abonos verdes.

Las plantas que utilizamos como abonos verdes se deben picar y enterrar a poca profundidad un tiempo antes de que florezcan. Una vez incorporadas a la tierra, aumentarán rápidamente su contenido en materia orgánica. Este tipo de abono es muy útil para las tierras malas o empobrecidas. Estas se vuelven más fáciles de trabajar. En el verano podemos sembrar leguminosas, ya sea arvejas, frijol tierno u otros. En el invierno, leguminosas también como puede ser cubás o también frijol.

Los abonos verdes son muy valiosos como mejoradores de la composición física del suelo y por su aporte en nitrógeno. Por estos motivos, se los suele usar en tierras compactas, para aflojar, o en las sueltas, con el propósito de aumentar su contenido de humus.

Casi siempre se emplean leguminosas porque son plantas que proveen una mayor cantidad de nitrógeno gracias a la presencia de bacterias que lo fijan en sus raíces. Las especies que más se usan son arveja, cubás, vainica y frijol. En otras zonas se emplea la soya y el trebol, que son de rápido crecimiento. También pueden emplearse plantas de otras familias, principalmente gramíneas, como el sorgo, el pasto King Grass o gigante, la grama, la estrella y otros.

Una vez elegida la especie, se siembra y cuando la planta alcanza su máximo desarrollo, generalmente al llegar a la floración, se entierra. El momento oportuno para hacerlo depende de diversos factores, como la especie empleada, época del año, condiciones climáticas, etc. Desde el momento en que se incorpora al suelo este tipo de abono, hasta la iniciación del cultivo hortícola, es necesario que transcurra el mayor tiempo posible, porque mientras el abono verde no se haya descompuesto totalmente, absorbe agua compitiendo con las hortalizas en su aprovechamiento.

Dentro de los aspectos importantes en los abonos verdes se destaca la mejora de la producción del suelo, la aireación biológica y la introducción de microorganismos a profundidad, a más de 70 u 80 centímetros de profundidad en escala extensiva.

Estas funciones no son fáciles de ser desempeñadas por otras tecnologías o insumos, ya sea por aireación mecánica o por fertilizantes "químicos" comúnmente utilizados en la agricultura convencional. Esto torna el uso de abonos verdes una de las técnicas indispensables para la agricultura actual.

Fuera de esas virtudes que son exclusivas del abono verde, existen muchas otras que proporcionan mejoría de las propiedades del suelo, como se puede apreciar en el campo una vez incorporados los abonos verdes en él.

### El abono fermentado

En la producción de este abono el proceso es de fermentación, sin llegar a la descomposición. Esto se logra mediante un cuidadoso manejo de la cantidad de agua respecto a las proporciones de materia prima seca que se usan en su elaboración. Si hay exceso de humedad, el abono no se fermenta sino que se descompone.

Es muy importante poder determinar el tipo de materiales orgánicos que se van a usar y ver si éstos contienen buenas cantidades de azúcares o de bacterias que nos ayuden a aumentar la fermentación. Si no es así, se puede lograr mediante el aporte de miel, levadura o enzimas que se encuentran en los frutos. Estos materiales nos ayudan a acelerar el proceso de fermentación y por lo tanto, la maduración que se necesita en el abono.

### El abono de "compost"

El "compost" es un abono  descompuesto; es una forma de hacer abono en un estado más húmedo y más lento, utilizando diferentes materias primas. En este abono la relación carbono/nitrógeno es mayor por la humedad que tiene. No es necesario hacer aplicaciones de miel o levadura, pero si se hicieran mejorarían su calidad en cuanto nutrientes o composición química y también en la parte biológica.

El compostaje es un proceso donde la materia orgánica se degrada aeróbicamente por la acción de los microorganismos. Los azúcares ( y demás hidratos de carbono ), proteínas y grasas de la materia prima son transformadas en ácidos húmicos, ligniproteínas y tejido celular de nuevos microorganismos. Existe por lo tanto una transformación de los nutrientes originales en nuevas sustancias que podrán ser reutilizadas por las plantas. Estas transformaciones liberan calor ( reacciones exotérmicas ). Este calor permite que mueran huevos, larvas, agentes causantes de enfermedades y semillas que pudiera haber entre los materiales. También permite que crezcan hongos y bacterias que descomponen materiales duros ( celulosa, hemicelulosa y lignina ) Estos microorganismos que crecen en la etapa más

caliente ( termófila ) segregan muchos antibióticos que ayudan a controlar otros microorganismos.

