



## ***"ABONOS ORGÁNICOS"***

# **"CONCEPTOS PRÁCTICOS PARA SU EVALUACIÓN Y APLICACIÓN" SU**



**- FOLLETO -**

**Autores:**

**Dr. C. Víctor M. Paneque Pérez  
Ing. Juan M. Calaña Naranjo**

San José de las Lajas, La Habana  
Septiembre del 2001

***Corrección y edición:* María Mariana Pérez Jorge**  
***Diseño y realización:* Yamila Isabel Díaz Bravo**

**SOBRE LA PRESENTE EDICIÓN:**

© Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), 2001

© Víctor Manuel Paneque Pérez

ISBN: 959-246-121-X

**Ediciones INCA**

**Gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700**

## RESUMEN

El desarrollo de la agricultura es la base de la alimentación de la humanidad. Para su desarrollo la materia orgánica de los suelos es fundamental para obtener el máximo potencial de rendimiento de los cultivos. Las labores culturales y la explotación de los suelos disminuyen sus contenidos de materia orgánica y ello afecta las propiedades físicas y químicas y su potencial productivo. Para recuperarlo se requiere la aplicación de abonos orgánicos para mantener su fertilidad y adecuadas propiedades físicas. Además, el desarrollo y explotación de varios cultivos intensivos o en condiciones controladas requieren la aplicación de abonos orgánicos. Por ello a través de toda la historia y el desarrollo de la agricultura el uso de los abonos orgánicos han tenido y tienen importancia destacada. En la actualidad esa importancia es mayor porque además de mejorar los suelos, con el uso de los abonos orgánicos se obtienen cosechas más sanas y productos agrícolas ecológicamente balanceados. El Folleto que se presenta constituye un documento valioso de orden práctico y su utilización puede servir de base para tomar decisiones sobre el uso y aplicación de esos abonos.

### **El contenido del Folleto incluye:**

- ❖ Origen y obtención de los abonos orgánicos.
- ❖ Características físicas y químicas.
- ❖ Evaluación de los Abonos Orgánicos.
- ❖ Utilización y aplicación de los mismos:
  - Como enmiendas para suelos deficientes.
  - Como sustituto de los fertilizantes químicos.
  - Para organopónicos y otras formas de agricultura sostenible.
- ❖ Cálculos de las cantidades a aplicar en cada caso.
- ❖ Formas de aplicación y utilización.
- ❖ Conceptos básicos para la producción de Compost su evaluación y aplicación.

Este documento, además puede ser un material valioso para las Escuelas de Agronomía y los Institutos Agropecuarios para utilizarlo en la docencia.

## PRESENTACIÓN

Debe tenerse presente que el concepto Abono Orgánico es genérico y que cada especie de esos abonos es diferente a otro. Pero es muy importante que todas las personas que tengan necesidad de utilizar los Abonos Orgánicos conozcan y recuerden que esos productos aun siendo de la misma especie su composición química y física puede variar dependiendo de su origen, su manejo y las condiciones de conservación.

Es muy frecuente encontrar diferencias notables entre diferentes muestras de la misma especie (compost, humus de lombriz, estiércol y otras).

En este Folleto el usuario encontrará el método y los mecanismos para evaluar los abonos orgánicos, la forma correcta para hacer los cálculos y obtener las cantidades de ellos que deben aplicar en cada caso y las proporciones de las mezclas que deben hacerse para preparar los sustratos.

El usuario confirmará sus conceptos sobre la necesidad de analizar y caracterizar los abonos orgánicos y entonces estará seguro de que para utilizarlos o aplicarlos es requisito imprescindible hacer esa caracterización y si no la hace **NUNCA ESTARÁ SEGURO DE LO QUE APLICA NI PODRÁ PREDECIR LOS RESULTADOS QUE OBTENDRÁ.**

<b>Contenido del Folleto</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Los abonos orgánicos</b>	<b>7</b>
	<b>a) Su origen y forma de obtención</b>	<b>7</b>
	❖ <b>Otros abonos orgánicos</b>	<b>8</b>
	• <b>Humus de lombriz</b>	<b>8</b>
	• <b>Guano de murciélago</b>	<b>10</b>
	• <b>Turbas</b>	<b>10</b>
	• <b>Cachaza</b>	<b>10</b>
	• <b>Gallinaza</b>	<b>10</b>
	<b>b) Características físicas y químicas</b>	<b>11</b>
	• <b>Su contenido y calidad de humus</b>	<b>11</b>
	• <b>Su contenido de nutrientes</b>	<b>12</b>
	• <b>Su contenido de humedad.</b>	<b>12</b>
	• <b>Su relación C/N.</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Evaluación de los Abonos Orgánicos</b>	<b>15</b>
	<b>Requisitos</b>	<b>16</b>
	<b>Humedad</b>	<b>16</b>
	<b>Relación C/N</b>	<b>16</b>
	<b>Contenido de Materia Orgánica</b>	<b>16</b>
	<b>Contenido de nutrientes</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Utilización de los abonos orgánicos. Cálculo de las cantidades a aplicar.</b>	<b>18</b>
	<b>Caso A) Como enmienda orgánica para suelos con deficientes características físicas, químicas y biológicas.</b>	<b>19</b>
	❖ <b>Para cultivos de ciclo largo</b>	<b>19</b>
	▪ <b>Para suelos arenosos</b>	
	▪ <b>Para suelos arcillosos</b>	
	❖ <b>Para cultivos de ciclo corto</b>	<b>20</b>
	▪ <b>Para suelos arenosos</b>	
	▪ <b>Para suelos arcillosos</b>	
	<b>Determinación de las cantidades de abono orgánico a aplicar</b>	<b>20</b>
	<b>Métodos y formas de aplicación</b>	<b>21</b>
	<b>B) Como sustituto de los fertilizantes químicos</b>	<b>22</b>
	<b>C) Para organopónicos y otras formas de agricultura orgánica sostenible.</b>	<b>24</b>
	<b>a) Cálculo de los contenidos de cachaza y suelo para la mezcla.</b>	<b>26</b>
	<b>b) Calcular los contenidos de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O de la mezcla (%)</b>	<b>27</b>

Aspectos importantes en la preparación de las mezclas para sustratos. Su utilización y explotación en organopónicos u otras formas de agricultura orgánica.	28
5 Conceptos básicos para la producción de compost y su evaluación.	29
▪ Características del Compost.	29
▪ Preparación (producción) de compost	30
▪ Procedimiento para su producción	31
❖ Evaluación del compost	32
a) Morfológicas	
b) Características químicas	
❖ Observaciones finales.	33
	<u>Anexo</u>
Observaciones generales	34
Conceptos y aclaraciones	

# **ABONOS ORGANICOS**

## **Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación.**

### **1.- Introducción**

En el desarrollo de la agricultura es necesario lograr estabilidad en el ciclo biológico "**clima-suelo-planta**" para obtener los máximos beneficios de los recursos de que se dispone y proteger y conservar el medio ambiente.

El desarrollo de la agricultura y su correspondiente "exportación de productos" significó un desequilibrio o desbalance en el sistema "**suelo-planta**" desfavorable para el suelo, lo que contribuyó a su degradación en sus condiciones de vida y potencial productivo.

Entonces y desde entonces existió la necesidad de restituir a los suelos, al menos en parte, lo que se extrae de ellos con la producción agrícola.

Como complemento y para satisfacer esas necesidades surgieron los abonos orgánicos, que por la forma de obtención y por su composición química, resultó el material ideal para mantener las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos y conservar su capacidad productiva.

Durante muchos años los abonos orgánicos fueron la única fuente utilizada para mejorar y fertilizar los suelos (Russell, 1967). Primero en sus formas simples (residuos de cosecha, rastrojos y residuos animales) y después en sus formas más elaboradas (estiércol, "compost" (Rosabal, 2002 y Suárez y col., 2002) y el humus de lombriz, que en los últimos años se ha generalizado su uso. (Noriega, 1998 y Cuesta, 2002)).

Con el desarrollo de la industria y la producción de los fertilizantes químicos, al finalizar la segunda guerra mundial, año 1945, el uso de los fertilizantes químicos prevaleció en el mundo; especialmente en la producción agrícola intensiva. Durante muchos años la utilización de los abonos orgánicos ha sido muy limitada, ocasionando deterioro en los suelos y contaminación del medio ambiente.

Esa situación es preocupación en todo el mundo y se están realizando acciones para lograr la producción de alimentos por medio del establecimiento y desarrollo de la agricultura sostenible, en la que la utilización de abonos orgánicos, abonos verdes y la rotación adecuada de las cosechas, constituyen la base para la sustitución de fertilizantes químicos, proporcionar al suelo los elementos que necesitan las plantas y mantener el equilibrio ecológico.

Noriega y col. (2001); Batista y col. (2002) y Rodríguez y col. (2002) hacen referencia a los beneficios que produce la aplicación de los abonos orgánicos.

En las condiciones de Cuba, salvo algunas excepciones, no ha existido ni la cultura, ni los medios para coleccionar, aprovechar y aplicar los abonos orgánicos que se tiene potencial para producir. La explotación agrícola ha estado basada en la aplicación de fertilizantes químicos especialmente en la agricultura intensiva, lo que ha afectado las propiedades químicas y físicas de los suelos, disminuyendo su capacidad para producir cosechas y como resultado se han manifestado afectaciones sociales y económicas para el país.

En los últimos años se ha manifestado evolución y desarrollo notables con relación a los conceptos, necesidad, posibilidad, formas y métodos para la utilización y aplicación de los abonos orgánicos (Vega, E. A. y col., 2002 y Vilches y col., 2000) y la de los abonos verdes (García, 2000 y García, 2001).

Varios organismos del Estado e Institutos de Investigaciones han dedicado esfuerzos para establecerlos principios técnicos y prácticos para que esos abonos se conviertan en la base fundamental para el desarrollo de la agricultura. Esos conceptos han sido fundamentales para el establecimiento de la agricultura urbana y los huertos populares que se han desarrollado y han dado solución al abastecimiento de vegetales y hortalizas para la población.

El Instituto de Investigaciones de la Agricultura Tropical (INIFAT) ha dedicado varios años y recursos técnicos y humanos a esas actividades y ha logrado un desarrollo notable y el establecimiento de sistemas para la utilización de los abonos orgánicos y obtener productos más sanos y contribuir a la explotación agrícola sostenible.

Esa situación demanda que los profesionales, técnicos y responsables de la producción agrícola amplíen sus conocimientos relacionados con la producción, evaluación y uso de los abonos orgánicos, de modo que con su trabajo se pueda lograr equilibrio en el sistema "**suelo- planta**", que posibilite mejorar el medio y lograr producciones más ecológicas y mayores beneficios económicos y sociales para el país.

## **2.- Los abonos orgánicos**

### **a) Su origen y forma de obtención**

Los abonos orgánicos tienen su origen en residuos vegetales y animales, los que en su forma más simple pueden ser residuos de cosecha que quedan en los campos y se incorporan de forma espontánea o con las labores de cultivo y residuos de animales que quedan en el campo al permanecer los animales en pastizales.

Los residuos vegetales y animales pueden coleccionarse y colocarse en sitios para propiciar su oxidación y descomposición. En esos casos puede añadirse sustancias químicas o biológicas que favorezcan esa descomposición y posibilite obtener los abonos orgánicos más descompuestos, integrados y compensados.



Por lo general los abonos orgánicos de origen animal se conocen como estiércol y los de origen vegetal se les llama "**compost**" en inglés.

