





**PROYECTO PIC-049 ESPOCH-INIAP-SENACYT**

**BIOABONOS DE CALIDAD, UNA ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA LA  
NUTRICIÓN DE LOS CULTIVOS**

# **GUÍA DE COMPOSTAJE**

Raúl Ramos V., Vicente Novoa H., Yadira Vargas T., Fernando Romero C.

Colaboradores: Neidy Clavijo P. v Ana Pucha P.

**MANUAL No. 67**  
**Mayo, 2007**

Programa Nacional de Forestería, Estación Experimental Santa Catalina-INIAP

## Presentación

**E**n la región andina del Ecuador, existe un progresivo interés de los productores y empresas agropecuarias en el desarrollo de una agricultura amigable con la naturaleza, que no comprometa la salud de los productores y consumidores, y que sea socialmente justa y rentable. Esto ha dado lugar a un mayor uso de productos orgánicos, adecuadamente procesados, para obtener material de buena calidad nutrimental que se incorpore al suelo como "abono orgánico".

La presente guía describe el **proceso de compostaje** como una biotécnica eficiente para la producción de abono orgánico de calidad. Este documento se basa en información técnica generada en iniciativas anteriores, muy importante para armonizar el conocimiento sobre bioabonos a nivel de agricultor, e incluye información generada por el proyecto "Compost" PIC-049 ESPOCH-INIAP-SENACYT. Se espera que este documento contribuya a mejorar las prácticas del proceso de elaboración de abono orgánico, utilizando residuos orgánicos de las fincas, y de esta forma apoyar el reciclaje de nutrientes, disminuir la contaminación ambiental y el uso de insumos extra finca.

## ¿Qué son los bioabonos?

Son productos que se obtienen de procesos biológicos de descomposición de residuos orgánicos.

El uso y producción de bioabonos genera impactos positivos tanto para el ambiente como para la salud del productor y el consumidor, mejora la calidad de los productos agrícolas y reduce los costos de producción, ya que disminuyen el uso de insumos externos a la finca.

### Bioabonos más utilizados en la región andina Ecuatoriana



## ¿Qué es compostaje?

Es un proceso biológico que consiste en la descomposición controlada de materiales orgánicos (frutas, hortalizas, restos de podas y cosechas, pasto, hojas), del que se obtiene un producto inocuo y con buenas propiedades como abono. El producto final toma el nombre de **compost**.



## Principios del compostaje



**Reciclaje de la materia orgánica**, a través de la transformación de desechos agropecuarios en abono.

**Previene la contaminación ambiental**, reduciendo la emisión de gases perjudiciales para el ambiente.

**Destruye los patógenos y semillas de malezas**, a través de la elevación de temperatura del material durante el proceso de descomposición.

## Ventajas del compost

- Promueve el reciclaje de nutrientes y mejora la fertilidad del suelo.
- Incrementa la actividad de la microfauna y microflora del suelo.
- Aporta materia orgánica, semejante al humus, con ausencia de elementos patógenos.
- Disminuye la densidad aparente del suelo.
- Aumenta la capacidad de retención de agua de los terrenos.
- Mejora la porosidad de los suelos, facilitando su aireación y aumentando la infiltración y permeabilidad.
- Proporciona nutrientes a las plantas.
- Reduce la erosión de los suelos, por lo que es un buen agente preventivo de la desertificación.
- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos compactos y cohesión a los arenosos.

## Parámetros de calidad del compost

**Color.-** Marrón oscuro o negro ceniza.

**Olor.-** Agradable, similar a tierra de bosque.

**Relación Carbono/Nitrógeno (C/N).-** Igual o menor a 20/1

**Microorganismos.-** Ausencia de huevos de insectos o nemátodos.

**Humedad.-** 10 - 20 < 40%

Fuente: Paúl y Clark 1996



## Materiales que se pueden compostar

Restos de frutas y hortalizas, cáscaras de huevos, flores y ramos marchitos, virutas de madera de bajo contenido de taninos, hojarasca, césped cortado, restos de poda de árboles y arbustos troceados, papel de cocina, servilletas de papel, estiércol.