Las principales funciones que cumple un compost son : suministra nutrientes de todo tipo; mejora la estructura física del suelo; incorpora antibióticos y microorganismos benéficos; evita el recalentamiento solar y el lavado de nutrientes.



**La fuerza de la tierra está en la calidad del abono**

### LOS ABONOS LIQUIDOS FOLIARES.

Normalmente en la literatura de Agricultura Orgánica se preparan caldos u infusiones a base de frutas, hierbas, flores y plantas aromáticas.

Nuestra experiencia ha sido la de combinar todas éstas ( flores , frutas, hierbas) en un solo recipiente. Para ello se seleccionan muy bien las hierbas Se elijen por su color ; que no sean atacadas por los insectos, que se muestren sanas,etc. También hay que observar cualquier característica que sea importante reconocer, por ejemplo: si la hierba es lechosa; o si por su naturaleza no se puedan usar: reina de la noche, cipres, etc.

#### Preparación:

Se prepara utilizando las frutas, hierbas y flores que se pican para introducirlos al recipiente (este no debe ser de metal por la acción corrosiva de los jugos ). Se coloca melaza o miel de purga en una proporción igual a la cantidad de

hierbas. Luego se pondrá una tapa plástica o de madera sobre el contenido presionandolo con una piedra a fin de que sea como una prensa. Esta piedra proporciona en grado mínimo minerales.

Esta preparación se pondrá a fermentar durante 6 a 7 días en un lugar fresco y sin exposición directa al sol. Luego del tiempo se cuela, y se disuelve 200cc del caldo en una bomba de 18 litros; la dosis depende del cultivo, el estado de desarrollo de la planta, época del año y los materiales empleados.

Este abono líquido de plantas, flores, frutos se utilizan en todos los cultivos, ya que ayudan a mejorar la planta en su color y crecimiento sano de las mismas.

En algunos casos los abono foliares de hierbas, flores, frutos nos ayudan a controlar algún insecto en particular ya se para repelerlos o alejarlos del todo dentro de los cultivos. Pero aquí se apela a la práctica cotidiana y al conocimiento de cuáles son las plantas más apropiadas para tal o cual insecto.

Cabe aclarar que se pueden hacer abono líquido solo de hierbas, o solo de frutas o de flores. Pero por la experiencia se ha notado un gran logro productivamente hablando al utilizar los tres en uno. Todo proceso fermentativo evita que los ingredientes quemen a las plantas a la hora de su aplicación y si se ha seguido el proceso normalmente.

### El vinagre de madera

El vinagre de madera es un abono foliar natural. Las sustancias que tiene le ayudan al cultivo a defenderse contra hongos y nemátodos dañinos. Se prepara mediante un proceso de quemado lento.

El vinagre de madera se puede preparar en un hueco de 75 cms de profundidad en la tierra. Al interior del hueco se acumulan de forma cruzada ramas de Madero negro, Poró u otras especies de madera. También se monta un tubo con la inclinación de un 30 por ciento ( ver dibujo). En la curva del tubo se hace una incisión. Al final, se tapa el montón de madera con hierbas y tierra.

Con barañas se prende la madera abajo en el hueco. Cuando la madera se quema, el tubo empieza a funcionar como chimenea. Debe salir un humo blanco. Si sale humo de un color oscuro, es debido a que el fuego se calentó demasiado. Esto se corrige apretando la madera. Una vez encendida, se termina de llenar el hueco con madera, para así taparlo completamente con hierbas y tierra.

