

Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos

Gabriela Soto¹
Gloria Meléndez²

Introducción

La producción y el uso de abonos orgánicos están en aumento. En un diagnóstico realizado el presente año en Costa Rica, se estimó que la producción anual de abonos orgánicos asciende a las 200700 toneladas, mientras que en Nicaragua se reportaron alrededor de 23900 toneladas, incluyendo compost, lombricompost y gallinaza tratada (Soto 2004). En Estados Unidos, la XIV Encuesta Nacional de Manejo de Desechos Municipales reportó un reciclaje de desechos orgánicos de 59,3 millones de toneladas para el año 2002 (Kaufman *et al.* 2004).

Tanto los productores orgánicos como los convencionales han observado las ventajas de la utilización de abonos orgánicos en sus suelos y cultivos. Las dos actividades agrícolas que están utilizando los mayores volúmenes de estos abonos en Costa Rica son las plantaciones bananeras y el café, en gran parte motivadas por las nuevas certificaciones del mercado que instan a los productores a buscar alternativas más sostenibles.

Los pequeños agricultores, en su mayoría, producen sus propios abonos, pero las grandes y medianas plantaciones, así como los decoradores de jardines y campos de golf, adquieren sus abonos del mercado, lo que ha incrementado la producción comercial de los mismos.

Tanto pequeños agricultores como los productores de abonos a escala comercial deben monitorear la calidad del producto para asegurar una respuesta constante en el tiempo y no afectar en forma negativa el mercado con calidades variables. En el diagnóstico realizado en Costa Rica y Nicaragua se reportó una gran variabilidad en las estrategias de monitoreo, siendo la mayoría visuales, y solo en un 5% se realizan análisis periódicos de laboratorio (Soto 2004).

El presente documento discute alternativas de monitoreo de calidad. Las opciones más adecuadas variarán según las condiciones de cada productor, pero una estandarización de metodologías es valiosa para la comparabilidad de los abonos.

¿Qué es un abono orgánico?

Antes que nada, es importante definir en este documento a qué se le denomina abono o fertilizante orgánico. Se considera un abono orgánico todo material de origen animal o vegetal que se utilice principalmente para mejorar las características del suelo, como fuente de vida y nutrientes al suelo. Entre los abonos orgánicos, los más conocidos son el compost, el bocashi y el lombricompost o lombrihumus, pero también son comúnmente utilizados las aplicaciones de gallinaza y otros desechos vegetales frescos, como la pulpa del café (Fig. 1).

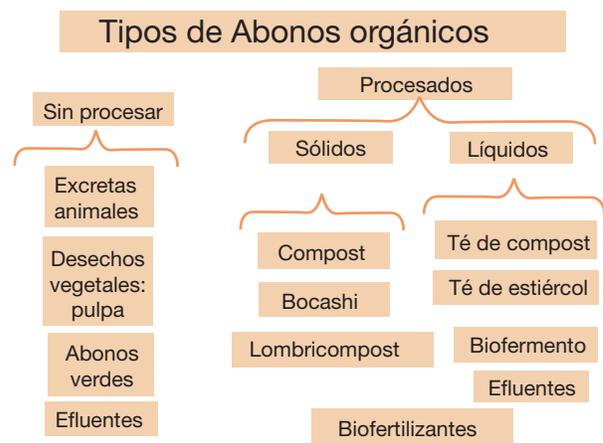


Figura 1. Tipos de abonos orgánicos utilizados en la región.

¹ Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, Costa Rica. gabisoto@catie.ac.cr

² Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. gmelende@cariari.ucr.ac.cr

El compost es el material resultante de la transformación de los residuos orgánicos en humus a través de una descomposición aeróbica.

El bocashi es un abono comúnmente utilizado en Centroamérica, cuya receta tiene origen japonés (Sasaki *et al.* 1994), pero que ha sido adaptada por los productores para su uso local (Soto 2003). Actualmente, se considera el bocashi como un receta que busca estimular las poblaciones microbianas en el abono, que mezcla en general materias primas de partícula pequeña (granza, gallinaza, carbón picado, semolina, suelo, etc.), que evita temperaturas mayores a los 45-50 °C, que se humedece solamente al inicio, y que se va secando mediante volteo frecuente, hasta estar listo para el almacenaje en una o dos semanas (Soto 2003). El bocashi presenta la característica de que, por ser un material sin terminar de compostar, al ser humedecido de nuevo vuelve a incrementar la temperatura, por lo que no se debe aplicar muy cerca de las plantas o las semillas (Cuadro 1).