Foto: DMSA-EESC-INIAP



## Propiedades de algunos desechos recomendados para compostar

Residuo	Propiedades y Formas de Aplicación
Restos de verduras y frutas.	Aportan nitrógeno, carbono, potasio y fósforo. Descomposición rápida.
Cáscaras de huevos (molidas).	Aportan calcio. Descomposición lenta.
Cenizas de madera no tratada.	Aportan minerales.
Aserrín de especies de bajo contenido de taninos.	Aporta carbono. Descomposición lenta. Absorbe humedad.
Papel y cartulina suave.	Aportan carbono. Agregar troceados, en pequeñas cantidades.
Cortes de césped.	Rico en nitrógeno, excelente activador. Mezclar con hojas, ramas secas y desechos de cocina para evitar la compactación.
Restos de poda.	Descomposición lenta; se deben añadir troceados y en pequeñas cantidades. Favorecen la aireación.
Hojas.	Aportan carbono. Descomposición lenta por la presencia de lignina.
Paja y heno.	Aportan carbono. Viejos y troceados es mejor. Humedecer antes de añadirlo.
Estiércol animal.	Rico en nitrógeno, buen activador. Mezclar con paja. Usar sólo estiércol de animales herbívoros, vaca, caballo, conejo, cuy, borrego, llama.
Restos de cosechas de la huerta.	Descomposición rápida.

Fuente: Bueno 2003

## **Materiales que se deben eliminar antes del proceso de compostaje**

Piedras, baterías, vidrio, metal, latas, plásticos, pinturas, esmalte de uñas, aceites de carros, medicamentos, cenizas de madera tratada, papel periódico impreso, pañales desechables, tarjetas o papeles de colores brillantes o impreso con tinta.



## Sistemas comunes de compostaje

**Pilas estáticas:** Es la formación de pilas de reducida altura, que se dejan sin movimiento. La aireación ocurre naturalmente a través del aire que fluye en forma pasiva a través de la pila. Es un método lento y no permite la obtención de un producto de buena calidad.



**Pilas de volteo o en hileras:** El material se amontona en pilas al aire libre o en galpones. El tamaño y la forma de las pilas (triangular o trapezoidal) depende del clima, del material utilizado y la maquinaria disponible. Este sistema considera el volteo como un mecanismo de aireación de las pilas, ya sea en forma manual o mecánica.

## Problemas y recomendaciones para el proceso de compostaje

Problema	Causas	Recomendaciones
Olores desagradables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de oxígeno.</li> </ul>	Voltear.
Compost húmedo y oloroso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Excesiva agua.</li> <li>Demasiado material verde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voltear favoreciendo la aireación.</li> <li>Reducir la cantidad de material verde.</li> <li>Añadir material seco (hojas secas, aserrín, paja, etc).</li> </ul>
Compost muy seco.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaporación del agua por altas temperaturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regar hasta humedecer.</li> <li>Mantener la pila tapada, proteger de la evaporación de agua.</li> </ul>
Moscas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las larvas se alimentan de la vegetación.</li> <li>Los adultos son atraídos por los restos de cocina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cubrir la masa con tierra, papel, compost viejo y hojas secas.</li> <li>Enterrar los restos de cocina.</li> <li>Evitar el uso de plaguicidas.</li> </ul>
La masa no se calienta lo suficiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La mezcla no es adecuada, falta material verde.</li> <li>Bajas temperaturas ambientales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Añadir materiales ricos en nitrógeno, ej. hierbas, cortes recientes de pasto o restos de vegetales y frutas.</li> </ul>

## Instalación y manejo de compostaje en pilas

### 1.- Selección del sitio de la compostera

El sitio de compostaje debe localizarse en las partes más altas del terreno, estar cerca al lugar de disponibilidad de los residuos y a una fuente de agua.



## 2. Construcción de cobertizo

Si el compostaje se realiza durante la época lluviosa hay que construir un cobertizo abierto a los cuatro lados, utilizando materiales disponibles en la zona, como: pingos o postes, y la cubierta con zinc, plástico o con materiales naturales de construcción (paja de páramo, hojas de palma, helecho, banano).



