

22061
2 cop.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

17 SET 2007

22061
2 cop.



PROYECTO : Transferencia de Tecnología para la implementación de “Buenas Prácticas Agrícolas - BPA, para la producción y uso y manejo de insumos orgánicos y biológicos.

PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS DE BUENA CALIDAD

PRO5200264

Luz Alba Luna Geller *
Martha M. Bolaños Benavides **

* Ingeniera Agrónoma M.Sc. CORPOICA E-mail: luzalbaluna@telesat.com.co
** Bióloga M.Sc. PhD. CORPOICA E-mail: marthabolanos@telesat.com.co



© Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA.
Centro de Investigación Palmira.

BOLETÍN TÉCNICO

ISBN: 978-958-8311-53-1

Código Único Interno: 141

Edición: I.A. Jesán Gómez Soto

Transferencia de Tecnología, CI Palmira

Diagramación: James Peñaloza Acosta

Transferencia de Tecnología, CI Palmira

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Impresión y encuadernación:



www.produmédios.com

Teléfono: 2 885 338 - Bogotá, D.C.

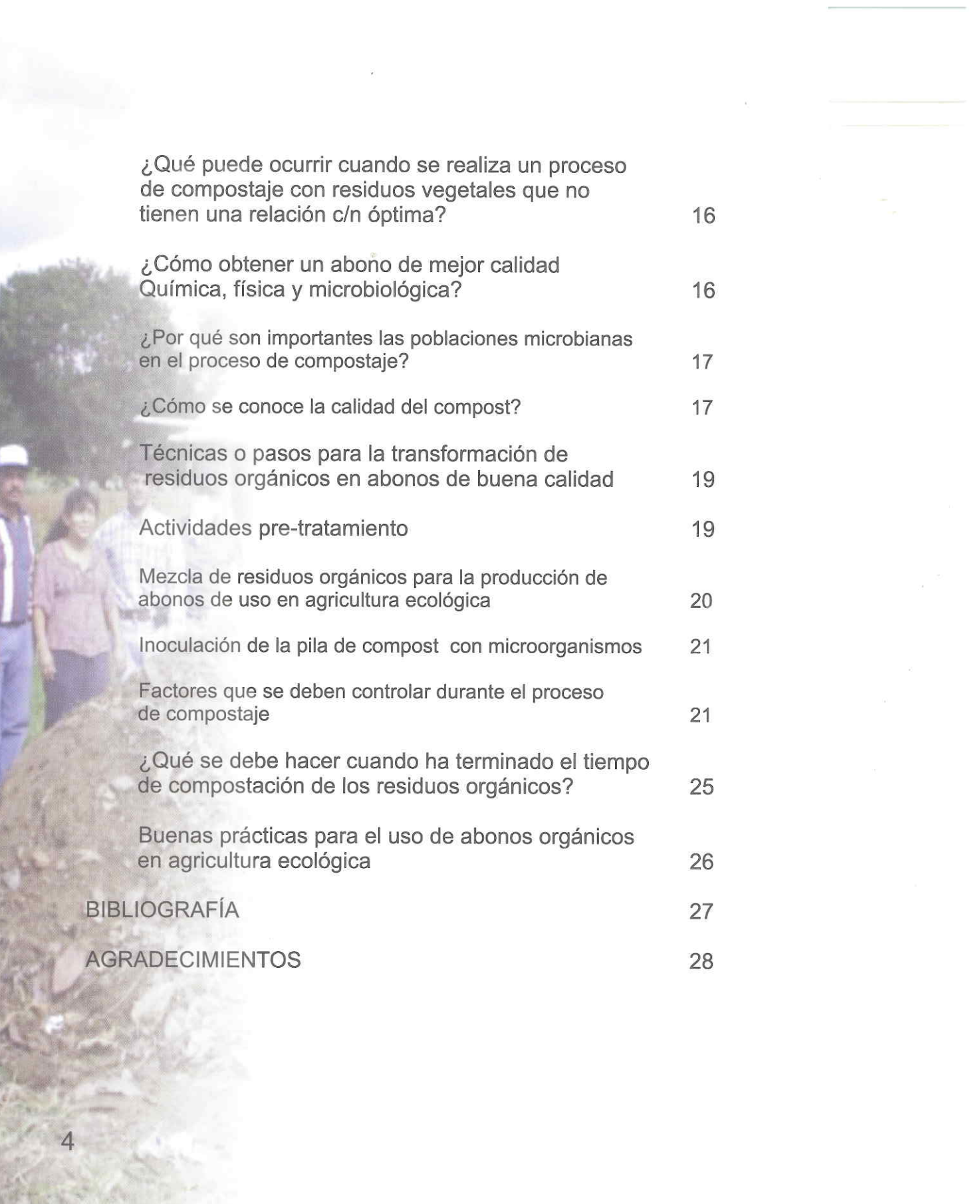
Impreso en Colombia

Printed in Colombia

I. C. A. - BAC	
No. Acceso	
Cuota	<input type="checkbox"/>
Caja	<input type="checkbox"/>
Donación	<input type="checkbox"/>
Procedencia	Deposito Legal
Fecha.	17 SET 2007 Costo \$10.000