¿Qué es un abono de buena calidad?

La calidad de un abono está dada por el uso que se le quiera dar. Lo que puede ser considerado como un abono de muy buena calidad para un productor de banano, puede ser considerado inefectivo o poco práctico para el productor de hortalizas. Algunos ejemplos de la variabilidad de criterios en la calidad de los abonos son:

- *Control de erosión:* el Departamento de Transportes de los Estados Unidos tiene normas de calidad para el compost que utiliza, siendo el tamaño de partícula uno de los principales criterios de selección, dado que la función prioritaria del compost es la protección de la erosión a orillas de las carreteras (Mitchell 1997).

- *Mejorador de la bioestructura del suelo:* para algunos investigadores, como Ana Primavesi, conocida ecóloga de suelos de Brasil, en el trópico húmedo no se debe invertir tanto esfuerzo en la producción de compost, sino que esta energía debería emplearse en la creación de sistemas que aporten desechos frescos, ya que solo así se lograría una mayor sostenibilidad y un mayor impacto en la bioestructura del suelo (Primavesi 1980, 2003). Igualmente, Suichi Okumoto, de la Escuela Agrícola del Trópico Húmedo (EARTH), recomienda hacer aplicaciones de abonos orgánicos a medio descomponer (bocashi, por ejemplo) y no de productos maduros, para lograr una mayor estimulación de la vida del suelo (comunicación personal).
- *Mejorador de las características del suelo sin daños de contaminación y al cultivo:* la madurez del compost se considera una característica muy importante para asegurar que no haya problemas de fitotoxicidad e inocuidad de los materiales.
- *Abonos de rápida liberación de nutrimentos:* algunos productores prefieren una gallinaza sobre un compost, porque la tasa de liberación de nitrógeno es mucho más rápida, mientras que otros productores prefieren que la tasa de liberación sea lenta, para evitar las pérdidas de nutrientes y la posible contaminación de aguas subterráneas.

Dado que la calidad va a depender del usuario y de sus objetivos, en este documento se presentan las variables más comúnmente utilizadas para determinar la calidad de los abonos, así como los rangos que hasta la fecha se han considerado óptimos.

Cuadro 1. Comparación de las características de preparación y uso del compost y el bocashi.

Característica	Compost	Bocashi
Producto final	Materia orgánica estable	Materia orgánica en descomposición
Temperaturas máximas en proceso	65-70 °C	45-55 °C
Humedad	60% durante todo el proceso de compostaje	Se inicia con 60%, pero luego se deja secar el material
Frecuencia de volteo	Determinada por la humedad y la temperatura de la cama	Una a dos veces al día para evitar temperaturas muy altas
Duración del proceso	De 1 a 3 meses, dependiendo de la materia prima y la frecuencia de volteo	De 1 a 2 semanas
Temperatura luego de aplicado en campo	Estable	Material se recalienta al humedecerse de nuevo

Fuente: Soto (2003).

Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos

A. Pruebas de laboratorio

El abono orgánico como fuente de nutrimentos

En la mayoría de los países de América Latina, el uso principal de los abonos orgánicos es como fertilizantes, especialmente como fuente de nutrimentos de lenta liberación. A continuación se describen los parámetros más comunes para determinar la calidad de un abono como fuente de nutrimentos:

1. Análisis químico de laboratorio de suelos

Al llevar los abonos orgánicos al laboratorio de suelos, los productores tienen la posibilidad de realizar dos tipos de análisis a sus abonos:

- a. *Análisis de suelo:* tradicionalmente, determina el contenido de nutrientes en la solución del suelo y los que entrarían rápidamente en la solución del suelo disponibles para las plantas. Utiliza una solución extractora que simula la capacidad de extraer de las plantas en el corto plazo. Dado que abonos como el compost y el lombricompost son de lenta solubilidad, este análisis subestima la capacidad total de liberar nutrientes de los abonos orgánicos en el largo plazo.
- b. *Análisis foliar o de digestión total:* este análisis es una digestión total de la muestra, por lo que va a determinar el contenido total de nutrientes. Sin embargo, como se sabe que la tasa de liberación de nutrimentos de los abonos no es tan rápida, este valor sobrestima el aporte de los abonos orgánicos en el corto plazo. Estudios de liberación de nutrientes a partir de abonos orgánicos, como compost de pulpa de café (Muñoz 2003), pulpa de naranja (Somarribas 2002) y estiércol vacuno (Castellanos y Prat 1982) han demostrado la lenta liberación de nutrientes en el tiempo, alcanzando valores de 10% de nitrógeno en 10 semanas en el caso del compost de pulpa de café, y de 5% en el caso de compost de estiércol vacuno.