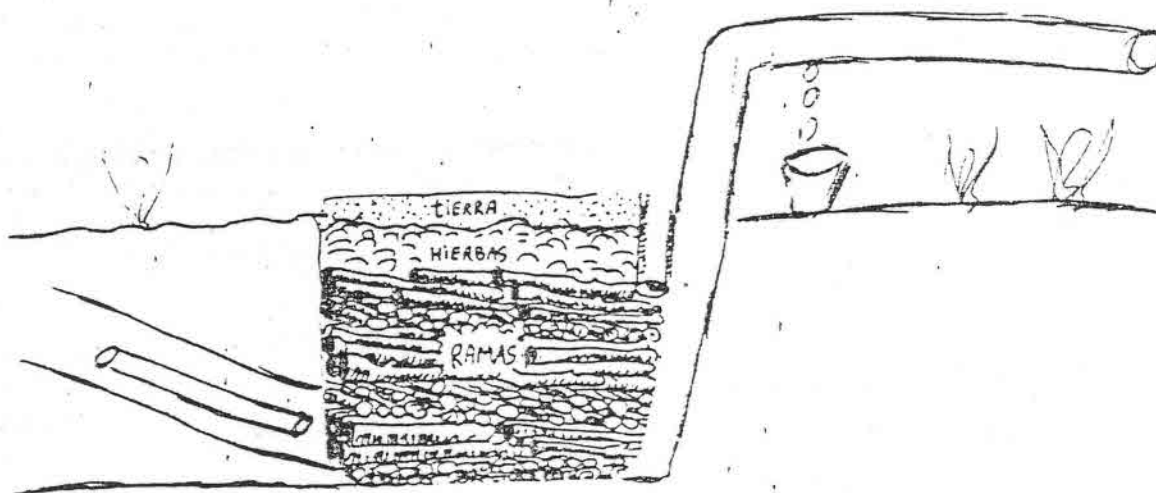
De la incisión en el tubo empiezan a caer gotas; es el vinagre de madera, que se recoge en un recipiente. El proceso de quemado lento dura de dos a tres días. La madera en el hueco se convierte en carbón utilizable para el abono. Es mejor dejar reposar el vinagre de madera durante bastante tiempo, antes de usarlo. El mejor vinagre de madera tiene un color café claro, el de mala calidad sale negro.

Para la aplicación en los cultivos, diluimos el vinagre de madera hasta unos 50 o 100 cc por bomba. Una mayor concentración nos quemaría las plantas. Se atomiza con boquilla alta para no causar pudrición en las plantas.

Se debe señalar que las dosis que aquí se indican han sido usadas en la finca en la cual se practicó, pero las dosis estarán sujetas al medio ambiente en donde se han destinado a ser usadas.

El vinagre de madera es un producto que se obtiene mediante la condensación de humo. Este producto puede ser combinado también con miel de purga o miel de tapa de dulce o miel de azúcar morena. Se mezcla 250 cc de miel en un litro de vinagre de madera y la dosis oscila entre 50 cc hasta 500 cc de la mezcla por 18 litros de agua, dependiendo del tipo de planta que vayamos a alimentar o cuidar (Usando diferentes cantidades si son hortalizas, frutas, raíces o verduras.)

Se sabe de antemano que las plantas, de acuerdo a su edad, tienen la capacidad de absorber o no. Es muy importante observar las dosis que usamos y hacer un recuento o recoger información de las diferentes prácticas que hagamos de campo. Este producto además de alimentar la planta, nos ayuda como repelente o controlador de ciertos insectos que causan daños en el cultivo, como la plutela, el gusano cortador, el gusano masticador, la liriomysa y la sanguijuela. También nos ayuda a controlar los nemátodos para lograr un buen desarrollo de la planta sin daño alguno.



## LA ELABORACION DE LOS ABONOS SOLIDOS FERMENTADOS

La elaboración de los diferentes tipos de abonos depende del lugar en donde van a ser empleados y de los cultivos que se van a abonar. En principio, tienen que ser abonos altos en carbono y relativamente bajos en nitrógeno. Como estamos trabajando en el trópico, la descarga fluvial es elevada, por lo tanto, la humedad en los campos se impondrá siempre durante el invierno. Eso nos obliga a utilizar materiales con alto contenido de fibra (residuos de arroz- maíz-zacate, por ejemplo) para poder así mantener los terrenos más sueltos, lo que nos va a ayudar a tener mejor filtración de las aguas y del aire, evitando la compactación por exceso de humedad en los subsuelos.

Se debe utilizar la mayor diversidad posible de materias primas, porque ello nos garantiza un buen equilibrio químico de los abonos orgánicos. La relación final de los elementos va a ser la más adecuada.