El tamaño del cobertizo depende de la disponibilidad de terreno y de la cantidad de material a compostar; hay que considerar el espacio para el volteo. El ancho mínimo debe ser de 5 m y el largo dependerá de la cantidad de material a compostar.

### 3. Identificación del material a compostar: relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

La mezcla de desechos picados, deberá ser proporcional para ajustar la relación C/N entre 25/1 a 30/1; esto en función de las relaciones C/N de los materiales a utilizar (ver página siguiente).



## Relación Carbono Nitrógeno (C/N) de algunos materiales (datos en base seca)

Material	Carbono (%) *	Nitrógeno (%)	C/N
Desecho de hortalizas	16	1,2	13/1
Estiércol de gallina	15	1,5	10/1
Estiércol bovino	12	0,5	24/1
Leguminosas	20	1,3	15/1
Tamo de cereales	96	1,2	80/1
Aserrín	40	0,1	400/1
Caña de maíz	96	1,6	60/1

\* Materiales con alto contenido de carbono tardan mayor tiempo en descomponerse; además el producto final presenta bajo contenido de nutrimentos.



#### 4. Picado de los desechos a compostar

Los desechos agrícolas a compostar, deben ser picados individualmente en un tamaño entre 1 y 5 cm, para lo cual se puede utilizar una picadora mecánica (A) o machete (B).



## 5. Inoculación

Consiste en introducir en el material a compostar una sustancia que contenga los microorganismos descomponedores de la materia orgánica. El objetivo de la inoculación es disminuir el tiempo de elaboración del abono orgánico y obtener un material microbiológico y nutricionalmente mejorado.

Existe una variedad de inóculos y tipos de inoculaciones, entre los cuales se destacan:

- ◆ **Inóculo por transplante.** Es distribuir material del núcleo de una pila de compostaje, en la fase mesotérmica I (a los 45 días de haber conformado la pilas de compostaje), sobre una capa de 20 cm de material a compostar.
- ◆ **Inóculo con suelo fértil.** Es distribuir suelo fértil ( $0,5 \text{ kg/m}^2$ ) sobre una capa de 20 cm de material a compostar.



Inóculo por transplante



Inóculo con suelo fértil

- ◆ **Inóculo con caldo de cultivo.** Se considera como el método más eficiente, cuyo procedimiento es el siguiente:
  - a) En un recipiente o tanque de 200 litros se deposita 5 kg de excretas frescas de aves de corral, 20 kg de estiércol fresco bovino y 5 kg de suelo fértil. A continuación se llena con agua corriente el tanque hasta los 200 litros y luego se agita.
  - b) El recipiente debe ser instalado en un lugar donde esté sujeto a las mínimas variaciones de temperatura.
  - c) Luego de 48 horas, el inóculo está listo para ser aplicado.



## 6. Mezcla de los desechos a compostar y aplicación del inóculo

Los desechos agrícolas picados individualmente, se mezclan entre ellos y se humedecen con inóculo, utilizando una regadera.



## 7. Conformación de pilas de compostaje

Acumulando la mezcla de material picado, sin aplastar, se construyen las pilas de compostaje dando la forma de un triángulo de 2 metros de base por 1 metro de alto y máximo de 20 metros de largo. Es importante que la relación Carbono/Nitrógeno (C/N) de la mezcla del material sea de 25/1 a 30/1.



## 8. Control de temperatura

El control de la temperatura se realiza mediante un termómetro colocado en el núcleo de la pila. La elevación de la temperatura del material, durante la oxidación de la materia orgánica, da lugar a la eliminación de patógenos y semillas perjudiciales para las plantas.



## 9. Control de humedad

Las condiciones ideales para la reproducción y acción eficiente de los microorganismos se dan cuando el material se mantiene caliente, húmedo y oxigenado.

Una manera sencilla de saber que la pila está en el rango de humedad adecuada, es utilizando el MÉTODO DEL PUÑO, que consiste en coger con la mano un puñado de material y apretarlo; éste deberá permanecer compacto. Si se desmenuza, significa que está demasiado seco, y si se desprenden gotas de agua, está demasiado húmedo. No se debe dejar secar el compost porque se retrasa el proceso, tampoco debe estar muy húmedo porque no actúan los microorganismos aeróbicos.