Ante esta disyuntiva, la mayoría de los productores han optado por hacer análisis de nutrientes totales (análisis foliar), guiados sobre todo por los valores más altos que se generan, pero también por los requi-

sitos de registro de la Oficina de Sanidad Vegetal, que solicita contenidos totales de nutrimentos a los abonos orgánicos, como se hace para los fertilizantes químicos.

Se han definido niveles mínimos para la calidad de los abonos en forma general (Cuadro 2). Sin embargo, es necesario más detalle, donde se especifique el tipo de proceso (compost, bocashi, lombricompost) y el tipo de desecho que se utiliza.

Cuadro 2. Contenidos de niveles óptimos para abonos orgánicos.

Característica	Nivel óptimo
% nitrógeno	> 2
% fósforo	0,15 – 1,5
CICE (meq/100g)	75-100
C : N	< 20
Humedad	< 40%
Color	Negro a café oscuro
Olor	Tierra

Fuente: Paul y Clark (1996).

Con respecto al nitrógeno, que es un elemento frecuentemente utilizado como indicador de la calidad nutricional del abono, en Costa Rica se han ido estableciendo rangos de contenidos esperados por proceso y por materia prima. Por ejemplo, las gallinas en general tienen rangos de entre 1 y 3% de N, los bocashi varían entre 0,9 y 1,5% de N, el compost de 1 a 1,5% y el lombricompost de 1,5 a 2,5%. Es claro que estos datos variarán según el tipo de materia prima que se utilice. Por ejemplo, los desechos verdes caseiros dan contenidos que van del 0,8 al 1,2% de N, la pulpa o broza de café varían en rangos de 1,2 a 3,5% de N, mientras que la pulpa de banano o la pulpa de naranja dan rangos por debajo del 1,5%. Claro está que estos rangos van a variar según el manejo que se haga de la materia prima previo al compostaje, las mezclas de materiales, y el tipo de proceso.

2. Indicadores de madurez o estabilidad

Otra medida de la calidad de los abonos son los indicadores de madurez o estabilidad del producto. Los indicadores más comúnmente utilizados son:

- a. *Respiración:* la respiración es una medida de la actividad microbiana en el producto final. Si el material está estable, la actividad microbiana y las tasas de respiración serán menores (<2 mg CO₂/g SV t). Si el material está todavía a medio descomponer, la actividad microbiana, como es de esperar, será mayor (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tabla de interpretación para la estabilidad de compost.

Tasa de respiración (mg CO ₂ /g SV t)	Estabilidad	Características
<2	Muy estable	Compost bien terminado. No continúa la descomposición. Sin producción de olor. Sin potencial para fitotoxicidad.
2-8	Estable	Compost terminado. Producción de olor poco probable. Limitado potencial de fototoxicidad. Impacto negativo mínimo sobre la dinámica del C y N del suelo.
8-15	Moderadamente estable	Compost sin terminar. Producción de olor mínima. Potencial de fitotoxicidad. Impacto negativo mínimo moderado sobre la dinámica de C y N del suelo. No recomendado para semilleros.
15-40	Inestable	Compost sin terminar. Producción de olor. Alto potencial de fitotoxicidad. Alto potencial de tener un impacto negativo sobre la dinámica del C y N del suelo. No recomendado para semilleros, uso posible como <i>mulch</i> .
> 40	Material sin esterilizar	Material extremadamente inestable. Producción de olor esperada. Alto potencial para fitotoxicidad. Impacto negativo esperado sobre la dinámica de C y N del suelo. No recomendado como compost.