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
BASES CONCEPTUALES QUE TODO PRODUCTOR DE ABONOS ORGÁNICOS DEBE CONOCER	6
Residuo orgánico	6
Diferencia entre compostaje, compost y humus	6
Solarización de residuos orgánicos	7
Técnicas de producción de abonos	7
BASES TÉCNICAS A TENER EN CUENTA CUANDO VA A PRODUCIR ABONOS ORGÁNICOS PARA USO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA	9
Características que debe cumplir el sitio seleccionado para la producción de abonos orgánicos	9
Residuos de origen orgánico que son permitidos en la producción de abonos para ser utilizados en agricultura ecológica	10
Minerales que se pueden utilizar para conseguir un nivel de calidad química del abono.	11
Velocidad de la transformación de los residuos orgánicos en abonos de buena calidad.	11
Relación carbono /nitrógeno (c/n) óptima o preferida de las materias orgánicas utilizadas para elaborar un compost	11
¿Cómo obtener una relación c/n óptima para la producción de abonos orgánicos?	12



¿Qué puede ocurrir cuando se realiza un proceso de compostaje con residuos vegetales que no tienen una relación c/n óptima?	16
¿Cómo obtener un abono de mejor calidad Química, física y microbiológica?	16
¿Por qué son importantes las poblaciones microbianas en el proceso de compostaje?	17
¿Cómo se conoce la calidad del compost?	17
Técnicas o pasos para la transformación de residuos orgánicos en abonos de buena calidad	19
Actividades pre-tratamiento	19
Mezcla de residuos orgánicos para la producción de abonos de uso en agricultura ecológica	20
Inoculación de la pila de compost con microorganismos	21
Factores que se deben controlar durante el proceso de compostaje	21
¿Qué se debe hacer cuando ha terminado el tiempo de compostación de los residuos orgánicos?	25
Buenas prácticas para el uso de abonos orgánicos en agricultura ecológica	26
BIBLIOGRAFÍA	27
AGRADECIMIENTOS	28

INTRODUCCIÓN

En el Valle del Cauca, se producen cantidades altas y variadas de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Algunos de ellos son parcialmente utilizados en la alimentación animal, otros se descomponen de manera natural sobre el suelo y en el mismo sitio donde se producen, mientras que otros son llevados a vertederos improvisados o amontonados al aire libre para facilitar el proceso de desecación, sin que se les someta a ningún otro proceso, constituyendo focos de contaminación ambiental con las consecuencias negativas que de allí se derivan.

Es frecuente también la quema en el lote de socas, rastrojos, pajas, residuos de cosecha, producto de poda de árboles, afectando las condiciones naturales del suelo, generando problemas ambientales y desperdiciando materiales que mediante procesos de compostaje o de lombricompostaje se pueden transformar en abonos orgánicos de buena calidad, económicamente razonables para la actividad agropecuaria.

Un buen número de productores están utilizando estos residuos, especialmente los procedentes de las explotaciones de caña y gallinazas, como materia prima para la producción de abonos, omitiendo pasos importantes en el proceso de transformación y asumiendo riesgos que pueden conducir a procesos de contaminación del suelo, agua y aire, repercutiendo negativamente en el medio ambiente.

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA con el ánimo de contribuir a superar algunas de las limitaciones enunciadas, presenta este boletín técnico el cual está dividido en tres temas así:

1. Bases conceptuales que todo productor de abonos orgánicos debe conocer.
2. Bases técnicas para la producción de abonos orgánicos y
3. Herramientas para que los interesados en la producción de abonos orgánicos de buena calidad química, física y microbiológica, puedan obtener además de la respuesta positiva en la actividad productiva a desarrollar, la credibilidad en las bondades del producto.

BASES CONCEPTUALES QUE TODO PRODUCTOR DE ABONOS ORGÁNICOS DEBE CONOCER

RESIDUO ORGÁNICO

El concepto de residuo orgánico, se aplica a:

La fracción o fracciones de un cultivo que no constituye la cosecha propiamente dicha y a aquella parte de la cosecha que no cumple con los requisitos de calidad mínima para ser comercializada como tal.

También se consideran residuos orgánicos los restos de poda de cultivos leñosos, los cortes de plantas herbáceas arvenses (mal llamadas "malezas"), las excretas o estiércoles de animales, los subproductos de origen vegetal generados por las industrias de transformación agrícola, como vinazas y cachazas entre otros, algunos residuos agrícolas específicos, como por ejemplo papel que no tenga tinta, cascarillas y pulpas de café, entre otros.

DIFERENCIA ENTRE COMPOSTAJE, COMPOST Y HUMUS

Se llama compostaje a la técnica biológica realizada en condiciones particulares de humedad, aireación, temperatura y bajo la acción de ciertos microorganismos, para la transformación y estabilización de residuos orgánicos biodegradables en un producto final llamado compost que según su contenido de nutrientes puede ser un abono de buena calidad.

El Compost es un compuesto con contenido alto en materia orgánica parcialmente mineralizada y humificada, que puede ser usado como abono orgánico o como sustrato, que puede sufrir mineralizaciones más lentas una vez incorporado al suelo y que al final de su evolución o descomposición se transforma en humus.

Humus es la fracción residual relativamente estable que queda después de la descomposición de la materia orgánica en el suelo, de color oscuro y muy resistente al ataque microbiano. De acuerdo con este concepto un compost o un lombricompost, no se debe llamar humus, ya que estos son simplemente materias orgánicas prehumificadas.

SOLARIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS

La Solarización es un proceso mediante el cual los residuos orgánicos con contenido de humedad de 60%, se disponen en una pila, la cual se cubre con un plástico de color negro que se sella por los extremos para que los residuos se calienten por la acción del sol y de esta forma se acelere el proceso de descomposición y se reduzca al mínimo los efectos de contaminación microbiana al suelo así como la contaminación ambiental por la liberación de Bióxido de carbono (CO_2).

TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE ABONOS

Existen diferentes técnicas para producir abonos, entre ellas se sugieren: compostaje solarizado (Figura 1), y lombricompostaje en módulos integrados bajo techo (Figura 2).

Cada sistema de producción tiene sus ventajas y desventajas así:

El compostaje solarizado tiene la ventaja de permitir producir compost en menor tiempo: 45 a 90 días, dependiendo básicamente de los residuos orgánicos que se utilicen, de las poblaciones microbianas y de la frecuencia en los “volteos”, pero tiene la desventaja de demandar mayor utilización de mano de obra por el “volteo” de la pila. El costo de producción promedio de una tonelada de compost bajo este sistema sería de \$130.000.00, a precios del año 2007.



Figura 1. Técnica de compostaje solarizado

El lombricompostaje en módulos integrados bajo techo, tiene una mayor inversión por construcción de los lombriceros y compra de semilla de lombriz. Requiere manejo cuidadoso de la humedad del sustrato (55 a 60%) para no ocasionar compactación, cuando la humedad supera este límite o pérdida de nutrientes principalmente nitrógeno. Cuando el sustrato está seco, el tiempo que dura el proceso es mayor que el solarizado, está entre 120 a 135 días, pero tiene la ventaja de dar como resultado un lombricompostado de mejor calidad química y física. El costo promedio de producción de una tonelada bajo este sistema sería de \$170.000.00, a precios del año 2007.



Vista de lado



Vista de frente

Figura 2. Técnica de lombricompostaje en módulos integrados bajo techo Los cajones se cubren con polisombra tal como se muestra en el cajón derecho

BASES TÉCNICAS A TENER EN CUENTA CUANDO VA A PRODUCIR ABONOS ORGÁNICOS PARA USO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR EL SITIO SELECCIONADO PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS

- Estar lejos de la casa o de las zonas residenciales (mínimo a 150 metros de distancia).
- Estar cerca al sitio de origen de los residuos orgánicos con el fin de reducir los costos por concepto de transporte.
- Tener acceso a fuentes fijas de agua no contaminada, que permitan asegurar la humedad adecuada de los residuos orgánicos en proceso de descomposición.
- Tener acceso fácil a una carretera o camino para no tener problemas con el transporte de los residuos orgánicos hasta el sitio de su transformación.
- Estar retirado de quebradas y ríos, mínimo 50 metros para evitar contaminación de agua por escorrentía.
- Estar protegido de la lluvia, ya que el exceso de humedad demora la descomposición y reduce la calidad química del abono por pérdida de nutrientes.

Preferiblemente se sugiere ubicar el sitio para realizar el compostaje cerca de árboles (Figura 3), para proteger los residuos orgánicos de los rayos del sol, ya que estos reducen la actividad microbiana; también para disminuir los efectos de contaminación por liberación de gases especialmente metano (CH₄) y Bióxido de carbono (CO₂) que se producen durante el proceso de transformación de los residuos orgánicos en abono.

- No tener riesgos de inundación, para evitar que el material compostable se disperse por el agua o se aumente los niveles de humedad en las materias orgánicas que están en proceso de transformación o que los nutrientes se pierdan por lixiviación o lavado.
- Disponer de un área lo suficientemente amplia que permita la recepción y acumulación de residuos orgánicos para el posterior tratamiento de los mismo.



Figura 3. Ubicación de la pila de compostaje cerca de árboles leguminosos

RESIDUOS DE ORIGEN ORGÁNICO QUE SON PERMITIDOS EN LA PRODUCCIÓN DE ABONOS PARA SER UTILIZADOS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

Se pueden utilizar residuos orgánicos provenientes de animales domésticos o de criaderos, o de vegetales cultivados o colectados, que hayan respetado los criterios o condiciones de los sistemas y métodos de producción y recolección ecológicos, descritos en la Resolución 0074 del 2002 del Ministerio de Agricultura.

Teniendo en cuenta la Resolución mencionada para producir abonos de uso en agricultura ecológica, no se deben utilizar residuos orgánicos de procedencia desconocida como residuos de plaza de mercado o mataderos ni residuos de explotaciones pecuarias en las que se depende de insumos veterinarios químicos.

Se puede utilizar aserrín procedente de maderas no inmunizadas, mantillo de bosque (hojarasca en etapa de descomposición), hojarasca verdes preferiblemente procedentes de árboles leguminosos.

Según lo estipulado por la Resolución ICA número 00991 del 1° de junio de 2001, se prohíbe la fabricación de abonos con harinas de carne, de sangre, de hueso vaporizadas, de carne y hueso, y vísceras de mamíferos.

Los residuos sólidos urbanos y los lodos, no están autorizados para la producción de abonos para la agricultura ecológica.

MINERALES QUE SE PUEDEN UTILIZAR PARA CONSEGUIR UN NIVEL DE CALIDAD QUÍMICA DEL ABONO.

Para conseguir un nivel de calidad química del abono, acorde con el destino final, se puede utilizar como complemento fertilizantes minerales naturales, como escorias de alto horno (calfos), es decir que no hayan sufrido procesos químicos de extracción o solubilización; también se podrán utilizar sustancias minerales inocuas, obtenidas de yacimientos naturales y que no hayan sufrido después de su extracción ningún tratamiento diferente al mecánico (cernido, triturado) o físico (térmico, decantación, disolución en agua) tales como cal, cal dolomítica, fosforitas, sulfatos de origen natural y cenizas.