Para la producción de "**compost**" existen metodologías bien definidas que utilizan, además, de los residuos orgánicos, productos químicos y biológicos.

**La producción de "compost" requiere el establecimiento de un riguroso régimen de temperatura y humedad que garanticen el proceso de oxidación y favorezcan la descomposición de los residuos orgánicos y producción de humus. Los conceptos básicos para la producción de compost se presentan en el epígrafe 5 de este documento.**

#### ◇ **Otros abonos orgánicos**

##### **- Humus de lombriz**

Se produce por la descomposición de residuos orgánicos por lombrices especializadas que tienen la facultad de producir humus de alta calidad.

Noriega y col. (2001) expresan que el proceso de producción de humus de lombriz se conoce como "Lombricultura o Vermicultura" y la lombriz más eficiente utilizada en este proceso es la Roja Californiana (*Eisenia foetida*).

El hábito alimentario de las lombrices es saprofito, es decir, consumen material orgánico en descomposición. Las condiciones más adecuadas para ese proceso es:

- Altura de la capa de alimentación de 15 cm.
- Humedad en el centro del cantero de 75 % y pH de 6.5 a 7.5.
- Temperatura de 18 a 25 grados Celsius a la sombra.

Los criaderos canteros o canteros deben tener 1.5 m de ancho por 20 m de largo, para lo cual se necesitan como pie de cría 20 kg de lombrices.

El proceso de descomposición puede durar de 3 a 6 meses. El rendimiento esperado es de 12 toneladas por cantero al año (0.4 t por metro cuadrado al año). Se le atribuye un 50 a 60 % de eficiencia. Las lombrices le "temen" a la luz por eso deben protegerse del sol. El humus obtenido se pasa por tamiz de 4 mm. (Vivanatur Proyectos, S. L. España – Año 2000. – Internet – <http://www.vivanatur.com/profesionales.htm>).

Noriega y col. (2001) informan que para las condiciones de México la composición del humus de lombriz como promedio es la que se expresa en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición promedio del humus de lombriz según Noriega y col. (2001)  
Datos en base seca

Elementos	Unidad	Contenido
pH	-	6.8 – 7.2
Nitrógeno total (N)	%	1.5 – 3.35
Fósforo total (P)	%	0.07 – 0.25
Potasio total (K)	%	0.44 – 0.77
Calcio Total (Ca)	%	2.8 – 8.7
Magnesio total (Mg)	%	0.026 – 0.057
Manganeso total (Mn)	ppm	0.2 – 0.5
Cobre total (Cu)	ppm	85 – 490
Cinc total (Zn)	ppm	87 – 404
Relación C/N	-	10 – 13
Capacidad de Intercambio Catiónico	meg.100g <sup>-1</sup>	75 – 85
Materia Orgánica	%	25 – 75

Esta información no coincide con algunas de las características del humus de lombriz obtenido en la UBPC “Agro - Jardín” de la provincia Ciudad de La Habana que se presenta en la Tabla 2 (INCA, 2003). Esas diferencias se atribuyen a que las características químicas de ese abono orgánico está muy relacionado con la alimentación que se le proporcione a las lombrices.

Tabla 2. Características químicas del humus de lombriz del cantero No. 15 de la UBPC “Agro – Jardín” – Muestra tomada en enero 16/2003.

Análisis	Muestra del cantero No. 15	
	Base húmeda	Base seca
Humedad %	61.30	-
pH	7.7	7.7
Materia Orgánica %	14.60	37.80
Nitrógeno (N) %	0.83	2.15
Fósforo (P) %	0.42	1.09
Potasio (K) %	0.25	0.65
Sodio (Na) %	0.63	1.63
Calcio (Ca) %	1.13	2.93
Magnesio (Mg) %	0.30	0.78
Relación C/N	10:1	-
Densidad kg.dm <sup>-3</sup>	0.845	-

### **- Guano de murciélago -**

Se produce en cuevas por la acumulación de deyecciones y cuerpos de esos mamíferos en donde habitan y que a veces constituyen grandes reservas de abonos orgánicos ricos en fósforo.

En Cuba existen grandes depósitos de este abono orgánico especialmente en las provincias de Camagüey y Pinar del Río .

### **- Turbas -**

Las turbas constituyen acumulación y depósito de materia orgánica producidas en zonas donde la acumulación y permanencia del agua en la superficie del suelo, por largo tiempo limitan la actividad microbiana propiciando la acumulación de la materia orgánica en grandes cantidades.

La calidad y contenidos de nutrientes de la turba depende de la naturaleza de los residuos orgánicos y de su grado de descomposición.

### **- Cachaza -**

La cachaza se obtiene como resultado del proceso de clarificación de los jugos de caña en la industria azucarera, por medio de la alcalización con  $\text{Ca(OH)}_2$  y la aplicación de calor, lográndose coagular y precipitar los sólidos del jugo y después separarlos por decantación y filtración.

La cachaza es un abono orgánico rico en materia orgánica, fósforo y calcio. La producción de cachaza equivale al 3-4 % del peso de la caña que procesa el central.

En Cuba para una producción de siete millones de toneladas de azúcar se tiene un potencial de producción de cachaza de aproximadamente dos millones de toneladas.

La utilización de la cachaza como abono orgánico, se facilita porque los centrales azucareros que la producen están ubicados y distribuidos en todo el país. Eso facilita una distribución adecuada para utilizarlo en los lugares que sean más necesarios.

### **- Gallinaza -**

Se denomina gallinaza al abono orgánico procedente de las excretas y otros residuos que se obtienen en los lugares donde se cría intensivamente aves para la producción de huevos y carnes.

Este abono orgánico en su estado fresco contienen muchas sustancias que se encuentran en proceso de descomposición y cuando se aplican producen alteraciones en el suelo y afectaciones a las plantas; por esa razón se hace necesario que antes de utilizarlos se

haya logrado su oxidación y descomposición.

Además, en muchas ocasiones se utiliza en los gallineros y polleras cal ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) para eliminar los malos olores y como medida de saneamiento. Esa cal tiene efecto residual en la gallinaza y presenta reacción alcalina. En esos casos debe tenerse presente que ese abono orgánico puede afectar a cultivos que necesitan pH bajo para su desarrollo, como es el caso del café, la piña y otros.

En los últimos años se ha utilizado en Cuba y otros países, los residuales líquidos de la Industria Azucarera y sus Derivados como portadores de materia orgánica para el mejoramiento de los suelos, Paneque y col. (1992) reportaron que la vinaza del CAI "Héctor Molina" aporta  $57.4 \text{ g.l}^{-1}$  de materia orgánica. Armengol (2002) reporta que la vinaza de la Destilería "Nauyú" contiene  $31.6 \text{ g.l}^{-1}$  de materia orgánica e informa los beneficios que produce en las características químicas y físicas de los suelos la aplicación de los residuales.

La aplicación de esos residuales como mejoradores de los suelos está normada en el MINAZ, lo cual se basa en la Metodología elaborada por Paneque y col. (MINAZ, 2002).

La utilización de los abonos verdes para el mejoramiento de las características físicas y químicas de los suelos ha sido utilizada y reportada por varios autores, Canet y col. (1999), Clavel y col. (2002), Gutiérrez y col. (2002) y Rivera y col. (1999)

## **b) Características físicas y químicas**

Las características de los abonos orgánicos están regidas por su contenido de materia orgánica, la naturaleza de los materiales que participaron en su formación y del proceso de oxidación y descomposición a que fueron sometidos los residuos orgánicos.

**Los indicadores de calidad de un abono orgánico están dados por:**

### **- Contenido y calidad de humus**

El humus procedente de la descomposición de los residuos orgánicos con baja relación C/N y bajos contenidos de lignina son más sueltos y friables y su flora microbiana es más favorable para las condiciones físicas y biológicas de los suelos donde se apliquen, que cuando el abono orgánico se obtiene con residuos vegetales ricos en lignina con relación C/N muy alta.

Un abono orgánico debe tener 50 % ó más de materia orgánica en base seca. Contenidos inferiores a ese valor se considera de mala calidad.

### **- Contenido de nutrientes.**

Los abonos orgánicos deben tener un contenido de nutrientes N, P, K, Ca, Mg equilibrado, de modo que al ser utilizados mejoren la fertilidad de los suelos y beneficien el estado

nutricional de las plantas. Además los abonos orgánicos no deben tener sustancias que acidifiquen o alcalinicen los suelos y que puedan afectar el desarrollo normal de los cultivos.

#### **Ejemplos:**

**1<sup>o</sup> Estiércol de caballo. (Se considera de buena calidad).**

**Humedad = 60 %   N = 1.04 %   P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0.40 %   K<sub>2</sub>O = 1.07 %**

**Materia orgánica = 55 %   Relación C/N = 30 : 1**

**Nota:** Datos en base seca (Tabla 3).

**2<sup>o</sup> Turba ubicada al sur de Güines (se considera de mala calidad)**

**Humedad = 70 %   N = 0.67 %   P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0.57 %   K<sub>2</sub>O = 0.40 %**

**Materia orgánica = 48 %   Relación C/N = 42 : 1   CaCO<sub>3</sub> = 9.80 %**

**Nota:** Datos en base seca (Tabla 3).

#### **- Contenido de humedad.**

El contenido de humedad es el elemento que más limita la utilización de los abonos orgánicos por el costo que significa el transporte y el manejo de grandes cantidades de agua en el abono orgánico.

Por lo general los abonos orgánicos tienen entre 60 y 80 % de humedad dependiendo del proceso de obtención y por la naturaleza de los residuos orgánicos que contienen, que siempre tienen tendencia a retener el agua. Sin embargo todo el que produce y maneja abonos orgánicos debe procurar que en el momento de utilizarlos éstos tengan aproximadamente 60 % de humedad o menos.

Los abonos orgánicos muy húmedos, además de aumentar los costos de transporte son difíciles de manejar, aplicar y distribuir adecuadamente.

#### **- Relación C/N.**

La relación **C/N** es una de las características más importantes de un abono orgánico. De su valor depende:

- Su velocidad de descomposición cuando se aplica a los suelos.
- La fijación y mineralización de nitrógeno del suelo y la posibilidad de la competencia entre los microorganismos del suelo y las plantas por ese elemento.
- El aprovechamiento del **C** de la materia orgánica y su conversión en humus en el suelo.
- Sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

De la velocidad de descomposición de los abonos orgánicos depende el tiempo que debe esperarse después de su aplicación para sembrar o plantar el cultivo que se vaya a beneficiar con esas aplicaciones.

Siempre que se aplique abono orgánico a los suelos se favorece la actividad microbiana porque la materia orgánica, es fuente de energía para los microorganismos. Para que estos se reproduzcan, desarrollen y crezcan deben tomar del medio: N, P, K y otros nutrientes. Si esos nutrientes no se encuentran en el abono orgánico, los microorganismos los toman del suelo y entonces puede establecerse competencia entre la actividad microbiana y el desarrollo de las plantas con las que conviven.

Muchos autores han reportado (Thompson, 1952; Russell, 1959; Gros, 1966 y otros) que la mayor competencia entre microorganismos y plantas se produce por el nitrógeno.

Se conoce que los suelos que se mantienen con cultivos, normalmente su actividad microbiana es estable y su relación **C/N** es aproximadamente 12:1. En esas condiciones las adiciones de los residuos de las cosechas aportan materia orgánica al suelo y se mantiene el equilibrio de la actividad microbiana y la mineralización del nitrógeno se estabilizan en los límites normales.