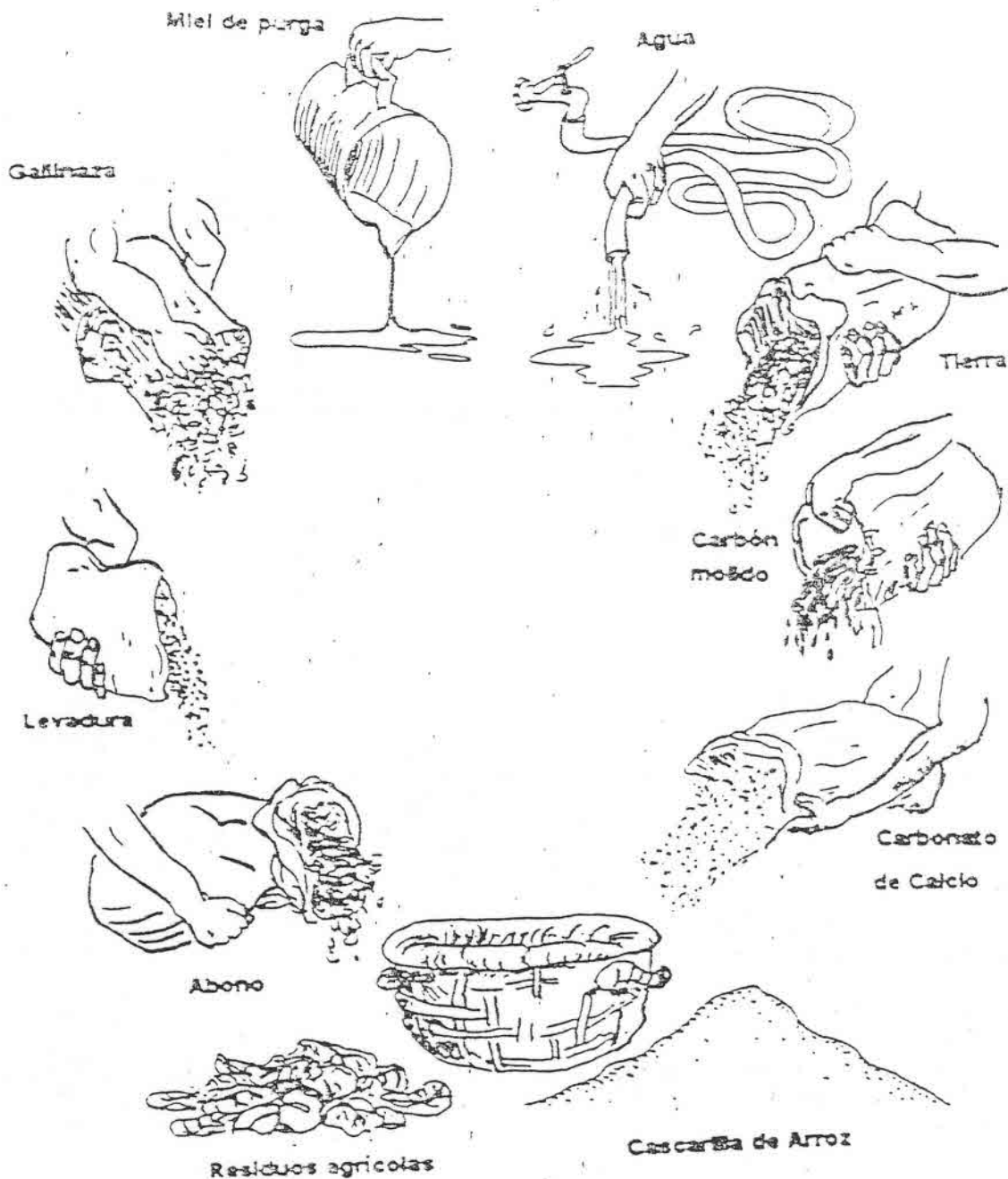
En la preparación del abono se debe evitar la penetración de los rayos solares. Se recomienda hacerlo bajo techo y sobre un piso de cemento en cual nos permite hacer manejable el proceso y evita el traspaso de humedad del suelo al abono lo cual podría perjudicar su preparación.