VELOCIDAD DE LA TRANSFORMACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN ABONOS DE BUENA CALIDAD.

La velocidad de la transformación de los residuos orgánicos así como la obtención de un buen abono, depende fundamentalmente de la relación Carbono /Nitrógeno (C/N), la microflora (bacterias, hongos y actinomicetos) activa en el compostaje, la preparación de los residuos orgánicos de partida y del clima.

RELACIÓN CARBONO /NITRÓGENO (C/N) ÓPTIMA O PREFERIDA DE LAS MATERIAS ORGÁNICAS UTILIZADAS PARA ELABORAR UN COMPOST

La relación C/N (Carbono: Nitrógeno) óptima inicial de los residuos orgánicos es de 35/1 a 40/1. Es decir que por cada 35 a 40 partes de C (carbono) debe existir una (1) de N (nitrógeno), para que al final del proceso cuando el compost esté maduro (listo para ser usado como abono) esté entre 20/1 a 25/1, para asegurar una mejor mineralización de la materia orgánica y eficiente aprovechamiento del Nitrógeno.

En condiciones de clima frío y frío moderado se sugiere considerar relaciones C/N cercanas a 35/1, mientras que para clima medio y cálido es recomendable seleccionar residuos orgánicos con relaciones cercanas a 40.1, debido a que el proceso de mineralización de la materia orgánica es más rápido en climas cálidos.

¿CÓMO OBTENER UNA RELACIÓN C/N ÓPTIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS?

Al realizar mezclas de residuos orgánicos se debe tener en cuenta que estos tienen diferente relación C/N y que de ella depende la velocidad para su transformación y la calidad del abono, así:

-Residuos orgánicos de rápida descomposición y relación C/N baja (menos de 25): a este grupo pertenecen los residuos vegetales verdes y jóvenes, que son ricos en celulosa, azúcares solubles, minerales y en nitrógeno.

-Residuos orgánicos de lenta descomposición y relación C/N alta (mayor de 25): a este grupo pertenecen los residuos vegetales secos, viejos, ricos en lignina, y carbono, pobres en azúcares solubles y en nitrógeno.

Por tanto para lograr una relación C/N óptima, se sugiere mezclar residuos orgánicos con diferentes relaciones: altas y bajas. Aunque la lista de materiales apropiados para el compostaje es interminable, solo se muestra en la Tabla 1 algunos de ellos, con sus correspondientes relaciones C/N para que se disponga de una base que permita seleccionar residuos para elaborar mezclas adecuadas, en busca de una relación óptima.

Tabla 1. Relación carbono/nitrógeno de algunos residuos orgánicos.

RESIDUO ORGÁNICO	RELACIONES c/n Altas	RELACIONES C/N Bajas
Aserrín 2	442/1	
Residuos de poda de Vid 2	50-250/1	
Bagazo de Café 6	128/1	
Cascarilla de Arroz 1	121/1	
Pajas en General 1	80-100/1	
Plátano: Cascara	70/1	
Tallos de Maíz 1	50-100/4	
Pulpa de Café 6	53/1	
Hojarasca 2	54/1	
Hojas frescas 1	40-80/1	
Residuos de Frutas 1	40/1	
Residuos de Hortalizas 2		15-30/1
Cachaza 4.5 y 6		21-27/1
Vinaza		23/1
Estiércol de equino 3		22/1
Estiércol de vaca 1 y 3		19/1 a 40/1
Restos de jardinería 2		17/1
Estiércol Porcino 3		16-1
Poda de Arboles 2		16/1
Residuos de Leguminosas 1		15/1
Estiércol de Gallina 1		14/1
Corte de Prados 3		10-20/1
Mezcla de Gramíneas 3		10-50/1
Cascarilla de Café 3		8/1
Plátano: Raquis o Bástago		6/1

Cuando aparecen rangos, los niveles más bajos se tienen en cuenta para el *os* con contenidos altos en nitrógeno.

Fuentes: 1. Balderas *et. al.*, 2001. 2. Castro *et.al.*, 1998. 3. Cayón y Bolaños, 1999. 4. Cracogna *et. al.*, 2000. 5. Martínez F., 2005. 6. Schuldt M., 2002. 7. Rynk *et. al.*, 1992. 8. www.manualde lombricultura.com

En el siguiente ejemplo se muestra paso a paso, como determinar una mezcla adecuada de residuos orgánicos.

Ejemplo:

- Asuma que usted tiene su finca en clima medio y dispone de los siguientes residuos orgánicos: tallos de maíz, pulpa de café, residuos de frutas, estiércol de vaca y estiércol de gallina.
- Encuentre para cada residuo orgánico disponible la relación C/N (Tabla2) y elabore un cuadro así:

Tabla 2. Relación C/N total de los residuos orgánicos seleccionados en el ejemplo.

RESIDUOS ORGÁNICOS	No. PARTES A UTILIZAR	RELACIÓN C/N
Tallo de Maíz	1	100
Pulpa de Café	1	53
Residuos de Frutas	1	40
Estiércol de Vaca	1	40
Estiércol de Gallina	1	14
TOTAL	5	247

- Totalice la relación C/N de sus materiales, que para el caso es de 247.
- Asuma que va a utilizar una parte volumétrica (un balde, una carretada, un bulto, etc.) de cada uno, lo que indica que la relación C/N promedio de sus residuos orgánicos es de: $247 / 5 = 49.4$ en donde: 247 corresponde al total y 5 el Número de partes a utilizar.
- Analice el resultado obtenido: C/N = 49.4 esta por encima de la relación C/N ideal (cerca a 40:1). El anterior resultado indica que es necesario reducir la relación bien sea incrementando las partes de Nitrógeno (N) o reduciendo las de Carbono.
- Vuelva a calcular la relación C/N modificando las partes de residuos a utilizar, hasta encontrar una relación que este cercana a 40:1 (caso 1 y caso 2 Tablas 3 y 4).