Cuando se añade abono orgánico al suelo ese equilibrio se rompe porque la materia orgánica es fuente de energía para los microorganismos y su reproducción aumenta. Como la relación **C/N** de los microorganismos es aproximadamente de 6:1 (baja) y la del abono orgánico es más alta; los microorganismos necesitan N para formar sus cuerpos y si el abono orgánico no la tiene, tomarán nitrato y amonio del suelo, produciéndose inmovilización del N, se establece competencia entre los microorganismos y las plantas cultivadas. En esas condiciones las plantaciones sufren afectaciones.

Para evitar esa competencia el productor debe conocer la relación **C/N** de los abonos orgánicos que utiliza para determinar el tiempo que debe esperar, después que los aplica, para sembrar o plantar los cultivos.

En la **Figura 1** se presentan distintas posibilidades de la relación **C/N** del abono orgánico, su influencia en el tiempo de descomposición y las modificaciones que puede sufrir el N del suelo.

**En la figura se aprecia:**

- Si la relación **C/N** del abono orgánico es menor de 17:1 entonces el tiempo de descomposición es de 1 a 2 semanas y se produce mineralización del N. Las plantas se benefician de esa descomposición.
- Si la relación **C/N** es de 17:1 a 33:1 el tiempo de descomposición es de 2-4 semanas. En este caso la mineralización del N es igual a la inmovilización.
- Gros, 1966 expresa que si la relación **C/N** de los abonos orgánicos es mayor de 25:1, cuando se aplican al suelo debe esperarse el tiempo establecido antes de sembrar ó plantar los cultivos. Si no se espera el tiempo indicado será necesario, aplicar fertilizante nitrogenado suplementario.
- Si la relación **C/N** del abono orgánico es mayor de 33:1 el tiempo de descomposición es de 4 a 8 semanas y en esa condiciones se produce inmovilización del N. En este caso

no se debe sembrar ó plantar hasta que la descomposición se halla completado, pues las plantas pueden sufrir por la competencia que se establece con los microorganismos. Cuando la relación **C/N** es alta, en el proceso de descomposición se produce un efecto desfavorable para las plantas.

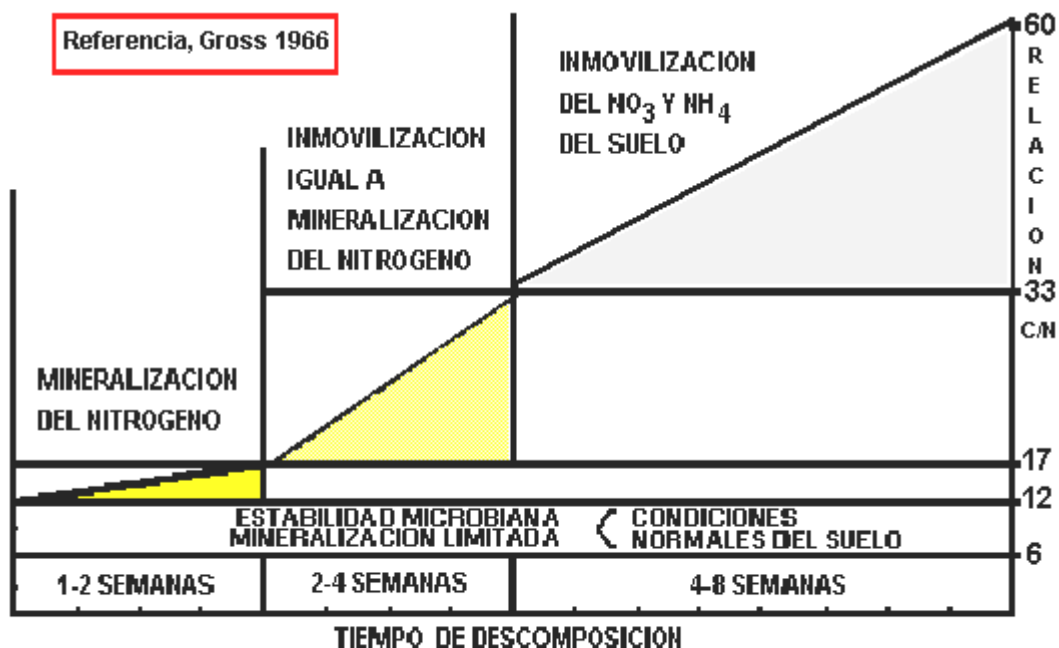


FIG. 1.- INFLUENCIA DE LA RELACION C/N DE LOS ABONOS ORGANICOS SOBRE EL TIEMPO DE DESCOMPOSICION Y SU RELACION CON LA DINAMICA DE MINERALIZACION DEL NITRÓGENO DEL SUELO.

Como la relación **C/N** de los microorganismos es aproximadamente de 6:1 ellos necesitan consumir **C** como fuente de energía y producen  $\text{CO}_2$  que se pierde en la atmósfera. Si el contenido de N en el abono orgánico es bajo la materia orgánica se pierde y la conversión en humus es baja y entonces la eficiencia de la utilización del abono orgánico es muy baja y no se obtienen los beneficios que el productor espera. Esto, en última instancia, es un problema económico, pues en ese caso el efecto del abono orgánico sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos es limitada y el efecto residual durará muy poco tiempo.

Por ello es necesario que los productores conozcan las características de los abonos orgánicos que utilizan y el manejo que deben hacer de ellos.

Cuando la relación **C/N** de los abonos orgánicos es muy alta, es recomendable aplicar fertilizante nitrogenado para proveer a los microorganismos del N necesario para sus funciones vitales; reducir la relación **C/N** y el tiempo de descomposición y eliminar la fijación del N del suelo.

Por ejemplo:

Si se aplica turba que tiene: Materia orgánica = 14.8 %

N total = 0.20 % Relación C/N = 42:1

Nota: *Datos en base fresca (Tabla 3)*

Según la Figura 1 este abono necesita de 4 a 8 semanas para descomponerse y durante ese proceso se produce fijación del N.

Este abono se puede mejorar y disminuir el tiempo de descomposición y hacer más eficiente el proceso de oxidación, lo cual se puede lograr aplicando fertilizante nitrogenado.

Si se dispone de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  y se conoce que la dosis de aplicación es de  $30 \text{ t.ha}^{-1}$  de materia orgánica pura y se necesita bajar la relación C/N de 42:1 a 20:1 se procede de la siguiente forma:

$$C = 30 \times 1000 \times (14.8 / 100) \times (58 / 100) = 2575 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$N = 30 \times 1000 \times (0.2 / 100) = 60 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$\text{Relación C/N} = 2575 / 60 = 42.9 : 1 \text{ del abono orgánico}$$

$$\text{Relación C/N que se necesita} = 20 : 1$$

$$\text{Relación C/N} = 20 : 1 \text{ por tanto } N = C/\text{Rel.} = 2575 / 20 = 129 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$N \text{ que es necesario aplicar} = 129 - 60 = 69 \text{ kg.ha}^{-1}$$

\* Se estima que la materia orgánica tiene 58% de C (promedio) y el  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  tiene 33.5% de N.

$$* \text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ necesario} = 69 \times 100 / 33.5 = 206 \text{ kg.ha}^{-1}$$

Deben aplicarse  $206 \text{ kg.ha}^{-1}$  ( $2.75 \text{ t.cab}^{-1}$ ) conjuntamente con el abono orgánico.

Con eso se logra:

- Reducir el tiempo de descomposición.
- Mejorar la actividad microbiana y eliminar la fijación del N del suelo.
- Mejorar la eficiencia del abono orgánico y lograr mayor producción de humus.

### 3- Evaluación de los abonos orgánicos.

Para evaluar los abonos orgánicos es necesario hacer el análisis químico que los caractericen. Las determinaciones más importantes son:

Humedad, materia seca, pH, carbonatos libres, materia orgánica y la determinación de elementos totales: N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , Ca y Mg y calcular la relación **C/N**.

Para realizar estos análisis pueden utilizarse los métodos analíticos de la A. O. A. C (1950) o las técnicas descritas en el manual de técnicas analíticas del laboratorio de Agroquímica del INCA. (Paneque y col. 2001)

La calidad de los abonos orgánicos depende de muchos factores que están muy relacionados con el origen y naturaleza de los residuos que se utilicen en su composición, el proceso de oxidación utilizado y de los productos químicos que se utilicen para enriquecerlos.

Por esa razón la calidad de un mismo abono orgánico puede variar de un lugar a otro,



pero existen indicadores que son básicos para su evaluación sea cual fuera su origen o procedencia.

### **Requisitos:**

#### **- Humedad**

- Mientras más baja sea el abono tendrá mayor calidad.
- Es deseable que tenga 50% ó menos.

#### **- Relación C/N**

- En el Epígrafe 2 se destacó la importancia que tiene su valor.
- Es deseable que la relación **C/N** de los abonos orgánicos sea menor de 25 : 1 por las razones que se explicaron.

#### **- Contenido de materia orgánica.**

- El contenido de materia orgánica es la base de todo abono orgánico. En el Epígrafe 2 se expresó que su contenido debe ser de 50 % o más, expresado en base seca.

#### **- Contenido de nutrientes minerales**

- Aunque el aporte de nutriente minerales no es el aspecto más importante en los abonos orgánicos para definir su calidad, su contenido tiene gran valor económico y práctico, especialmente cuando se establecen los sistemas de agricultura sostenible.
- En el abono orgánico es deseable que su contenido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O sea equilibrado y lo más alto posible, de modo que cuando se aplique una dosis dada, los nutriente minerales que aporte sean suficientes para el desarrollo de cualquier cultivo, sin necesidad de hacer correcciones con la aplicación de fertilizantes químicos.

En la **Tabla 3** se presenta el análisis químico de los principales abonos orgánicos que se utilizan en la agricultura.

Al hacer la evaluación de los abonos orgánicos que se relacionan en la **Tabla 3** se observa que el que presenta mejores características es el estiércol de oveja, es el que tiene valores más bajos de humedad y baja relación C/N. Además los valores de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O son relativamente altos y su relación NPK presentan balance adecuado para la mayoría de los cultivos. La turba presenta las características más desfavorables, con la humedad y relación **C/N** altos. Además, tiene contenidos bajos de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O. La cachaza curada presenta buenas características con baja humedad y baja relación **C/N**. Tiene contenidos de K<sub>2</sub>O bajos.

**Tabla 3. Características de los abonos orgánicos que con más frecuencia se utilizan en la agricultura (datos en base fresca).**

TIPO DE ABONO ORGÁNICO	ANÁLISIS					
	HUMEDAD	RELACION	M. O.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	%	C/N	%	%	%	%
ESTIERCOL DE VACUNO	80.00	20:1	11.50	0.33	0.23	0.72
ESTIERCOL DE CABALLO	67.40	30:1	17.93	0.34	0.13	0.35
ESTIERCOL DE CERDO	72.80	19:1	15.00	0.45	0.20	0.60
ESTIERCOL DE OVEJO	61.60	15:1	21.12	0.82	0.21	0.84
COMPOST	75.00	16:1	13.75	0.50	0.26	0.53
GALLINAZA	75.00	22:1	15.54	0.70	1.03	0.49
GUANO DE MURCIELAGO	23.00	8:1	13.20	0.96	12.00	0.40
TURBA	70.00	42:1	14.40	0.20	0.17	0.12
CACHAZA FRESCA	71.00	30:1	16.40	0.32	0.60	0.17
CACHAZA CURADA	54.50	15:1	28.90	1.11	1.11	0.15

**Nota:**

La Tabla expresa valores medios los que pueden servir de referencia para evaluar los abonos orgánicos, pero no deben tomarse como definitivos, porque pueden variar según su procedencia. Cada productor debe disponer de la caracterización del abono orgánico que aplique.