### Los materiales a utilizar

Los materiales o ingredientes que nosotros usamos para el abono orgánico fermentado son: gallinaza o boñiga, cascarilla de arroz, tierra, carbón, semolina, carbonato de calcio, miel de purga, levadura y agua; se puede utilizar también la brosa de café, la cascarilla de café, desechos de cultivo, pastos o forrajes, y todo tipo de hierbas que se encuentren en el campo. El cuadro 3. Muestra la cantidad que se usa de cada ingrediente para hacer el abono fermentado.

La gallinaza la compramos en una granja de gallinas ponedoras. La tierra para el abono la sacamos de nuestro campo. Ojalá que sea fértil, para así garantizar la población de hongos, bacterias y demás microorganismos que nos van a ayudar a la descomposición. Al abono añadimos también un poquito de abono orgánico ya hecho o tierra negra de montaña. El carbón lo adquirimos de aserraderos y tiene que ser menudito y no debe contener mucha ceniza. En lugar de semolina se puede usar también concentrado o suero. Usamos carbonato de calcio de 85 % y no de 46 %, ya que éste último es menos económico.

La proporción entre los ingredientes básicos es esencial para fomentar un proceso de fermentación equilibrado. Cada ingrediente tiene su función. La cascarilla de arroz, el carbón y la tierra previenen el escape de nitrógeno ( en forma de amoníaco), que se encuentra en la gallinaza. La semolina, la melaza y la levadura estimulan la fermentación. El carbonato de calcio regula la acidez. Añadimos un saco de abono orgánico, ya hecho para "inyectar" las bacterias de la fermentación.



Parte del éxito del agricultor orgánico dependerá del empleo de  
materias primas conseguidas en su propia finca.  
No de la compra de ellas.

En lo que se refiere a los contenidos nutritivos de las materias primas, es difícil determinar exactamente cuáles son, ya que eso está sujeto a la zona donde fueron producidas o a la época del año. Pero sí se puede hablar de algunas características generales.

Los excrementos animales como los de ganado porcino, vacuno, pollo y similares, así como los abonos de corrales (mezclas de estiercoles con coberturas de paja) y los materiales que han sufrido el tratamiento de secado, fermentación primaria etc, se usan ocasionalmente como materiales para proveer nutrientes. El estiércol de ganado vacuno y abonos de corral son altamente efectivos para restaurar las propiedades físicas y biológicas del suelo.

Como dijimos, el determinar el contenido químico de todos los materiales que se usan es difícil, pero si se considera muy importante se puede hacer con algunas materias primas. El cuadro 4 muestra un ejemplo de lo que podrían ser los contenidos de nutrientes de una materia prima muy utilizada en la producción del abono orgánico como es la gallinaza

#### Contenidos de nutrientes en la gallinaza

|           |          |      |     |
|-----------|----------|------|-----|
| Nitrogeno | (%)      | 3.92 |     |
| Fósforo   | (%)      | 1.57 |     |
| Potasio   | (%)      | 2.17 |     |
| Calcio    | (%)      | 4.47 |     |
| Magnesio  | (%)      | 0.68 |     |
| Hierro    | (mg/lit) |      | 805 |
| Manganeso | (mg/lit) |      | 290 |
| Zinc      | (mg/lit) |      | 330 |
| Cobre     | (mg/lit) |      | 55  |
| Boro      | (mg/lit) |      | 37  |

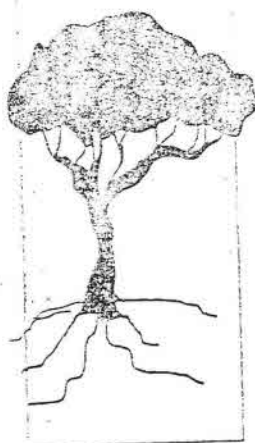
Mg/lit = p.p.m. (partes por millón)

Nota: La gallinaza es una materia prima que se puede usar en la elaboración de los abonos orgánicos, siempre y cuando su utilización no haga que los costos de producción del abono sean muy elevados. Si el costo es muy elevado, podemos encontrar algún otro tipo de materia prima que la sustituya.