Asuma que decidió incrementar el número de partes de N con base en los estiércoles de vaca y de gallina, así:

Tabla 3. Caso 1. Incremento en el contenido de N.

RESIDUOS ORGÁNICOS	No. PARTES A UTILIZAR	RELACIÓN C/N
Tallo de Maíz	1	100
Pulpa de Café	1	53
Residuos de Frutas	1	40
Estiércol de Vaca	2	80
Estiércol de Gallina	3	42
TOTAL	8	315

La nueva relación C/N es: $315/8=39.4$, relación que esta dentro del parámetro optimo.

Asuma que su decisión fue la de reducir las partes de C, así:

La nueva relación C/N es: $145.5/3.75=38.8$, relación que esta dentro

Tabla 4. Caso 2. Reducción en el contenido de C.

RESIDUOS ORGÁNICOS	No. PARTES A UTILIZAR	RELACIÓN C/N
Tallo de Ma	0.25	25
Pulpa de Café	1.50	5326.5
Residuos de Frutas	1.00	4040
Estiércol de Vaca	1.00	8040
Estiércol de Gallina	1.00	4214
TOTAL	145.5	315

La nueva relación C/N es: $145.5/3.75=38.8$ que esta dentro del parámetro optimo.

¿QUÉ PUEDE OCURRIR CUANDO SE REALIZA UN PROCESO DE COMPOSTAJE CON RESIDUOS VEGETALES QUE NO TIENEN UNA RELACIÓN C/N ÓPTIMA?

Si la relación C/N es superior a 40, el proceso de fermentación se prolonga considerablemente hasta que el exceso de carbono sea oxidado. Cuando un abono tiene esta característica y se aplica al suelo, ocurre inmovilización del nitrógeno y las plantas presentan "hambre de nitrógeno".

Este efecto negativo se puede evitar fácilmente, haciendo descender naturalmente el carbono, ya sea mermar los residuos ricos en Carbono, o aumentando el contenido de nitrógeno de naturaleza orgánica mediante la adición de estiércoles.

Si la relación Carbono/ Nitrógeno en los residuos orgánicos es inferior a 35, o en los abonos inferior a 20, se producen pérdidas considerables de nitrógeno en forma de amoníaco.

¿CÓMO OBTENER UN ABONO DE MEJOR CALIDAD QUÍMICA, FÍSICA Y MICROBIOLÓGICA?

Los abonos que tienen mejor calidad química, física, mejor equilibrio en las poblaciones microbianas y mayor estabilidad, son aquellos producidos con la mayor diversidad de residuos orgánicos tanto de origen vegetal como animal.

Para realizar una buena mezcla de residuos orgánicos es determinante no sólo la relación C/N, sino el tipo de estiércol que se va a utilizar; algunos como el estiércol de aves de corral, de equinos (caballos), cabras, ovejas y conejos, tienen alto contenido de nitrógeno y garantizan que al iniciar el proceso de descomposición en la pila eleve la temperatura a más de 70 °C (grados centígrados), son los llamados estiércoles calientes; otros como los de los bovinos en general y cerdo, con menor contenido de nitrógeno, contribuyen a regular la temperatura en la pila, evitando que pase de 70 °C (grados), son los llamados estiércoles fríos.

Con base en estas características, se sugiere que en la mezcla de residuos orgánicos a compostar, se tengan estiércoles calientes y estiércoles fríos

¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LAS POBLACIONES MICROBIANAS EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE?

Los microorganismos de buena calidad contribuyen a alcanzar en las pilas de compost, altas temperaturas (70 °C.) Favorables para el proceso de destrucción de microorganismos patógenos y dificultan el establecimiento o supervivencia de patógenos por competencia antagonismo e inhibición.

Bacterias: son importantes para mejorar la rapidez de la descomposición de los residuos orgánicos y mejorar la calidad microbiológica del abono. Entre los géneros de bacterias más importantes en la agricultura por su influencia en la degradación de compuestos orgánicos e inorgánicos y que por tanto favorecen la nutrición de las plantas están: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Thiobacillus* y *Lactobacillus*.

Actinomicetos: producen antibióticos y actúan sobre poblaciones microbianas que son patógenas (perjudiciales) para las plantas y contribuyen a la producción de sustancias húmicas. Entre los géneros de actinomicetos más importantes están: *Streptomyces*, *Frankia*, *Nocardia* y *Actinomicetes*.

Hongos: estos microorganismos junto con las bacterias y los actinomicetos contribuyen a la descomposición de los residuos orgánicos. Entre los principales hongos que debieran estar presentes en los compostajes están: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* y *Trichoderma*, entre otros.

¿CÓMO SE CONOCE LA CALIDAD DEL COMPOST?

Un compost o abono de buena calidad presenta un color oscuro, no se distinguen los materiales inicialmente utilizados, tiene olor agradable y textura suave, humedad aproximada de 40% y temperatura del ambiente. La relación C/N óptima para el compost está entre 20/1 a 25/1, según el suelo este en clima frío o cálido. El grado óptimo de reacción de un compost corresponde a un pH neutro (pH: 7.0).