Referencias: Collings, 1958; Gros, 1966; Pequeño 1966 y Fundora y col 1983.

Al hacer la evaluación de los abonos orgánicos que se relacionan en la **Tabla 3** se observa que el que presenta mejores características es el estiércol de oveja, es el que tiene valores más bajos de humedad y baja relación C/N. Además los valores de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O son relativamente altos y su relación NPK presentan balance adecuado para la mayoría de los cultivos. La turba presenta las características más desfavorables, con la humedad y relación **C/N** altos. Además, tiene contenidos bajos de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O. La cachaza curada presenta buenas características con baja humedad y baja relación **C/N**. Tiene contenidos de K<sub>2</sub>O bajos.

El guano de murciélago es un abono orgánico muy curado. Se utiliza como portador de P y es ideal como fuente alternativa de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de procedencia orgánica para los sistemas de agricultura orgánica y cultivos ecológicos.

Para tener idea del aporte de elementos minerales de los abonos orgánicos se tendrá como ejemplo el estiércol de oveja presentado en la Tabla 3.

**Si se aplican 50 t.ha<sup>-1</sup> de este abono se aportará las siguientes cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.**

**Nitrógeno:**  $N = (50) \times (1000) \times (0.82 / 100)$      $N = 410 \text{ kg.ha}^{-1}$

**Fósforo:**  $P_2O_5 = 50 \times 1000 \times (0.21 / 100)$      $P_2O_5 = 105 \text{ kg.ha}^{-1}$

**Potasio:**  $K_2O = 50 \times 1000 \times (0.84 / 100)$      $K_2O = 420 \text{ kg.ha}^{-1}$

Si se toma en cuenta que las dosis medias de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O que se recomiendan aplicar

con los fertilizantes químicos, para la mayoría de los cultivos es 100 - 40 - 100 kg.ha<sup>-1</sup> por año se puede apreciar que la aplicación de 50 t.ha<sup>-1</sup> de ese estiércol aporta N y K<sub>2</sub>O equivalentes al que reciben los cultivos en cuatro años y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para más de dos años..

Como los nutrientes minerales aportados por los abonos orgánicos presentan un coeficiente de aprovechamiento mayor que el que tienen los fertilizantes químicos, se espera que cuando se apliquen abonos orgánicos se obtenga un efecto residual para varios años.

Por ejemplo Paneque y col. (1990), reportaron que cuando utilizaron cachaza a razón de 30 t.ha<sup>-1</sup> a suelos Ferralíticos Cuarcíticos cultivados con caña de azúcar el efecto residual del fósforo duró 5 años.

#### **4- Utilización de los abonos orgánicos. Cálculo de las cantidades a aplicar.**

Cuando se tenga necesidad y posibilidad de utilizar los abonos orgánicos para beneficiar los suelos y los cultivos; antes de tomar una decisión de que hacer y cómo, debe tenerse presente algunos criterios básicos.

- I- Que el efecto beneficioso de los abonos orgánicos sobre el suelo y los cultivos está determinado por la cantidad de materia orgánica que se aplica y no por la cantidad del abono orgánico en sí.

##### **Ejemplo:**

Si se toma de la Tabla 3 el estiércol vacuno (materia orgánica = 11.5 %) y el estiércol de oveja (materia orgánica = 21.12 %) y se aplica 50 t.ha<sup>-1</sup> de cada uno en las mismas condiciones de suelo y cultivo los beneficios que se obtengan serán diferentes, porque la cantidad de materia orgánica que recibe cada suelo no será igual.

**Cantidad de materia orgánica a aplicar:**

**Estiércol vacuno:  $50 \times 0.115 = 5.75 \text{ t.ha}^{-1}$**

**Estiércol de oveja:  $50 \times 0.2112 = 10.56 \text{ t.ha}^{-1}$**

Con el estiércol de oveja se aporta el doble de materia orgánica que la aportada por el estiércol vacuno. Por lo tanto la base del cálculo debe ser la cantidad de materia orgánica que se necesita y a partir de ese dato se calcula la cantidad de abono orgánico a aplicar.

II- Que la caracterización química del abono orgánico es imprescindible para tomar cualquier decisión y hacer los cálculos correspondientes.

En el Epígrafe 3 se hizo referencia a las diferencias que pueden presentar los abonos orgánicos debido a los diferentes residuos que lo componen y por el proceso de obtención.

Si el productor no conoce las características de sus abonos orgánicos hará las aplicaciones "**a ciegas**" y no podrá estar seguro de los resultados que obtendrá.

III- Que las necesidades de aplicaciones de los abonos orgánicos depende de los objetivos de esas aplicaciones.

**Por lo general se presentan tres situaciones:**

**A) Que se utilicen como enmienda orgánica para suelos con deficientes propiedades físicas, químicas y biológicas.**

**B) Como sustituto de los fertilizantes químicos.**

**C) Para establecer organopónicos u otras formas de agricultura orgánica.**

*¿Como se procede en cada caso para calcular las dosis o cantidades de abonos orgánicos a aplicar.?*

**Caso A) Que se utilicen como enmienda orgánica para suelos con deficientes propiedades físicas, químicas y biológicas.**

Es importante tener presente que cuando se aplica materia orgánica para mejorar los suelos, las cantidades óptimas dependen de la textura del suelo.

Los suelos arcillosos necesitan dosis más altas, y el proceso de descomposición es más lento porque en esos suelos hay más microporos y menos aire disponible para los microorganismos. El tiempo de descomposición es mayor y el efecto residual dura más.

Los suelos arenosos requieren dosis más bajas. El proceso de descomposición es más rápido porque hay más macroporos en el suelo y más aire y la actividad microbiana es mayor. El efecto residual dura menos tiempo.

◇ - **Para cultivos de ciclo largo.**

- **Para suelos arenosos.**

Se ha determinado (Paneque y González, 1985) que las dosis óptimas se encuentran en el rango de 15 a 25 t.ha<sup>-1</sup> de "**materia orgánica pura**". En esos casos el efecto residual de los beneficios que se obtengan en el suelo puede durar de 2 a 3 años.

- **Para suelos arcillosos.**

Las dosis óptimas se encuentran en el rango de 25 a 40 t.ha<sup>-1</sup> de "**materia orgánica pura**". En esos caso el efecto residual dura de 4 a 5 años.

◇ - **Para cultivos de ciclo corto.**

Cuando se aplica abonos orgánicos a suelos dedicados a cultivos de ciclo corto las cantidades recomendadas son bajas.

• **Para suelos arenosos.**

Se recomienda de 5 a 7 t.ha<sup>-1</sup> de "**materia orgánica pura**".

• **Para suelos arcillosos.**

Se recomiendan dosis de 10 a 12 t.ha<sup>-1</sup> de **materia orgánica pura**.

En los cultivos de ciclo corto el efecto residual de la materia orgánica dura menos tiempo porque cuando se interrumpen los cultivos y se somete a las labores de preparación del suelo, para el próximo ciclo, se violenta y acelera la descomposición del abono orgánico.

- **Determinación de las cantidades de abono orgánico a aplicar.**

Para determinar las cantidades de abono orgánico que debe aplicarse en cada caso es necesario disponer de la siguiente información:

- Ciclo del cultivo.
- Textura del suelo.
- Contenido de materia orgánica en base fresca, % de humedad y N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O del abono orgánico disponible.
- Dosis de materia orgánica pura recomendable para esas condiciones.

**Ejemplo No. 1.**

**Datos para el cálculo.**

- Cultivo de ciclo corto.
- Suelo de textura arcillosa.
- Dosis de materia orgánica pura: 10 t.ha<sup>-1</sup>
- Abono orgánico disponible: estiércol vacuno que tiene 11.5% de materia orgánica en base fresca (Tabla 3).

### **Cálculo:**

Dosis de estiércol vacuno =  $10 \times (100/11.5) = 87.0 \text{ t.ha}^{-1}$ .

Si en lugar de utilizar el estiércol vacuno se utilizara el estiércol de caballo que tiene 17.93 % de materia orgánica (Tabla 3), entonces la cantidad a aplicar será:

Dosis de estiércol de caballo =  $10 \times (100 / 17.93) = 56 \text{ t.ha}^{-1}$

Si se quiere determinar las cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O aplicadas en cada caso se hará el siguiente cálculo (datos de la Tabla 1).

#### **Estiércol vacuno.**

**Nitrógeno**      N =  $87 \times 1000 \times (0.33 / 100) = 287 \text{ kg.ha}^{-1}$

**Fósforo**      P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> =  $87 \times 1000 \times (0.23 / 100) = 200 \text{ kg.ha}^{-1}$

**Potasio**      K<sub>2</sub>O =  $87 \times 1000 \times (0.72 / 100) = 626 \text{ kg.ha}^{-1}$

#### **Estiércol de caballo.**

**Nitrógeno**      N =  $56 \times 1000 \times (0.34 / 100) = 190 \text{ kg.ha}^{-1}$

**Fósforo**      P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> =  $56 \times 1000 \times (0.13 / 100) = 73 \text{ kg.ha}^{-1}$

**Potasio**      K<sub>2</sub>O =  $56 \times 1000 \times (0.35 / 100) = 193 \text{ kg.ha}^{-1}$

Se aprecia que para tener la misma cantidad de materia orgánica pura (10 t.ha<sup>-1</sup>) es necesario aplicar más estiércol vacuno (87 t.ha<sup>-1</sup>) que en el estiércol de caballo (56 t.ha<sup>-1</sup>).

También se aprecia que se aplica mayor cantidad de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O con el abono vacuno que con el estiércol de caballo porque el estiércol vacuno es más rico en nutrientes y su contenido de materia orgánica es menor.

#### **◇ Métodos y formas de aplicación.**

Cuando los abonos orgánicos se utilicen con el objetivo de mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos será necesario esparcirlos en todo el terreno e incorporarlo con las labores de preparación del suelo.

La forma más adecuada para la aplicación es utilizar una esparcidora de abono orgánico.

El momento más adecuado es aplicarlo después de del primer pase de grada e incorporarlo al suelo con el segundo pase de arado (cruce).

Todo productor que utilice abonos orgánicos debe tener presente que para obtener los máximos beneficios de esas inversiones **es imprescindible incorporarlos al suelo.**

Además cuando se aplique el abono orgánico será necesario conocer sus características para poder calcular el tiempo de descomposición, según lo establecido en la **Figura 1**. Hacer las siembras en el momento adecuado y evitar las afectaciones a las plantaciones por la fijación del nitrógeno por los microorganismos (**Epígrafe 2**).

## Caso B) Como sustituto de los fertilizantes químicos.

Cuando los abonos orgánicos se utilicen como sustituto de los fertilizantes químicos se aplican criterios diferentes a los analizados hasta ahora con relación a la base de cálculo y la forma de aplicación.

### Base de cálculo.

**Para calcular la cantidad de abono orgánico que es necesario aplicar se toma como base:**

1<sup>ro</sup>- Las necesidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O para el ciclo del cultivo.

- El índice de extracción de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O del cultivo y los coeficientes de aprovechamiento de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O del suelo y del abono orgánico.

2<sup>do</sup>- Contenidos de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O del suelo.

3<sup>ro</sup>- Contenidos de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O y materia orgánica del abono orgánico.