Fuente: US Composting Council (2004).

b. *Relación carbono : nitrógeno:* se considera un compost maduro el que tenga una relación < 20-25 (Compost Standards of Canada 2003). Este parámetro debe manejarse con cuidado, ya que algunas materias primas sin compostar, como la broza de café, pueden tener relaciones C:N similares. Se debe utilizar este parámetro como un indicador junto con otras variables de madurez.

c. *Relación amonio/nitratos:* esta relación varía dependiendo de las materias primas pero, en general, un compost inmaduro tendrá mayores niveles de amonio que de nitratos. En compost maduros, en estudios realizados por Hirai *et al.* (1983) se encontraron variaciones del 0,03 a 18,9 en la relación NH₄⁺-N/NO₃-N.

3. Humedad

La mayoría de los abonos orgánicos en Nicaragua y Costa Rica se comercializan con un 40% de humedad, con la excepción del bocashi y la gallinaza, comercializados con porcentajes de humedad por debajo del 20% (Soto 2004).

La selección de la mejor humedad para comercializar un producto es un balance de criterios entre la humedad mínima que favorezca la actividad microbiana y reducir los costos de transporte de materiales muy húmedos (Meléndez y Soto 2003). En general, se considera que los abonos orgánicos con un 40% presentan un buen balance entre estos dos factores.

4. Prueba de fitotoxicidad

La prueba de fitotoxicidad más comúnmente utilizada es la prueba de germinación (Cuadro 4), que resulta rápida, sencilla y poco costosa. Además, puede ser realizada por los agricultores en sus fincas.

Un procedimiento sencillo que puede realizarse en finca consiste en colocar una delgada capa de compost en un plato, humedecer el material adecuadamente y colocar un número conocido de semillas; taparlo con papel toalla húmedo y, una semana después, determinar el porcentaje de semillas germinadas. Es importante poner tratamientos control sin compost (solo papel toalla húmeda encima y debajo de las semillas) para determinar su capacidad de germinación.

Los laboratorios utilizan procedimientos más analíticos, evaluando el material a través de sus extractos impregnados en algún sustrato inerte. El tipo de semilla por utilizar varía según el laboratorio, incluyendo semillas de rábano o avena, por ejemplo. Lo importante es utilizar siempre el mismo tipo para establecer comparaciones en el tiempo. Algunos laboratorios utilizan además la longitud y peso seco de la raíz, que parece brindar más información que la simple germinación (Uribe 2003).

5. Contenido de materias externas

El contenido de materiales externos es una preocupación importante en países donde la materia prima predominante para el compostaje son los desechos orgánicos municipales. En estos casos no es tan raro observar la presencia de vidrios, plásticos, alambre,

etc. en el compost. En países donde los desechos utilizados provienen mayormente de la agroindustria, como la pulpa de naranja, banano o de café, esta situación no es tan frecuente.

Cuadro 4. Porcentajes de germinación permitidos en diferentes países.

País	Porcentaje límite de germinación
Australia ⁽²⁾	Germinación mínima del 60% con semilla de rábano con un extracto al 100%.
Alemania	Germinación de al menos el 90% de semillas de avena en una mezcla compost: suelo del 25 al 50%.
Austria	Germinación del al menos el 80% de semillas de avena.
Canadá ⁽³⁾	70% de germinación.

⁽²⁾ Fuente: Brinton (2000).

⁽³⁾ Fuente: Compost Canadian Council (2002).

Algunas normativas internacionales han establecido que materiales hechos por el hombre, como vidrio, metal y plástico, de más de 2-3 mm, deben ser eliminados del abono (Cuadro 5) (CQC 2003).

6. Inocuidad

La inocuidad de los abonos orgánicos se refiere a eliminar, en la medida de lo posible, la posibilidad de que un abono orgánico ocasione daños a la salud humana. Los principales riesgos provienen de la presencia de microorganismos patógenos (*Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, etc.) y el contenido de metales pesados.

Para la determinación de patógenos humanos, se utiliza el método de número más probable, con series de 5, en las diluciones de los abonos. Normalmente, se determinan coliformes fecales/*E. Coli* y *Salmonella*. Para compost que contiene biosólidos, la US EPA (Regulación 40 CFR Parte 503) estipula que solo los productos que cumplen con los límites de patógenos clase A pueden ser distribuidos o vendidos al público en general. Los biosólidos que califican como clase B



Volteo de pulpa de café en la compostera de Hugo Hermelink. Coopelibertad, Moravia, Costa Rica. 2003 (foto G. Soto).

son restringidos a suelos en sitios remotos con prácticas adecuadas de manejo y restricciones de acceso al público (Cuadro 6).