En la Tabla 5, se observan diferentes niveles de contenido de nutrientes y valores críticos de los elementos menores en un abono orgánico de calidad, y en el cuadro 6 se visualiza los límites máximos de metales pesados para facilitar la comparación de estos resultados con los del abono que se está preparando y así definir la calidad del producto obtenido.

El análisis microbiano del abono orgánico es un parámetro indicador de calidad del abono, no debe tener presencia de entero-bacterias como *E. coli* causante del tetano y septicemia; *Clostridium tetani* causante de la gangrena; y *Salmonella* que son indicadores de contaminación fecal, tampoco debe tener presencia de microorganismos patógenos como *Fusarium spp*, *Phytium sp*, *Botrytis sp*, *Rhizoctonia sp* y debe estar libre de nemátodos patógenos. Si alguno de estos microorganismos está presente en el abono, no debe aplicarse al suelo y es necesario proceder a tratamientos adicionales que permitan su descontaminación.

El abono orgánico debe tener especificado el recuento de microorganismos benéficos.

Tabla 5. Valores críticos para definir si un material es o no un abono orgánico para uso edáfico. Perfil nutricional

COMPONENTE QUÍMICO	VALOR SUGERIDO
$N+P_2O_5+K_2O$	4% países con mano de obra barata 6% países desarrollados y mano de obra costosa
Materia Orgánica	20% en Europa 60% en España
Nitrógeno (N)	2-3% y que se encuentre estabilizado menor al 1% tienen gestión muy pobre en el suelo
Fósforo (P)	Valores superiores a 1% buenos y a 2% excelentes
Hierro (Fe)	Menor a 1%
Manganeso (Mn)	100 a 500 ppm
Cobre (Cu)	200 a 300 ppm
Zinc (Zn)	100 a 350 ppm
Boro (B)	60 ppm
Calcio (Ca)	Mayor al contenido de Magnesio (Mg) y Potasio (K)
pH	Mayor de 4 y menor de 9
Capacidad de intercambio catiónico	Mayor a 30 m.e.q./100 gr de abono
Densidad mínima	0.5 g/cc

Fuente: Gómez, 2000 y Norma Técnica Colombiana 5167 del año 2003.

* N = Nitrógeno, P O = Fósforo, K O = Potasio

Tabla 6. Indicadores de metales pesados para definir la calidad de un abono orgánico.

METALES PESADOS	LIMITES MAXIMOS mg/kg o ppm
Arsénico (A ³)	41
Cadmio (Cd)	39
Cromo (Cr)	1.200
Mercurio (Hg)	17
Níquel (Ni)	4.200
Plomo (Pb)	300

Fuente: Norma Técnica Colombiana 5167 del año 2003.

TÉCNICAS O PASOS PARA LA TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN ABONOS DE BUENA CALIDAD

Aunque las técnicas cambian con relación al tipo de abono que se quiera producir, ya sea compost o lombricompost, (Figuras 1 y 2) el principio básico para la elaboración de estos compostajes es el mismo.

ACTIVIDADES PRE-TRATAMIENTO

Antes de iniciar la producción de compost es necesario triturar, desmenuzar o desfibrar los desechos orgánicos mediante tratamientos mecánicos con una picadora especial para picar material vegetal verde y seco, esta picadora viene en varios tamaños de acuerdo con la capacidad de procesamiento, desde 400 kilogramos/hora hasta más de 4 toneladas/hora. Desde el punto de vista económico se debe trabajar con una picadora de capacidad mínima entre 2.000-4.000 kilogramos/hora (motor de 5.0 a 7.0 H.P.) Figura 4, Cuyo valor aproximado es de (2.700.000.00 a 3.500.000.00 precio del año 2007.

Esta operación permite que los residuos orgánicos mejoren la capacidad de retener agua y aire, además de aumentar la superficie de aprovechamiento bacteriano.



Figura 4. Equipo necesario para picar o triturar residuos orgánicos.

MEZCLA DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONOS DE USO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

Mezcle los residuos orgánicos previamente cortados o triturados, teniendo en cuenta las sugerencias dadas a conocer anteriormente.

Los estiércoles deben ser tratados de manera adecuada debido a que tienen una variedad de microorganismos patógenos principalmente Enterobacterias que representan riesgo para la salud humana y pueden dar lugar a la contaminación de productos, fuentes de agua y medio ambiente en general.

Así mismo los residuos de cosecha infectados pueden diseminar plagas a los cultivos; sin embargo cuando estos son tratados con buenas técnicas de compostaje, pueden llegar a ser inocuos.

Los anteriores problemas sugieren la necesidad de que el operario que maneja la pila de compost lo haga haciendo uso de careta y guantes plásticos.

INOCULACIÓN DE LA PILA DE COMPOST CON MICROORGANISMOS

Para promover los procesos de compostaje, reducir el tiempo de transformación de los residuos orgánicos en abonos y mejorar la calidad biológica del mismo, se sugiere inocular la pila (Figura 5) con una o más cepas de microorganismos benéficos, fisiológicamente compatibles unos con otros, debidamente identificados y que estén autorizados por el ICA.

Durante el proceso del compostaje debe existir un control técnico riguroso que asegure la obtención de un material de buena calidad, así:



Figura 5. Incorporación de microorganismos a la pila de compostaje.