4<sup>to</sup>- Ciclo biológico del cultivo.

### Ejemplo 1.

Determinar la cantidad de abono orgánico necesario para la fertilización mineral del cultivo del maíz tomando como base la siguiente información:

- Cultivo: Maíz
- Rendimiento esperado: 3 t.ha<sup>-1</sup> de granos
- Índices de extracción : (Jacob y Vexkül, 1967)
  - N = 29 kg.t<sup>-1</sup> de grano
  - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 10.9 kg.t<sup>-1</sup> de grano
  - K<sub>2</sub>O = 31.8 kg.t<sup>-1</sup> de grano

**Coefficiente de aprovechamiento de los nutrientes del suelo y del abono:**

N = 40 %   P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 30 %   K<sub>2</sub>O = 50 %

- Suelo Ferralítico Amarillento

#### Análisis químico:

Materia orgánica = 2.66 %  
Nitrógeno (N) = 53 kg.ha<sup>-1</sup>  
Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) = 137 kg.ha<sup>-1</sup>  
Potasio (K<sub>2</sub>O) = 122 kg.ha<sup>-1</sup>

- Abono orgánico:

Estiércol vacuno (Tabla 3)

#### Análisis químico

**(datos en base fresca)**

Materia orgánica = 11.50 %  
Nitrógeno (N) = 0.33 %  
Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) = 0.23 %  
Potasio (K<sub>2</sub>O) = 0.72 %

**Tabla 4. Nutrientes necesarios. Cálculo por el "método de balance"**

NUTRIENTES	NECESIDAD		EN EL SUELO	APLICAR	ESTIÉRCOL VACUNO A	
	TEÓRICO	REAL			APLICAR	
	kg.ha <sup>-1</sup>	kg.ha <sup>-1</sup>	kg.ha <sup>-1</sup>	kg.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>
N	87.00	218	53	165	0.33	50.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	32.70	109	137	-	0.23	-
K <sub>2</sub> O	95.40	191	122	69	0.72	9.58

**Notas:**

1. Las cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O teóricas se obtienen multiplicando el rendimiento esperado (3 t.ha<sup>-1</sup> de grano) por los índices de extracción correspondientes.
2. La necesidad real se obtiene tomando como base la necesidad teórica y los coeficientes de aprovechamiento; así:  
 $N = 87 \times (100 / 40)$      $P_2O_5 = 32.7 \times (100 / 30)$      $K_2O = 95.4 \times (100 / 50)$
3. Las cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O a aplicar se calculan restando de la necesidad real los nutrientes que tiene el suelo.

Este saldo o balance puede ser positivo o negativo, depende de las condiciones de fertilidad del suelo. En el ejemplo (Tabla 2) el suelo tiene más fósforo que lo que necesita la producción de 3 t.ha<sup>-1</sup> de maíz y no es necesario aplicarlo (Yágodin, 1986).

4. Cálculo de las cantidades de estiércol a aplicar.

Se toma en cuenta las cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O a aplicar y las concentraciones de esos nutrientes en el estiércol.

Se procede así:

Para el N:  $[165 / (0.33 \times 10)] = 50.00 \text{ t.ha}^{-1}$

Para el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : No hace falta porque la necesidad real es menor que la que tiene el suelo: 137 > 109.

Para el K<sub>2</sub>O:  $69 / (0.72 \times 10) = 9.58 \text{ t.ha}^{-1}$

**Nota:**

Fórmula para calcular la cantidad de abono orgánico que es necesario aplicar, conociendo su contenido del nutriente en el abono orgánico y la necesidad de nutrientes a aplicar (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O).  $A.O. = N / (\text{nut.} \times 10)$  donde:

A.O. = Abono orgánico en t.ha<sup>-1</sup>.; N = Cantidad de nutrientes (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) en kg.ha<sup>-1</sup>

nut.. = Porcentaje del nutriente en el abono.

En el balance de nutrientes "**Necesidad del cultivo- posibilidad del suelo**". Se determinó que para satisfacer las necesidades de N hay que aplicar 50 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol; para el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no hace falta aplicarlo y para el K<sub>2</sub>O sólo es necesario aplicar 9.8 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol. Esto es debido a que la relación N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O del suelo y las necesidades del cultivo son favorables para el fósforo y desfavorable para el nitrógeno.

Por ello para obtener el rendimiento esperado es necesario aplicar 50 t.ha<sup>-1</sup> del estiércol para satisfacer las necesidades de N y no sea un elemento limitante para la obtención del rendimiento.



### **Balance final**

Se recomienda aplicar 50 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol. Esto aporta las siguientes cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.

$$\begin{aligned} N &= 50 \times 10 \times 0.33 = 165 \text{ kg.ha}^{-1} \\ P_2O_5 &= 50 \times 10 \times 0.23 = 115 \text{ kg.ha}^{-1} \\ K_2O &= 50 \times 10 \times 0.72 = 360 \text{ kg.ha}^{-1} \end{aligned}$$

### **Fórmula:**

$$\text{Nutriente (kg.ha}^{-1}\text{)} = ((\text{Abono Orgánico (t.ha}^{-1}\text{)}) \times \% \text{ del nutriente (N, P}_2\text{O}_5, \text{K}_2\text{O)}) \times 10$$

En el balance final en el suelo existirá más P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O que lo necesario para la cosecha, pero eso no afecta la biología del cultivo y esos nutrientes se acumulan en el suelo y aumenta su fertilidad.

### **Forma de aplicación.**

La aplicación del estiércol se hará localizada en el surco antes de la siembra y debe quedar incorporado al suelo con la siembra.

Debido a que en el ejemplo se ha utilizado el estiércol vacuno que su relación **C/N** = 20:1 (Tabla 3) y en esa condición no hay fijación del N (fig. 1). Se puede aplicar el abono orgánico y efectuar la siembra sin peligro de competencia "**planta - microorganismos**" por el N.

La aplicación de 50 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol aportará 50 x 11.5/100 = 5.75 t.ha<sup>-1</sup> de materia orgánica lo que le proporcionará beneficios en las propiedades físicas y biológicas del suelo además de aportar nutrientes para el cultivo.

### **Notas:**

5. Los coeficientes de aprovechamiento equivalentes a 40 %, 30 % y 50 % para N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente, significa que del total de los nutrientes del suelo y los aplicados con el abono orgánico se estima que sólo se aprovechará esa fracción; lo cual coincide con la experiencia internacional (Yágodin, 1986).
6. Por el ejemplo se puede apreciar que la cantidad de abono orgánico a aplicar siempre dependerá de:
  - a) Las necesidades del cultivo.
  - b) Las características del suelo.
  - c) De la riqueza del abono orgánico en N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.

### **Caso C) Para establecer organopónicos u otras formas de agricultura orgánica.**

Utilización de los abonos orgánicos para establecer organopónicos u otras formas de agricultura orgánica.

Cuando se necesita establecer organopónicos o sustratos orgánicos utilizando mezclas con suelo, zeolita u otro material, es necesario tomar en cuenta factores que rigen ese tipo de mezcla y que determinan la eficiencia que se logre en los sistemas de cultivo que se pongan en explotación.

Esos factores son:

- Contenido de materia orgánica de la mezcla, más adecuado para el cultivo o cultivos que se vayan a explotar en el organopónico.
- Análisis químico del abono orgánico para conocer su contenido de humedad, materia orgánica y elementos nutritivos.
- Análisis químico del suelo u otro material para preparar el sustrato.
- Conocer la densidad aparente del abono orgánico y del suelo que se vaya a utilizar para la mezcla.

### Ejemplo:

**Se necesita preparar un sustrato para un organopónico y para ello se dispone de cachaza fresca (Tabla 3) y de suelo Ferralítico Amarillento.**

**Los análisis de los materiales a utilizar son los siguientes:**

#### **Cachaza fresca (Tabla 3)**

Humedad -----	71.0 %
Materia orgánica -----	16.40 %
Nitrógeno (N) -----	0.27 %
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) -----	0.60 %
Potasio (K <sub>2</sub> O) -----	0.17 %
Densidad aparente -----	0.68 kg. dm <sup>-3</sup>

#### **Suelo Ferralítico Amarillento**

Materia orgánica -----	2.66 %
Nitrógeno (N) (Asimilable)-----	80 kg.ha <sup>-1</sup> = 0.004 %
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) -----	137 kg.ha <sup>-1</sup> = 0.00685 %
Potasio (K <sub>2</sub> O) -----	122 kg.ha <sup>-1</sup> = 0.0061 %
Densidad aparente -----	1 kg. dm <sup>-3</sup>
Nitrógeno total (N) -----	0.133 %

Se necesita que el contenido de materia orgánica de la mezcla final sea 10 %.

Se estima que el contenido de materia orgánica de un sustrato debe ser del 10 al 16 % en base fresca, según la especie del cultivo que se necesite desarrollar en el mismo. (Rodríguez y col., 2002)

### Calcular:

- Las cantidades en peso y en volúmenes, de cachaza y suelo que se necesitan de ambos materiales para preparar una tonelada de la mezcla.**
- Calcular las cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O de la mezcla (en %).**

**Desarrollo:**

**a) Cálculo de las cantidades cachaza y suelo para la mezcla.**

Este cálculo se hace planteando dos ecuaciones de dos incógnitas

**Para ello:**

X = Cantidad de cachaza (kg.) de 16.4 % de M.O

Y = Cantidad de suelo (kg.) de 2.66 % de M.O

**Ecuaciones:**

1)  $X + Y = 1000$

2)  $0.164 X + 0.0266 Y = 100$

Nota: En una tonelada de sustrato que tengo, 10 % de materia orgánica tendrá 100 kg de MO

**Multiplicando:**

1) por (0.164)

2) por (-1) y sumando se tiene:

1)  $0.164 X + 0.164 Y = 0.164 \times 1000$

2)  $-0.164 X - 0.0266 Y = -100$

---

$$0.1374 Y = 64$$

$$Y = 64 / 0.1374 \quad Y = 465.79$$

$$X = 1000 - Y \quad X = 1000 - 465.79 \quad X = 534.21$$

**Resultados:**

Y = 465.79 kg. de suelo

X = 534.21 kg. de cachaza

**Cálculo del volumen de cachaza y suelo.**

Recuerde:  $D = P / V$

por tanto :  $V = P / D$

**Resultado:**

**Cachaza:**  $P = 534.21 \text{ kg.}$   $D = 0.68 \text{ kg.dm}^{-3}$

**Cachaza:**  $534.21 / 0.68 = 785.6 \text{ dm}^3$  (litros)

**Suelo:**  $P = 465.79 \text{ kg.}$   $D = 1 \text{ kg.dm}^{-3}$

**Suelo** =  $465.79 / 1 = 465.79 \text{ dm}^3$  (litros)

**Para obtener una tonelada de sustrato se necesita:**

Cachaza --- 534.21 kg. = 785.60 litros

Suelo --- 465.79 kg. = 465.79 litros

---

Totales --- 1000.00 Kg. = 1251.39 litros

Densidad del sustrato  $D = P / V = 1000 / 1251.39 = 0.799$   
 $D = 0.80 \text{ kg.l}^{-1}$

### **b) Contenidos de nutrientes de la mezcla.**

El contenido de materia orgánica de la mezcla es 10 %. Esa fue la base para el cálculo.