## 10. Aireación

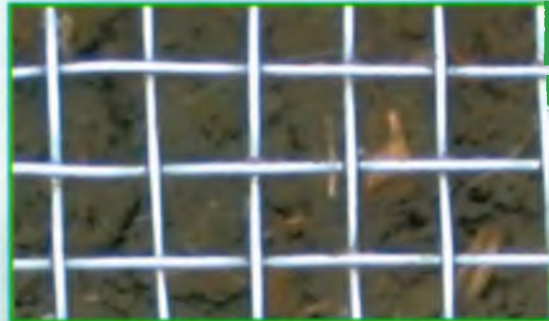
El volteo, remoción o movimiento frecuente de los componentes de la mezcla de materiales, intenta conseguir un ambiente óptimo para la acción y distribución de los microorganismos. Esta operación es muy importante para mantener la actividad aerobia y prevenir el secado y endurecimiento del material (en condiciones normales en la sierra se realiza esta actividad cada 30 días, aproximadamente).





## 11. Refinamiento

Es un proceso que se efectúa con una zaranda, y permite adaptar el producto a su óptima utilización, mediante la eliminación de residuos muy grandes e impurezas existentes, dando al **compost** una característica homogénea.

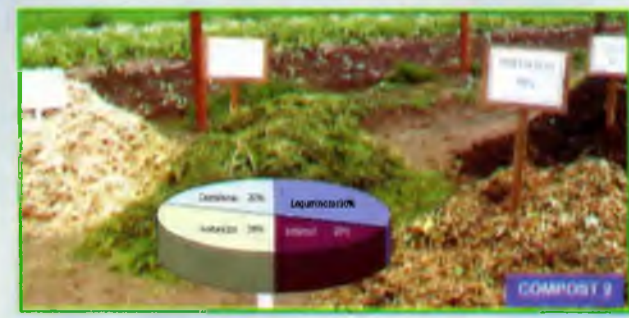


Zaranda / Tamiz de 1 x 1 cm.



## Experiencia con residuos de producción orgánica de hortalizas y estiércol bovino, en la Provincia de Chimborazo (enero-diciembre 2006).

1. Mezclas de residuos de producción orgánica certificada (Finca San Antonio, propiedad de Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador).



Los porcentajes de las mezclas son con base en volumen

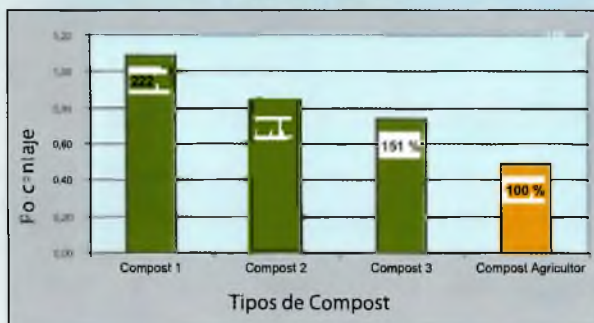
2. Composición de varios tipos de compost elaborados con residuos de producción orgánica de hortalizas y estiércol bovino en la Provincia de Chimborazo (enero-diciembre 2006)\*.

Tipo	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
	%						%				
Compost 1	1,09	0,46	1,71	1,94	0,73	0,29	59,77	43,10	25,07	7917,67	162,53
Compost 2	0,84	0,31	1,17	1,31	0,65	0,17	40,40	46,87	27,83	8418,03	180,10
Compost 3	0,74	0,30	1,20	1,20	0,62	0,19	45,63	49,97	27,43	8374,47	176,63
<b>Compost Agricultor</b>	<b>0,49</b>	<b>0,14</b>	<b>0,78</b>	<b>0,80</b>	<b>0,55</b>	<b>0,06</b>	<b>41,10</b>	<b>36,30</b>	<b>27,60</b>	<b>10239,20</b>	<b>192,70</b>