Fuente: Gabriel Rodríguez Miranda y otros. "Horticultura Orgánica". 1994

CHO

|   |    |   |
|---|----|---|
| N | P  | K |
|   | Ca |   |
|   | Mg |   |
|   | S  |   |



- si falta, reduce el rendimiento
- si falta, produce síntomas
- si se aplica, la planta se recupera

Composición aproximada de algunos abonos orgánicos naturales.

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| Zn | Mn | Fe | Cu |
| B  | Mo | Cl |    |

Nutrientes esenciales para las plantas.

| Material                     | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | Mg  | SO <sub>4</sub> |
|------------------------------|------|-------------------------------|------------------|------|-----|-----------------|
| <b>RESIDUOS AGRÍCOLAS</b>    |      |                               |                  |      |     |                 |
| Broza de café*               | 2.5  | 0.3                           | 1.2              | 1.2  | 0.3 | -               |
| Borazo de caña               | 1.2  | 2.0                           | 0.3              | 0.4  | 3.1 | 1.5             |
| Cachaiza                     | 1.3  | 3.2                           | 0.2              | 2.7  | 0.3 | -               |
| Vinaza                       | 0.5  | 0.2                           | 3.1              | 0.5  | 1.2 | 2.7             |
| Granza de arroz*             | 0.5  | 0.2                           | 1.5              | 0.4  | 0.1 | -               |
| Fibra de coco*               | 0.9  | 0.1                           | 0.8              | 0.2  | 0.1 | -               |
| Cenizas de tabaco            | -    | 1.0                           | 23.0             | 22.0 | 6.0 | 5.5             |
| Cenizas de madera            | -    | 2.0                           | 5.0              | 22.5 | 3.5 | 1.0             |
| Harna de cacao               | 4.0  | 2.0                           | 2.5              | 0.5  | 1.0 | -               |
| Harna de cáscara cac         | 2.5  | 1.0                           | 2.0              | 1.5  | 0.5 | -               |
| Harna de soya                | 7.0  | 1.5                           | 2.5              | 0.5  | 0.5 | 0.5             |
| Turba                        | 2.0  | -                             | -                | 1.0  | 0.5 | 0.5             |
| <b>EXCRECIONES ANIMALES</b>  |      |                               |                  |      |     |                 |
| Guano peruano                | 13.0 | 12.0                          | 2.5              | 11.0 | 1.0 | 1.5             |
| Estércol vacuno              | 1.8  | 1.2                           | 1.8              | 2.2  | 1.1 | -               |
| Gallinaza                    | 3.0  | 3.1                           | 1.7              | 5.1  | 1.0 | -               |
| Porquinaza                   | 1.8  | 2.6                           | 2.1              | 2.0  | 0.2 | -               |
| Estércol de caballo          | 1.2  | 0.8                           | 0.8              | 0.2  | -   | -               |
| Estércol de oveja            | 1.6  | 1.0                           | 1.3              | 1.3  | -   | -               |
| Estércol de cabra sec        | 1.5  | 1.5                           | 3.0              | 2.0  | -   | -               |
| <b>SUBPRODUCTOS ANIMALES</b> |      |                               |                  |      |     |                 |
| Sangre seca                  | 11.0 | 2.0                           | 1.0              | 0.5  | -   | -               |
| Cenizas de hueso             | -    | 35.0                          | -                | 48.0 | 1.0 | 0.5             |
| Harna de hueso coad          | 2.5  | 25.0                          | -                | 30.0 | 0.5 | 0.5             |
| Harna de pescado se          | 7.5  | 7.0                           | -                | 8.5  | 0.5 | 0.5             |
| Harna de cacho y pez         | 14.0 | 1.0                           | -                | 2.5  | -   | 2.0             |
| Desechos de camarón          | 7.0  | 4.0                           | 1.0              | 7.5  | -   | -               |
| Tankage animal               | 7.0  | 10.0                          | 0.5              | 15.5 | 0.5 | 1.0             |
| <b>RESIDUOS URBANOS</b>      |      |                               |                  |      |     |                 |
| Aguas negras secas           | 2.0  | 2.0                           | -                | 2.5  | 0.5 | 0.5             |

Adaptado de: KNAUTH, 1977; JURADO y BUSTAMANTE, 1980; MUÑOZ, 1982; VAZ et al., 1975; SALCEDO y BARRETO, 1982; BERROCAL, 1982; ALVARADO, 1984.