Para calcular los contenidos de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  de la mezcla se suma el contenido del elemento en la cachaza más lo que contiene el suelo en 1000 kg. de la mezcla y se lleva a 100 así:

$$\% \text{ E. M.} = [(\text{kg. cachaza} \times \% \text{ EI} / 100) + (\text{kg. de suelo} \times \% \text{ EI} / 100)] / 10$$

**% E. M. = % Elemento en la mezcla**  
**% EI = % del Elemento**

**Nota: EI = contenido de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  en % en la cachaza y el suelo.**

#### **Cálculos:**

$$\% \text{ N} = [(534.21 \times 0.27/100) + (465.79 \times 0.004 / 100)] / 10$$

$$\text{N} = 0.146 \% \text{ equivalente a } 2922 \text{ kg. ha}^{-1} *$$

$$\% \text{ P}_2\text{O}_5 = [(534.21 \times 0.23 / 100) + (465.79 \times 0.00685 / 100)] / 10$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = 0.126 \% \text{ equivalente a } 2521 \text{ kg. ha}^{-1} *$$

$$\% \text{ K}_2\text{O} = [(534.21 \times 0.72 / 100) + (465.79 \times 0.0061 / 100)] / 10$$

$$\text{K}_2\text{O} = 0.3875 \% \text{ equivalente a } 7749 \text{ kg. ha}^{-1} *$$

**Relación ínter nutriente:** N -  $P_2O_5$  -  $K_2O$  = 1.16 - 1 - 3.07

**Recuerde:  $\text{kg. ha}^{-1}$  del nutriente = % del nutriente x 20 000**

$$\% \text{ del nutriente} = (\text{kg. ha}^{-1} \text{ del nutriente}) / 20\ 000$$

#### **Nota:**

**Se puede apreciar que la riqueza de la mezcla en N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  es altísima y su relación N -  $P_2O_5$  -  $K_2O$  es adecuada para la mayoría de los cultivos.**

$$* \text{ kg. ha}^{-1} \text{ de un elemento} = \% \text{ del elemento} \times 20000$$

#### **Relación C/N de la mezcla**

Para calcular la relación **C/N** de la mezcla, se toma en cuenta que el suelo tiene 0.133 % de N total.

Entonces:

$$\text{N total de \% en la mezcla} = [(534.21 \times 0.27/100) + (465.79 \times 0.133/100)] / 10 = \% \text{ N} = 0.2061$$

### **Relación C/N de la mezcla.**

Relación **C/N** = % C / % N = (% M.O x 0.58) / % N = (10 x 0.58) / 0.2061 = 5.8 / 0.2061 = 28.14  
Relación **C/N** = 28 : 1

Para hacer este cálculo se toma como base que la materia orgánica tiene como promedio 58 % de carbono (Gros, 1966; Yágodin, 1986). Esta relación **C/N** es relativamente alta para el desarrollo de las plantas porque para esas condiciones en el proceso de descomposición de la materia orgánica, la fijación del N es igual a la mineralización. Según se vio en el **Epígrafe 2, Fig. 1, pero está muy próximo al límite del valor 33:1.**

En esas condiciones es recomendable, después que se haga la mezcla, esperar, al menos, cuatro semanas antes de sembrar o plantar el cultivo que se va a poner en explotación.

### **Relación suelo- cachaza de la mezcla.**

#### **En peso:**

1 de suelo para **1.16** de cachaza: cachaza = 534.21 kg suelo = 465.79 kg.  
534.21 kg. / 465.79 kg. = **1 : 1.16**

#### **En volumen:**

1 de suelo para **1.69** de cachaza: Cachaza = 785.6 litros; suelo = 465.79 litros  
785.6 litros / 465.79 litros = **1 : 1.69**

### **Aspectos importantes en la preparación de las mezclas para sustratos. Su utilización y explotación en organopónicos u otras formas de agricultura orgánica.**

Para lograr la máxima eficiencia en los organopónicos y obtener buen desarrollo de las plantaciones y los rendimientos esperados, es necesario que se cumplan algunos requisitos que son básicos para esas condiciones de cultivo.

### **Los más importantes:**

- 1- Lograr que la mezcla tenga los contenidos de materia orgánica adecuada para cada condición específica. Tomar en cuenta las especies a desarrollar.**
- 2- Que el balance de nutrientes (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) sea favorable para los cultivos y los rendimientos que se espera obtener.**
- 3- Preparar las mezclas, procurando que se utilicen las proporciones correctas según lo obtenido en los cálculos correspondientes. Los sustratos deben tener composición uniforme y homogénea. Los sustratos no son ni suelo ni abono orgánico son compuestos integrales que tienen sus características propias, las cuales dependen de la naturaleza de los materiales que lo constituyen y de la forma que ellos fueron integrados (mezclados) para obtenerlos.**

En los organopónicos se hace una explotación intensiva de los sustratos y la vida microbiana es muy activa; todo lo cual es favorable para que la materia orgánica se

descomponga con cierta rapidez.

Ello propicia que el efecto residual sea relativamente corto y si no se toma en cuenta, los rendimientos de los cultivos bajaran en cosechas sucesivas. Por ello es necesario establecer un control químico de los canteros que están en explotación de modo que se pueda determinar cuando es necesario renovar la materia orgánica del sustrato, lo cual debe hacerse cuando el % de materia orgánica del sustrato sea menor que 8 %.

Para reconstruir (renovar) los sustratos, deben seguirse los mismos pasos que se indicaron para el **Caso C** de este documento. Es decir, caracterizar el sustrato y tomar en cuenta sus contenidos de materia orgánica, nutrientes y su densidad aparente.

Con esa información y con los datos del abono orgánico disponible, se calcula la cantidad de ese abono que debe añadirse al sustrato y hacer las mezclas en la forma indicada.

El muestreo de los sustratos del organopónico y su caracterización agroquímica debe hacerse cada 6 meses.

Aunque la labor de incorporar y mezclar los abonos orgánicos con los sustratos de los canteros establecidos, es algo difícil, es imprescindible que esas mezclas se hagan con todo cuidado y rigor. Si no se logra hacer una buena mezcla la materia orgánica añadida tendrá muy poco efecto sobre los cultivos y el efecto residual de la materia orgánica será muy limitado.

Es deber de los técnicos y especialistas responsables de los organopónicos mantener un chequeo y control de la dinámica que experimentan los canteros que tiene en explotación.

## **5- CONCEPTOS BASICOS PARA LA PRODUCCION DE COMPOST Y SU EVALUACION**

### **COMPOST**

Es el **abono orgánico** que se obtiene al someter a la descomposición microbiana, por la oxidación, residuos de origen vegetal o animal o ambos juntos. Por lo general el **compost** es rico en materia orgánica (Humus) y contiene cantidades apreciables de elementos minerales (N, P, K, Ca y Mg).

#### **◇ Características del Compost.**

Las características químicas, físicas y biológicas dependen de la naturaleza de los residuos que se utilicen en su obtención o preparación y del proceso tecnológico empleado.

Si en su preparación se utiliza estiércol vacuno u otro residuo animal, el compost tendrá alto contenido de humus y nitrógeno y baja relación **C/N** y será friable.

Si en la preparación del compost se utilizan residuos vegetales con predominio de

especies gramíneas o turbas el compost tendrá bajo contenido de N y alta relación C/N y en general tendrá mala calidad química y física.

**Tabla 5.- Análisis químico del compost. (Datos en base fresca).**

<b>Humedad</b>	<b>70 %</b>
<b>PH</b>	<b>6.8</b>
<b>Materia Orgánica</b>	<b>13.80 %</b>
<b>Nitrógeno total (N)</b>	<b>0.50 %</b>
<b>Fósforo total (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>0.26 %</b>
<b>Potasio total (K<sub>2</sub>O)</b>	<b>0.53 %</b>
<b>Relación C/N</b>	<b>16:1</b>

#### ◇ **Preparación (Producción) de compost**

Para producir compost de buena calidad se requiere disponer de todos los recursos técnicos y materiales que permitan realizar todas las actividades que son necesarias al proceso de preparación.

#### **Es necesario tener presente:**

1. La transformación de los residuales orgánicos en humus se obtiene por un proceso biológico, donde el principal ejecutor son los microorganismos, que producen la oxidación. Esos microorganismos como seres vivos que son, necesitan alimentos, aire, humedad y temperatura adecuada.
2. La preparación del compost requiere la utilización de residuos adecuados y con calidad, con mezclas bien proporcionadas y con suplementos minerales necesarios para obtener una buena actividad biológica.
3. Durante el proceso de preparación del compost es necesario evitar el exceso de humedad para que no se interrumpa la actividad biológica y los elementos solubles no se pierdan por lavado y lixiviación.
4. La producción de compost es un proceso laborioso, costoso, complicado y muy técnico. Para que resulte económico y beneficioso es preciso utilizar residuos de fácil adquisición y que su calidad garantice obtener un compost que reúna los requisitos para su empleo.

## ◇ Procedimiento para su producción.

**Para la preparación del compost deben seguirse los siguientes pasos:**

1. Disponer de un lugar alto con piso de cemento con pendiente suficiente para que los líquidos de drenaje tengan salida para una fosa u otro lugar donde se colecten. Las “**pilas**” o “**canteros**” deben ser de aproximadamente de 2 a 2,5 m de base (ancho) y de 1.5 a 2 m de altura. El largo puede ser de 10 m o más según las condiciones y necesidades del lugar. Recuerde que un cantero que tenga 2 m de ancho por 1.5 m de alto puede proporcionar aproximadamente 1 t de compost por metro lineal de cantero, por lo que un cantero de 10 m lineales puede producir 8 a 10 t de compost aproximadamente.
2. El lugar donde se vaya a situar los “**canteros**” o “**pilas**” debe tener agua disponible para regarlos mientras se esté preparando el compost.
3. El espacio entre canteros debe ser suficiente para que los trabajadores puedan realizar sus actividades libremente sin interrupción.
4. Los residuos que formarán el compost se dispondrán en capas de aproximadamente 10 a 20 cm de altura una superpuesta sobre la otra, repitiendo las capas en forma sucesivas como se indica en la Fig. 1. que se toma como ejemplo. La altura de las “**pilas**” es importante, pues de eso depende el movimiento del aire y el agua dentro de ellas.
5. Cuando se haya establecido la “**pila**” con todas sus capas debe aplicarse un riego ligero para obtener un grado adecuado de humedad. Estos riegos deben darse una vez por semana según la época del año, lo cual influye en el intervalo de riego.
6. A las tres semanas de haber preparado la “**pila**” debe comenzar el proceso de oxidación y la temperatura del material debe alcanzar de 60 a 70 °C. Entonces se da la primera vuelta al material para uniformar su contenido y lograr la aereación, después debe darse otro riego. Esta operación puede hacerse utilizando un tridente o máquina especial para el movimiento de los residuos. Con esto se activará el proceso de oxidación. A las 6 semanas se repite la operación de volteado y el tercer movimiento a las 9 semanas.
7. El proceso de oxidación debe completarse a los 3 meses de haberse montado la “**pila**”. El final del proceso de descomposición se conoce porque la temperatura del compost muestra tendencia a disminuir e igualarse a la temperatura ambiente. Además, el material toma aspecto uniforme, friable y de color oscuro. Recuerde que el tiempo necesario para completar la descomposición puede variar en dependencia del tratamiento que se le de y a las condiciones climáticas.