FACTORES QUE SE DEBEN CONTROLAR DURANTE EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Humedad:

En la pila de compost la humedad es un factor que se debe controlar y mantener durante todo el proceso al rededor de 60%, es decir no debe estar demasiado seca ni demasiado húmeda, ya que el exceso de humedad disminuye la rapidez de la descomposición y un déficit de ella (sequedad) afecta negativamente la actividad microbiana.

Temperatura:

De acuerdo con las fases por las que atraviesa la descomposición de los residuos orgánicos en la pila, la temperatura va cambiando gradualmente hasta alcanzar un máximo entre 65 a 70° C (grados centígrados), para luego descender a temperatura ambiente: 25° C y estabilizarse. La Figura 6 muestra los cambios que ocurren en la temperatura durante el proceso de compostación.

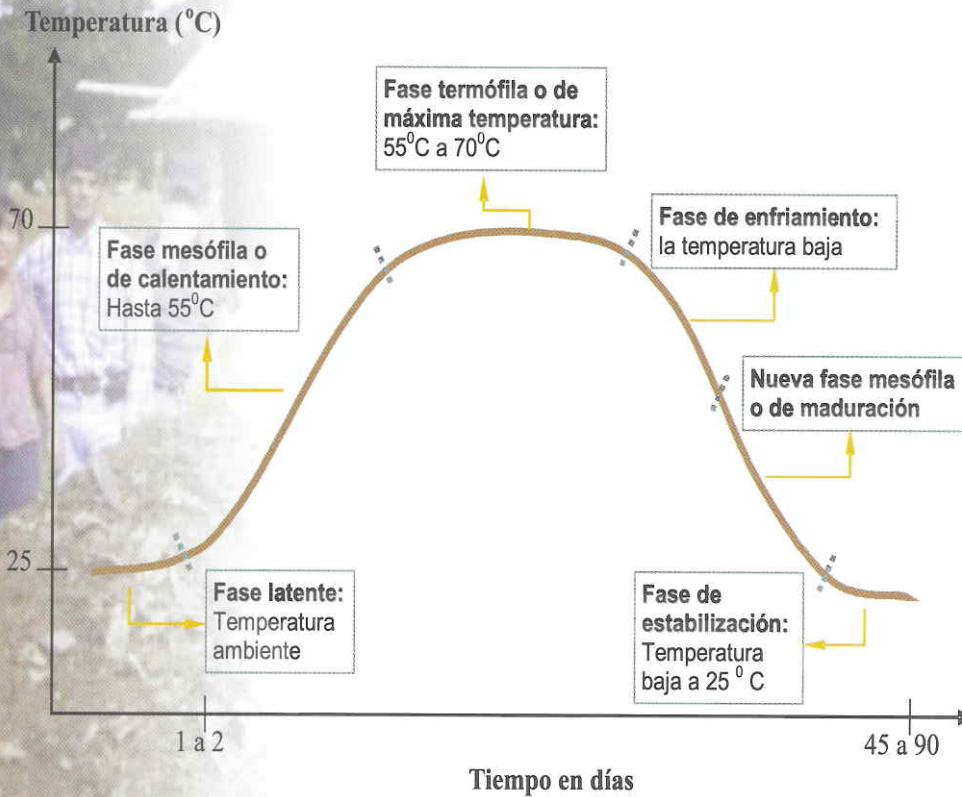


Figura 6. Diferentes fases por las que atraviesa la descomposición de los residuos orgánicos. Fuente: Luna, 2005

Fases de descomposición de los residuos orgánicos:

1. Fase latente: dura de 1 a 4 días, dependiendo del tipo de residuos orgánicos y del clima. Los microorganismos saprofitos colonizan los residuos orgánicos. Durante la primera semana no deben realizarse volteos de la pila.
2. Fase mesófila o de calentamiento: La temperatura de la pila a partir de las 48 horas debe subir a 45° C, en esta fase los microorganismos se multiplican rápidamente e inician la descomposición de los azúcares, almidones proteínas y ácidos orgánicos. Una vez se alcance esta temperatura, debe realizarse un volteo semanal.
3. Fase termófila o de máxima temperatura: la temperatura debe estar entre 60 y 70° C, no se debe permitir que durante esta etapa la temperatura supere este nivel, pues empobrece la condición química y microbiológica de los residuos orgánicos en proceso de transformación. Se favorecen los microorganismos termófilos: bacterias formadoras de esporas y actinomicetos, que contribuyen con la descomposición de la materia orgánica e impiden el crecimiento de microorganismos patógenos. Cuando la pila de compostaje supera 70° C se deben realizar volteos más frecuentes (dos o tres por semana).
4. Fase de enfriamiento: la temperatura baja a condiciones mesófilas (menos de 50° C), se reinvasa de microorganismos mesófilos.
5. Nueva fase mesófila o de maduración: la actividad de los hongos y actinomicetos es alta, mientras que la de las bacterias disminuye.
6. Fase de estabilización: la temperatura baja a 25° C, aparecen pequeños insectos, cucarachas y lombrices. Las anteriores etapas en el proceso se cumplen teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones: altura de la pila de 1,5 m, mezcla de estiércoles (calientes y fríos) y de otros subproductos de origen vegetal.

Aireación:

La aireación de la pila de compostaje tiene un doble objetivo, aportar el oxígeno suficiente a los microorganismos y permitir al máximo la evacuación del dióxido de carbono (CO₂) producido.

Este proceso puede realizarse por volteo mecánico con pala o mediante ventilación forzada con tubería y ventiladores.

La frecuencia del volteo depende del tipo de residuos que se estén descomponiendo. Residuos lignificados que son más difíciles de descomponer se deben voltear con más frecuencia que los ricos en celulosa.