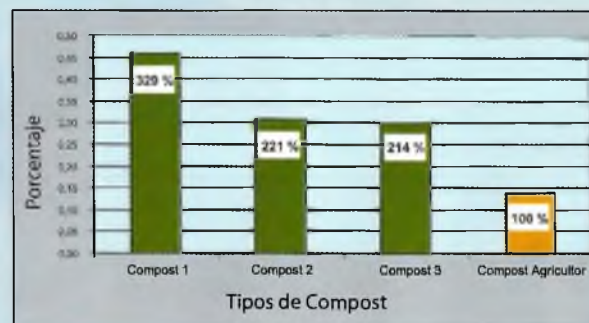
\*Análisis realizados en el laboratorio de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

3. Relación del contenido nutrimental de varios tipos de compost, elaborados con residuos de producción orgánica de hortalizas y estiércol en la Provincia de Chimborazo (enero-diciembre 2006).

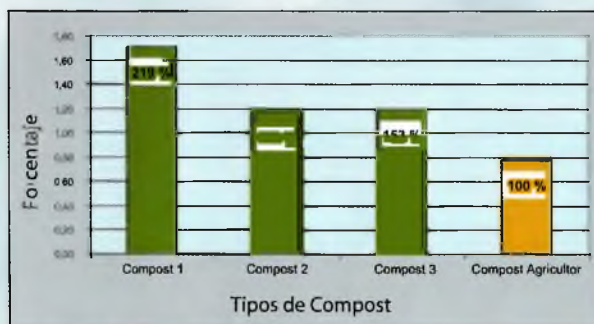
**Nitrógeno total**



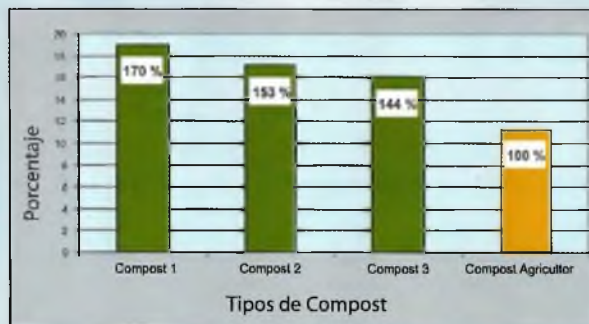
**Fósforo**



**Potasio**



**Materia orgánica**



Fuente: Vargas 2007

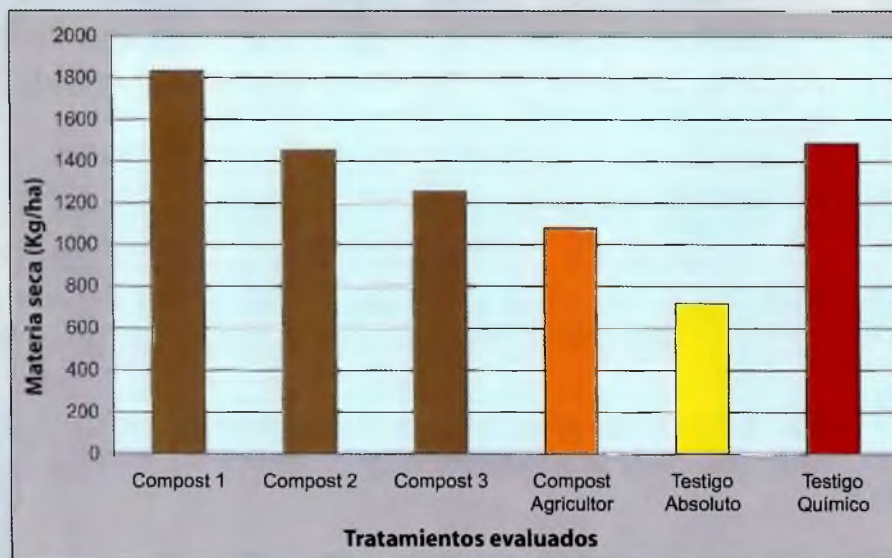
4. Análisis Beneficio Costo (B/C) de compost elaborados con tres tipos de mezclas de residuos de producción orgánica, en San Antonio, Provincia de Chimborazo (enero-diciembre 2006).