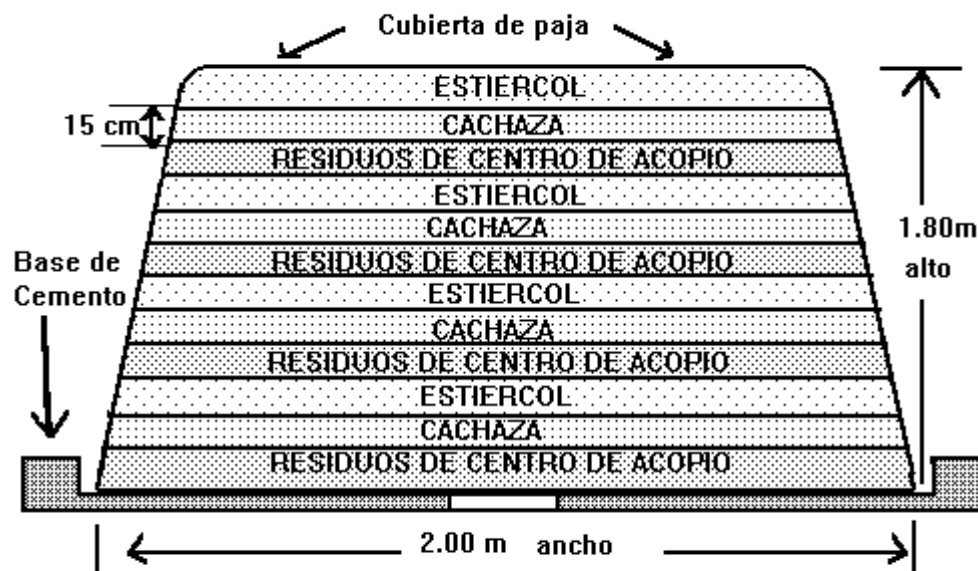


Fig. 1.- Diseño de un cantero o pila para la producción del compost con la distribución de las capas de residuos.

**Nota:**

Para aumentar la calidad del compost, obtener uniformidad en el proceso, ganar eficiencia en la conversión en humus y disminuir el tiempo de oxidación es recomendable añadir fertilizantes químicos en el momento de montar las "pilas". Esto es importante especialmente cuando se utilicen residuos con alta relación C/N (más de 40:1) como es el caso de los residuos de centro de acopios de la caña, bagazo y turba. Se recomienda utilizar los fertilizantes que se relacionan a continuación:

<u>Fertilizante</u>	<u>kg.t<sup>-1</sup> de materia seca de los residuos.</u>
Sulfato de amonio	10
Superfosfato sencillo	25
Cloruro de Potasio	10
Carbonato de Calcio	30

Estos fertilizantes se aplicaran de forma uniforme distribuidos en todas las capas.

◇ **Evaluación del compost.**

Para determinar la calidad de un compost deben evaluarse las siguientes características:

### **a) Morfológicas**

- ◆ Debe tener aspecto uniforme y homogéneo, sin manchas que den la impresión que existen residuos sin oxidar o descomponer.
- ◆ Que el material sea suelto y friable. (No debe ser pegajoso ni pastoso).

### **b) Características químicas**

- ◆ Debe tener menos de 60% de humedad.
- ◆ Más de 50% de materia orgánica en base seca.
- ◆ Su relación C/N debe ser menor de 25:1.
- ◆ pH con valores entre 6 y 7.
- ◆ Contenido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O no menor de 1.6%, 0.90% y 1.7% en base seca, respectivamente.

**Nota:** Debe tenerse presente que la calidad física, química y biológica de un compost depende de las características de los residuos que se utilicen y de las condiciones que se establezcan en el proceso de producción. Por lo general las características varían del compost obtenido de un lugar a otro o en el mismo lugar si al producirlo se varían las condiciones.

### **◇ Observaciones finales**

La producción de compost requiere que el proceso de oxidación y descomposición de los residuos se logre de forma adecuada. Para ello es necesario que mientras dure ese proceso se propicien condiciones óptimas de aereación, humedad y temperatura para satisfacer las necesidades de los microorganismos. Si eso no se logra, la calidad del compost será afectada.

En algunas ocasiones es conveniente inocular microorganismos específicos a los residuos que se someten al proceso de oxidación, con lo cual se logra un proceso más eficiente.

En Cuba ese tipo de inoculación es poco utilizado porque los inóculos específicos no están bien estudiados. Además para utilizarlos es necesario disponer de condiciones especiales, que por lo general no existen en los lugares donde se produce compost en Cuba.

#### **Nota:**

**La palabra “Compost” es del idioma Inglés. su significado es: Mezcla, abono, mantillo, estiércol.**

**Esta palabra no existe en el idioma Español. No obstante en el lenguaje de los agricultores se utiliza con frecuencia con el significado que se le ha dado en este documento.**

**Algunos autores, por ejemplo: A. Jacob y H. V. Uexküll (1967) le llaman “Composta” y G. Collings (1958) le llama “Composte”. En Cuba se utiliza el nombre en Inglés Compost.**

## ANEXO

### Observaciones generales

Este documento ha tenido la intención de mostrar la importancia que tiene conocer que el manejo y aplicación de los abonos orgánicos son actividades eminentemente técnicas. El profesional, técnico y toda persona que tenga esa responsabilidad debe tener conocimiento pleno de las características de sus abonos orgánicos y definir con toda claridad los objetivos que tiene su utilización.

Es un error subestimar o ignorar las propiedades de los abonos orgánicos; manejarlos de forma empírica o pensar que la palabra abono orgánico resume todas sus propiedades y que todos pueden utilizarse de forma similar. Sólo el uso racional y adecuado de los abonos orgánicos puede producir los resultados esperados y los beneficios económicos de las inversiones que se hagan.

### Conceptos y aclaraciones

- 1- Cuando en el texto se hace referencia al concepto la "**materia orgánica pura**" se refiere a la cantidad de materia orgánica que tiene cualquier residuo o abono orgánico.  
Por ejemplo un estiércol que tiene 16 % de materia orgánica en 100 Kg. de ese estiércol hay 16 Kg. de "**materia orgánica pura**".
- 2- Cuando existe necesidad o posibilidad de mezclar abonos orgánicos con residuos vegetales (residuos del despulpe de café, cáscara de arroz, aserrín u otros) las mezclas entre ambos siempre se hará de forma meditada y calculada, en proporciones bien definidas tomando como punto de partida la caracterización química del residuo y del abono, para que el contenido de materia orgánica y la relación **C/N** de la mezcla queden dentro de los límites permisibles para que satisfagan los propósitos y necesidades para los cuales se hace esa mezcla. Además será necesario que las cantidades de abono orgánico y residuo vegetal se mezclen bien para que el producto final se pueda aplicar y distribuir de forma confiable.
- 3- A los efectos de este trabajo se tomó como base para los cálculos, la densidad aparente de los suelos igual a  $1 \text{ g.cm}^{-3}$  y la **hectárea - surco** a la profundidad hasta 20 cm. En esas condiciones el peso (la masa) de la **hectárea- surco** es igual a 2000000 de kg.
- 4- **Recuerde:**  
 $\text{kg.ha}^{-1} \text{ de un nutriente} = \% \text{ del nutriente} \times 20\ 000$   
 $\% \text{ del nutriente} = \text{kg.ha}^{-1} \text{ del nutriente} / 20\ 000$

## REFERENCIAS

1. A.O.A.C.- Oficial and tentative methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists 7a. Ed. Washinton. 1950.
2. Armengol, J.- Modificaciones inducidas por la vinaza en las propiedades físicas y químicas de vertisoles dedicados al cultivo de la caña de azúcar en la zona norte de Ciego de Avila. Tesis de grado para optar por el título de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Ciego de Avila. 2002.
3. Batista, E., R. Valdés, F. Guridi, E. Ruiz y J. Fernández. Efectos de diferentes sustratos en la altura y superficie foliar de plántulas de cafeto cultivadas bajo sombra controlada. Universidad de Las Tunas y Universidad Agraria de La Habana. XIII Forum INCA 2002. Resúmenes.
4. Canet, R., R. Galano y M. Chaiano. Uso de la Sesbania rostrata como abono verde en la fertilización de variedades de arroz de bajos insumos. Revista cubana del arroz 1999. vol. 1 No. 1 p. 23-29. La Habana.
5. Clavel, N., P. González, E. Vieito y Gladis Vallin. Uso de leguminosas forrajeras como coberturas de plantaciones cítricas en producción. IIPF y IIFT. XIII Congreso del INCA 2002- Libro de resúmenes.
6. Collings, G. Fertilizantes comerciales y sus usos. Salvat. Editores, S.A. Madrid, 1958.
7. Cuesta, Milagro. La agricultura orgánica y las dimensiones del desarrollo. Universidad agraria de La Habana. XIII Congreso del INCA 2002. Libro de resúmenes.
8. Fundora, O. y col. Agroquímica. - Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1983.
9. García, Margarita et al. Quantification of the contribution of biological nitrogen fixation to tropical green manure crops an the residual benefit to a subsequent maize crop using 15 N isotope techniques-journal of Biotechnology 2001. vol 91. p.. 105-115.
10. García, Margarita, Eolia Treto y Mayté Álvarez. Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizados como abonos verdes en las condiciones de Cuba. Revista Cultivos Tropicales 2001. Vol. 22, No. 4, p. 11-16.
11. García, Margarita, Eolia Treto y Mayté Álvarez. Época de siembra más adecuada para especies promisoras de abonos verdes en las condiciones de cuba. Revista Cultivos Tropicales. 2002 Vol. 23, No. 1 p. 5-14.
12. García, Margarita, Eolia Treto y Mayté Álvarez. Los abonos verdes. Una alternativa para la economía del nitrógeno en el cultivo de la papa. Revista cultivos Tropicales 2000. Vol. 21, No. 1 p. 5-11.
13. Gros, A. Abonos. Guía práctica de la fertilización. Edición Revolucionaria. La Habana, 1966.
14. Gutiérrez, I. R. y Dayami Fonte. Efectos de una cobertura de leguminosa (*Tarmonus labialis*) sobre una plantación de Naranja Valencia late en Ciego de Ávila. Universidad de Ciego de Ávila. XIII Congreso del INCA 2002. Libro de resúmenes.
15. INCA. Caracterización agroquímica del humus de lombriz. Informe del laboratorio a suelos y agroquímica a la UBPC Agro Jardín. Enero 2003.