En términos generales se sugiere realizar volteos de la pila mínimo una vez por semana.

pH:

La acidez o la alcalinidad del compost debe ser controlada durante el proceso; el grado óptimo es pH neutro.

Control higiénico:

Es importante controlar la higiene y limpieza del entorno en donde se está realizando el proceso. La acumulación de desechos orgánicos puede causar problemas de tipo sanitario en el suelo, aire, agua o paisaje del sitio utilizado y su entorno.

Control de lixiviados y malos olores:

Es un proceso que debe ser controlado para no ocasionar daños ambientales. Dicho control se puede realizar mediante la cubierta de los montones de compost con plástico preferiblemente de color negro y con procesos de oxigenación mediante el volteo de la pila.

Duración del proceso de compostaje:

El tiempo de duración del proceso de compostaje varía según la metodología utilizada en el proceso y el control que se realice durante el mismo. El tiempo promedio que el compostaje requiere para pasar por las diferentes fases de la descomposición es de 2.5 a 6 meses, pudiendo variar en función de las condiciones climáticas, los materiales en descomposición, la metodología utilizada y el control que se tenga del proceso.

¿QUÉ SE DEBE HACER CUANDO HA TERMINADO EL TIEMPO DE COMPOSTACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS?

Reducir la humedad

Una vez terminado el proceso de compostaje, se debe reducir la humedad del producto a 40% para tal fin la pila debe extenderse en un sitio protegido del sol y a una altura máxima de 10 centímetros.

Empacar y almacenar

Se debe realizar un empaqueo o ensacado que no permita la compactación del compost y almacenarlo en lugares secos protegidos del sol y de la lluvia y distante de las áreas de producción y manipulación de productos. Se sugiere almacenar los abonos con humedad entre 30 a 40% en sitios diferentes a los que contengan agroquímicos, principalmente plaguicidas.

Mejorar la calidad química del compostaje

El compost puede ser mejorado mediante la utilización de minerales permitidos en la agricultura orgánica, tales como, Caldolomítica, Fosforitahuila, Sulfato de Magnesio, Hierro, Cobre, Zinc, Manganeso y Bórax, dependiendo de la fertilidad del suelo en donde se va a aplicar el abono orgánico.

BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

- Utilizar solamente abonos orgánicos de origen conocido y que den garantía de las técnicas de tratamiento realizadas en su procesamiento, residuos orgánicos utilizados y fecha de producción del mismo.
- Las diferentes condiciones de los suelos, la diversidad en la calidad química y microbiológica de los abonos debido a la variabilidad en la composición de las materias orgánicas que se usan para la producción de abonos, así como las diferentes condiciones climáticas, no permiten establecer con carácter general, recomendaciones sobre la cantidad de abono a utilizar por área de suelo.
- Por las razones anteriores es necesario analizar con detalle la situación particular de cada predio para definir la cantidad de abono a aplicar, no obstante se pueden dar recomendaciones generales, así:
 - Establecer planes de abonado para cada suelo de su finca y sistema de producción.
 - Aplicar el abono preferiblemente con una o dos semanas de anticipación a la fecha de siembra.
 - Llevar un registro de abonamiento año tras año en donde se indique fecha de aplicación, cultivo al cual se aplicó, época de aplicación.
 - Volumen aplicado, forma de aplicación y anotar situaciones concretas que permitan dirigir a agricultor en poco tiempo hacia una optimización del abono.
 - No abonar durante el “cuajado” de frutas, ni cuando estén próximos a la maduración, ni en época de invierno.
 - El almacenamiento de los abonos orgánicos debe realizarse en lugares secos, separados de agroquímicos, protegidos de los rayos del sol y de la lluvia para evitar pérdidas de nutrientes.

BIBLIOGRAFÍA

CAYÓN, G. Y BOLAÑOS, B. M. 1999. *The impact of de foliation on mineral distribution in bunches of Dominico Hartón.* En: Infomusa Vol. 8(2). Pp.3.

GOMEZ Z., JAIRO, 2000. *Abonos orgánicos.* Compostaje, substrato, Acolchado, humus líquido, enmienda, lombricompostaje. Impresora Feriva S.A. Cali, Colombia. 107p.

LUNA G., LUZ ALBA 2001. *Producción, uso y manejo de bioestimulantes, abonos orgánicos, acondicionadores y biofertilizantes a partir de fuentes no convencionales.* Impresora la Bastilla. Malaga, Santander. 60p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. 2002 Resolución número 00074 de 4 de abril de 2002. Bogotá D.C., Colombia. 21p. www.infoagro.com

MARTÍNEZ, F. 2005. www.infoagro.com. Pagina consultada el 6 de mayo 2007

SCHULDT, M. 2002. Página consultada el 6 de mayo 2007 Dirección URL [http: www.manualdelombricultura.com](http://www.manualdelombricultura.com)

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a quienes hicieron posible se compilara en este boletín algunos conceptos básicos sobre técnicas para la producción de abonos orgánicos de buena calidad, para que los agricultores las tengan en cuenta en el momento de establecer sus sistemas de producción.

Particularmente se hacen expresos los agradecimientos a la Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca -SAG y a Planeación Departamental del Valle del Cauca.

Al personal de investigadores y auxiliares de investigación y personal administrativo del Centro de Investigación Palmira de CORPOICA que participaron en el desarrollo del proyecto.

Finalmente a todas aquellas personas que trabajaron en la elaboración y publicación de este boletín.