#### RELACIÓN BENEFICIO COSTO POR TONELADA DE DESECHOS A COMPOSTAR

Tratamientos	Costos \$ USD			Rendimiento	Beneficio Neto	Relación
	Fijos	Variables	Total	Sacos de 35 kg	\$ USD*	B/C
Compost 1	10,00	3,29	13,29	12,86	38,14	2,87
Compost 2	10,00	6,00	16,00	13,71	38,86	2,43
Compost 3	10,00	9,00	19,00	14,86	40,43	2,13

\* = costo de saco de compost \$ 4

5. Respuesta de un cultivo hortícola abonado con los diferentes tipos de compost en estudio.



Rendimiento de materia seca de brócoli abonado con 20 t/ha de compost procesados con residuos de producción orgánica de hortalizas y estiércol, en San Antonio Provincia de Chimborazo (octubre 2006).

## 6. Conclusiones

- ◆ Para obtener compost de buena calidad nutrimental, se necesita partir de una mezcla balanceada de residuos orgánicos; además, es fundamental considerar características como relación C/N de las materias primas, tamaño de la partícula, temperatura, humedad y aireación de las pilas de compostaje.
- ◆ La mezcla de residuos con predominancia de leguminosas (50%), produce un compost de buena calidad; la mayoría de nutrientes fue dos veces superior a los contenidos del compost producido con tecnología del agricultor (sin considerar relación C/N, tamaño de la partícula y manejo adecuado).
- ◆ El costo de producción de 1 saco de 35 kg de compost, de calidad, es de  $\pm$  1,16 dólares y presenta una relación Beneficio/Costo de 2,13 a 2,87 dependiendo de la mezcla a procesar.
- ◆ El cultivo de brócoli abonado con compost preparado con predominancia de leguminosas presentó un mejor comportamiento, ya que superó el rendimiento de biomasa aérea en 19% al testigo químico, 40% al compost del agricultor y 60% al testigo absoluto.

## 7. Recomendaciones

- ❖ Compostar mezcla de desechos orgánicos procurando una relación C/N de 25/1 a 30/1, con esto se proporciona una alimentación balanceada a los microorganismos, que aceleran el proceso de descomposición y mejoran la calidad del producto final.
- ❖ La humedad de la mezcla de materiales a compostar no debe ser superior al 40%, para evitar problemas de putrefacción de los materiales.
- ❖ El tamaño de la partícula del material a compostar debe estar entre 1 y 5 cm, de esta manera se incrementa el área de contacto y la actividad microbiana y por consiguiente la degradación de los materiales.
- ❖ El compost de calidad se debe utilizar en cualquier tipo de cultivo, incorporando al suelo cantidades adecuadas de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cultivo de interés.



## Agradecimiento

**E**xpresamos nuestro reconocimiento y agradecimiento al INIAP, a la ESPOCH, a la SENACYT y a Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador, por haber facilitado los recursos y la confianza para generar tecnología amigable con el ambiente; en forma similar agradecemos al equipo técnico del Programa Nacional de Forestería, Departamentos de Manejo de Suelos y Aguas y Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina, quienes apoyaron de una forma desinteresada en el desarrollo y ejecución de los experimentos.

*Los autores*

REVISION TECNICA INIAP:

Ing. M. Sc. Iván Reinoso.

Ing. M. Sc. Miguel Rivadeneira

Ing. M. Sc. Sandra Garcés.

Ph.D. Jorge Grijalva.

***Mayor información:***

Programa Nacional de Forestería  
Departamento de Manejo de Suelos y Aguas  
Teléfonos (02) 2 690 692 / 2 690 694  
Estación Experimental Santa Catalina, INIAP  
[www.iniap-ecuador.gov.ec](http://www.iniap-ecuador.gov.ec)  
Quito-Ecuador

Facultad de Recursos Naturales  
Escuela de Ingeniería Agronómica ESPOCH  
Teléfono (03) 2 964968 Ext. 18  
[www.esPOCH.edu.ec](http://www.esPOCH.edu.ec)  
Riobamba-Ecuador