### Algunas sustituciones posibles en las materias primas

Es de importancia que los agricultores hagan una investigación de las materias primas que se encuentran alrededor o en las cercanías de su finca, para así determinar cuáles son las que van a usar y en qué cantidades.

Si no podemos obtener la cascarilla de arroz, fácilmente podemos cambiarla por broza de café o cascarilla de café seca; también puede ser sustituida por el bagazo de caña, o por el aserrín. El aserrín nos aporta, además, algunos otros nutrientes. También podría ser sustituida por otras gramíneas de la zona, como pastos secos y picados, desechos como el olote del maíz ya desmenuzado. Todos estos materiales y otros que tengan gran contenido de fibra, pueden sustituir a la cascarilla de arroz.

También muchos de los residuos agroindustriales (hojas, cáscaras, etc.) se pueden utilizar, siempre tomando en cuenta la relación entre la materia seca y los contenidos de humedad de las otras materias. Cualquier materia orgánica se puede utilizar. Si las materias que se usan tienen un contenido de humedad demasiado alto; se pueden someter a un proscado para poder obtener luego una buena fermentación o descomposición de las mismas.

### El proceso de preparación

El abono orgánico que preparamos y usamos en nuestra finca es un abono de fermento. Es un abono de rápida preparación, que está listo en siete días.)

Los ingredientes o materias primas se apilan en capas diferentes. No importa el orden de la materia prima, simplemente se deben de poner en capas delgadas y después mezclar para que quede más homogéneo el montículo de abono orgánico. A cada capa se le da la humedad adecuada.

Si los materiales que se usan son algunos secos y otros con grandes cantidades de humedad, es posible que podamos evitar el aporte de humedad adicional; pero si las materias primas que se usan son sumamente secas, se debe de aportar humedad para poder ayudar a la fermentación o descomposición de las mismas. Es importante medir y regular la humedad del abono, ya que con ello controlamos también la temperatura del mismo.

Si las temperaturas son muy elevadas, el escape de amoníaco es mayor y podemos obtener abonos muy deficientes, ya que las relaciones de bacterias y microorganismos no van a ser las más adecuadas; además esos abonos pueden presentar grandes contenidos de metales. Esto perjudicaría la producción de nuestros cultivos.

Para saber si la humedad salió bien, se exprime fuertemente la masa. Se debe sentir el agua sin que salgan gotas de la mano. Si fuera necesario, se riega más agua. Se vuelve a extender para que tenga una altura de 50 cms (puede ser de 60 o 70 cms, dependiendo del lugar o los materiales que se usen). Si se amontona la masa en montículos más altos, la temperatura sube demasiado.

La temperatura del abono debe subir aproximadamente a 45 grados centígrados, que es la temperatura adecuada para permitir el proceso de fermentación iniciado por las bacterias que se forman en la masa. También se desarrollan unos hongos en el abono (actinomisis). Son hongos benéficos que ayudan con la descomposición. El proceso de fermentación evita que los ingredientes quemen a las plantas a la hora de la aplicación.

El abono se mezcla dos o tres veces al día, para que se de una mayor fermentación ya que la aireación es más seguida. Las bacterias de la fermentación necesitan oxígeno. Es bueno hacer el abono orgánico bajo techo, para que no entren los rayos del sol directamente y así no provocar una transformación química en los nutrientes que se están produciendo en el abono; también, para que la lluvia no cause un exceso de humedad en la descomposición, ya que eso podría perjudicar el producto final. El exceso de agua frena el proceso de la fermentación.

Con una aireación de dos a tres veces por día, podemos obtener un abono maduro en cuestión de 6 días. A los 7 días ya está frío y se puede recoger. Este abono tiene un pH neutro de 7 y puede almacenarse hasta 6 meses si es necesario.

En este tipo de abono se encuentran todos los nutrientes que se necesitan para que una planta crezca y se desarrolle de una manera más natural. Y así crece en una relación de hoja y tallo más correcta que si fuera producido convencionalmente.

En el cuadro siguiente, se resumen los rangos o cantidades mínimas y máximas que son adecuadas para el desarrollo de distintos cultivos.