16. Jacob, A. y H.V. Vexhül. Fertilización. Edición Revolucionaria. La Habana, 1967.
17. MINAZ. Metodología. Utilización de los residuales de la industria azucarera y sus derivados en el fertirriego de la caña de azúcar. La Habana. Abril 2002.
18. Noriega, G. , S. Cruz y Ana Altamirano. Producción de abonos orgánicos y Lombricultura. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetan, Chiapas, México, 2001.
19. Noriega, G. y Ana Altamirano. Manual de Lombricultura. Universidad Autónoma de Chapingo México, 1998.
20. Paneque, V. M. Manual de técnicas analíticas para los análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Laboratorio de suelos y agroquímica INCA. La Habana 2001.
21. Paneque, V. M. y col. Informe anual del Tema 00724 del programa PCT 007 de la A.C.C Segunda etapa. Sept. 1992.
22. Paneque, V. M. y col. La cachaza como enmienda y fertilizante para el cultivo de la caña de azúcar. Folleto Divulgativo. INCA. La Habana, 1990.
23. Paneque, V. M. y P. J. González. Evaluación de la cachaza como abono químico para la caña de azúcar cultivado en suelo Ferralítico Cuarcítico. Memorias de la III Jornada Científica del Instituto de Suelo. La Habana, 1985.
24. Pequeño, J. Agroquímica. Tomo I. Editora Universitaria. La Habana, 1990.
25. Rivera, R. Gloria Martín y Darmis Pérez. Efecto de la temperatura sobre la mineralización del nitrógeno de las especies de abonos verdes en suelo Ferralítico Rojo. Revista Cultivos Tropicales 1999. vol No. 2 p. 15-19.
26. Rodríguez, J. V. M. Paneque, C. Morales, E. Castellanos y Rami Admadi. Determinación de contenidos de materia orgánica en sustratos con diferentes portadores para los cultivos de tomate y pepino en la fase de posturas en cepellón. INCA. XIII Congreso. INCA 2002. Libro de Resúmenes.
27. Rosabal, A. et al. La cachaza y el estiércol vacuno: Una alternativa en la producción Tabacalera. Inst. de Inv. Agronómicas J. Dimitro. XIII congreso del INCA, 2002. Libro de resúmenes.
28. Russell, E. W. Russell. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Editora Revolucionaria. La Habana, 1967.
29. Suárez, J. J., Marta Monzote, D. Serrano, F. Funes y Ch. Fuentes.. Producción orgánica en un sistema agroecológico. Cuatro años de Trabajo. Inst. de Inv. de Pastos y Forrajes. XIII Congreso del INCA 2002. Libro de resúmenes.
30. Vega, E.A. Misleidy de Cárdenas, R. Rodríguez y J. A. Herrera. Abonos orgánicos procesadas; alternativa para la producción de pepino en organopónico. Universidad de Ciego de Ávila. XIII Congreso del INCA, 2002. Libro de resúmenes.
31. Vilches, Eneida y Eneida Núñez. Efectos de los residuos de leguminosas sobre estadíos de una población de lombrices (*Eisenia fuetida*) y caracterización biológica del humus obtenido. Revista Cultivos Tropicales, 21 (3) 2000. p. 25-31.
32. Vivanaturm Proyectos, S.L. España. 2000. Internet [http:// www. Vivanatur. Com/ profesionales. Htm-](http://www.Vivanatur.Com/profesionales.Htm)
33. Yágodin, B. A y col. Agroquímica. Tomo II. Editorial Mir. Moscú, 1986.

TABLA POTENCIAL PRODUCTIVO Y EXTRACCIÓN DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Y K<sub>2</sub>O DE VARIAS ESPECIES.

CULTIVO	RENDIMIENTO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	t.ha <sup>-1</sup>	kg.ha <sup>-1</sup>			kg.t <sup>-1</sup>		
AGUACATE	5 frutos	30	5	50	6	1	10
ALFALFA	8 de heno	215	55	150	27	7	19
AJO	10	100	30	110	10	3	11
AVENA	1.5 de grano	83	41	87	55.3	27.3	58
ALGODÓN	0.4 de fibra	84	34	87	210	85	217
ARROZ	4.5 t de grano	65	20	75	14.77	4.54	17.04
BERZA		200	100	200			
BONIATO	20 TUBÉRCULOS	70	20	110	3.5	1	5.5
CEBADA	3 t de grano	83	29	80	27.7	9.7	26.7
CEBOLLA	30 bulbos	80	40	120	2.67	1.33	4.00
COCOTERO	-	74	31	138			
CÍTRICOS	25 frutos	56	13	78	2.24	0.5	3.1
CAUCHO	2 de goma	37	15	27	18.5	7.5	13.5
CAÑA DE AZÚCAR	90 tallos	85	60	190	1.30	0.45	2.12
CAFÉ	18 cerezas	158	31	200	8.8	1.7	11.1
CAFÉ	3 oro	158	31	200	53	10.3	67
CACAO	0.7 crema	14	7	11	20	10	15.7
FRIJOLES	2 de granos	123	34	91	61.67	17.08	45.42
GIRASOL	3 granos	114	54	240	38	18	80
MAÍZ	4.5 granos	128	48	140	29.01	10.91	31.82
MANGO	5 frutos	28	1	33	5.5	0.2	6.5
MANÍ	2 Granos	95	26	63	47.37	13.16	31.58
SISAL – HENEQUÉN.	1.5 t de fibra	80	18	131	53.33	12.00	87.33
NABOS		111	60	174			
PAPA (TARDÍA)	26 tubérculos	103	47	211	4.12	1.88	8.44
PEPINO	30 fruto	50	40	80	1.7	1.3	2.7
PIMIENTO	20 frutos	80	20	160	4	1	8
PLÁTANO	(500 kg) fruto	63	16	207	12.60	3.20	41.40
PIÑA	40 t fruto	110	30	275	2.75	0.75	6.87
REMOLACHA (AZÚCAR).	36 raíces	126	31	190	4.2	1	6.3
REMOLACHA (FOR.)	50 raíces	110	60	100	2.2	1.2	2
HIGUERETA	1.5 frutos	45	18	14	30	12	9.3
RÁBANOS	20 frutos	110	60	100	5.5	3	5
SORGO	4 granos	112	44	96	28	11	24
SOYA	2 grano	125	29	38	62.50	14.50	19.00
TRIGO	3 de granos	71	36	60	23.7	12	20
TOMATE	40 fruto	110	30	160	2.75	0.75	4.00
TABACO	2 de hojas	130	40	240	65.00	20.00	120.00
YUCA	15 raíces	26	22	112	1.71	1.43	7.43
VID	10 frutos	80	30	100	8	3	10

HENEQUÉN: Índice de extracción para Calcio (CaO) 121.8 kg.t<sup>-1</sup> de fibra

Nota: En la Florida (USA) una caja de Cítricos estándar es igual a 78 kg.

Rendimientos Medios para café t.ha<sup>-1</sup> de café oro

Bajo < 1

Medio 1 - 2

Alto > 2

TABLA pH PREFERENTES PARA ALGUNOS CULTIVOS

CULTIVO	RANGO DE pH	
AGUACATE	6.0	8.0
AJÍ PIMIENTO	6.0	6.5
AJO PUERRO	6.0	8.0
ALFALFA	6.0	8.0
ALGODÓN	6.0	8.0
ANO	> 7	
APIO	6.5	7.5
ARROZ	6.0	6.5
AVENA	6.0	7.0
BERENJENA	6.0	7.0
BERRO	6.0	8.0
BONIATO	5.0	7.0
CALABAZA	6.0	8.0
CAÑA DE AZÚCAR	6.0	8.0
CEBOLLA	6.0	7.0
CHICHARO	6.0	8.0
CHICHARO DE VACA	6.0	7.0
CIRUELA	6.0	8.0
COLIFLOR	6.0	7.0
COL	6.0	7.0
ESPINACA	6.0	7.0
FRESA	5.0	6.0
FRÍJOL DE TERCIOPELO	6.0	7.0
FRIJOLES	5.3	6.0
HABA LIMA	5.3	6.0
LECHUGA	6.0	7.0
LIMÓN	5.0	7.0
MAÍZ	6.0	7.0
MAÍZ	5.0	6.0
MELOCOTÓN	6.0	8.0
MELÓN DE AGUA	6.0	7.0
MELÓN DE CASTILLA	6.0	8.0
NABO	6.0	8.0
NARANJA CHINA	5.0	7.0
PAPA	4.8	5.4
PEPINO	6.0	8.0
PERA	6.0	8.0
PEREJIL	6.0	8.0
PIÑA	5.0	6.0
PLÁTANO MANZANO	7.0	
PLÁTANO VIANDA	6.5	7.5
QUIMBOMBO	6.0	8.0
RÁBANO	6.0	8.0
REMOLACHA	5.0	7.0
TABACO	5.0	7.0
TOMATE	6.0	7.0
TORONJA	5.0	7.0
TRIGO	6.0	7.0
UVA	6.0	8.0
YUCA	6.0	8.0
ZANAHORIA	5.3	6.0

Tabla PESOS ATÓMICOS INTERNACIONALES Y SÍMBOLOS DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS  
(TOMADO DE ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS DE M. L. JACKSON, Ed.. Rev. Inst. del Libro, 1970)

ELEMENTO	SÍMBOLO	PESO ATÓMICO	ELEMENTO	SÍMBOLO	PESO ATÓMICO
ACTINIO	Ac	227.05	MERCURIO	Hg	200.61
ALABAMIO	Ab	211.00	MOLIBDENO	Mo	95.95
ALUMINIO	Al	26.98	NEODIMIO	Nd	144.27
AMERICIO	Am	243.00	NEÓN	Ne	20.183
ANTIMONIO	Sb	121.76	NEPTUNIO	Np	237.00
ARAGÓN	A	39.944	NIOBIO	Nb	58.69
ARSÉNICO	As	74.91	NÍQUEL	Ni	58.71
AZUFRE	S	32.066	NITRÓGENO	N	14.008
BARIO	Ba	137.36	ORO	Au	197.00
BERILIO	Be	9.013	OSMIO	Os	190.20
BISMUTO	Bi	209.00	OXIGENO	O	16.00
BORO	B	10.82	PALADIO	Pd	106.40
BROMO	Br	79.916	PLATA	Ag	107.880
CADMIO	Cd	112.41	PLATINO	Pt	195.09
CALCIO	Ca	40.08	PLOMO	Pb	207.21
CARBONO	C	12.010	PLUTONIO	Pu	242.00
CERIO	Ce	140.13	PROTACTINIO	Pa	231.00
CESIO	Cs	132.91	POLONIO	Po	210.00
COLORO	Cl	35.457	POTASIO	K	39.100
COBALTO	Co	58.94	PROMETIO	Pm	145.00
COBRE	Cu	63.54	PRASEODIMIO	Pr	140.92
CROMO	Cr	52.01	RADIO	Ra	226.05
CURIO	Cm	245.00	RADÓN	Rn	222.00
DISPROSIO	Dy	162.51	RENIO	Re	186.22
ERBIO	Er	167.27	RODIO	Rh	102.91
ESCANDIO	Sc	44.96	RUBIDIO	Rb	85.48
ESTAÑO	Sn	118.70	RUTENIO	Ru	101.10
ESTRONCIO	Sr	87.63	SAMARIO	Sm	150.43
EUROPIO	Eu	152.00	SELENIO	Se	78.96
FLUOR	F	19.00	SILICIO	Si	28.09
FÓSFORO	P	30.975	SODIO	Na	22.991
FRANCIO	Fa	223.00	TALIO	Tl	204.39
GADOLINIO	Gd	157.26	TÁNTALO	Ta	180.95
GALIO	Ga	69.72	TECNECIO	Tc	99.00
GERMANIO	Ge	72.60	TELURIO	Te	127.61
HAFNIO	Hf	178.50	TERBIO	Tb	158.93
HELIO	He	4.003	TITANIO	Ti	47.90
HIDROGENO	H	1.008	TORIO	Th	232.05
HIERRO	Fe	55.85	TULIO	Tm	168.94
HOLMIO	Ho	164.94	URANIO	U	238.07
INDIO	In	114.82	VANADIO	V	50.95
IRIDIO	Ir	192.20	WOLFRAMIO	W	183.86
KRYPTON	Kr	83.80	XENON	Xe	131.3
LANTANO	La	138.92	YODO	I	126.91
LITIO	Li	6.940	YTERBIO	Yb	173.04
LUTECIO	Lu	174.99	YTRIO	Y	88.92
MAGNESIO	Mg	24.32	ZIRCONIO	Zr	91.22
MANGANESO	Mn	54.94	ZINC	Zn	65.38
MASURIO	Ma	97.80	ZIRCONIO	Zr	91.22