7. Metales pesados

El contenido de metales es una de las mayores preocupaciones de los países desarrollados. En gran parte, esto se debe a que muchos compost se elaboran a partir de lodos urbanos o biosólidos, que pueden tener altos contenidos de metales pesados. Los compost de desechos prioritariamente vegetales no presentan riesgos tan altos de contaminación.

Los niveles permitidos por los diferentes países han sido modificados frecuentemente, y pueden variar mucho de un país a otro. Es importante revisar la información más reciente y, si se quiere exportar abono a esos países, conocer la legislación específica (Cuadro 7).

En la encuesta realizada en Costa Rica y Nicaragua acerca de las mayores limitaciones para el monitoreo de la calidad que enfrentan los productores comerciales de abonos, una de las más frecuentes es la falta de laboratorios accesibles para la determinación de metales pesados (Soto 2004).

Cuadro 5. Contenidos máximos de materiales extraños permitidos en el compost según las normativas de diferentes países de la Unión Europea.

País	% de piedras permitidas/peso seco	Materiales extraños hechos por el hombre (% de peso seco)
Alemania	< 5% de partículas de > 5 mm	< 0,5% de partículas > 2 mm
Austria	< 3% de partículas de > 11 mm	< 2 % de partículas > 2 mm
Bélgica	< 2%	Sin contaminación visible, máximo 0,5% de partículas > 2 mm
Inglaterra	< 5% de partículas de > 2 mm	< 1 % de fracciones > 2 mm, < 0,5% si es plástico.
Francia	—	Máxima contaminación 20%, < 6 % de una fracción > 5 mm

Fuente: Brinton (2000).

Cuadro 6. Contenidos de patógenos humanos permitidos en los diferentes tipos de abono de biosólidos según los criterios de la EPA en Estados Unidos.

Clasificación del abono	Patógenos	Limites de población
Clase A	<i>Salmonella</i>	< 3 NMP/g
	Coliformes fecales	< 1000 NMP/g
	Virus entéricos	< 1 PFU/g
	Huevos viables de helmintos	< 1
Clase B	Coliformes fecales	< 2,000,000 NMP o UFC/g

Fuente: EPA (2003).

NMP: número más probable. UFC: unidades formadoras de colonias.

Cuadro 7. Máximos contenidos de metales pesados permitidos en abonos orgánicos en la Unión Europea, comparado con el contenido permitido en Estados Unidos y Canadá en mg/kg de materia seca.

Metal	Rango de la Unión Europea ⁽²⁾	Estados Unidos (biosólidos) ⁽³⁾	Canadá (g/g) ⁽⁴⁾
Cadmio	0,7 – 1,0	39	310
Cromo	70 – 200	1200	50
Cobre	70 – 600	1500	—
Mercurio	0,7 – 10	17	0,15
Níquel	20 – 200	420	60
Plomo	70 – 1000	300	150
Zinc	210 – 4000	2800	500

⁽²⁾ Fuente: Brinton (2000).

⁽³⁾ Fuente: Henry (1991).

⁽⁴⁾ Fuente: Gies (1992).

B. Pruebas de campo

Las pruebas de laboratorio suelen ser poco accesibles para los pequeños productores. Por eso, es recomendable establecer también mediciones de calidad que puedan realizarse en el campo. Algunas de estas pruebas pueden ser:

- Olor:** el olor característico del abono orgánico es fácilmente identificable y conocido, como el olor a suelo de bosque. Puede utilizarse como indicador de madurez.
- Color:** en general, el abono tendrá una coloración café oscura o negra.
- Tamaño de partículas:** el tamaño de partícula es pequeño, menor a 2 mm.
- Madurez:** una de las pruebas de madurez es la prueba de germinación.
- Contenido nutricional y crecimiento en potes:** para determinar el contenido de nutrientes potenciales de un abono, la mejor práctica sigue siendo evaluar el material con plantas en potes, en diferentes relaciones compost:suelo. Se recomienda evaluar al menos cuatro mezclas: solo abono, solo suelo, 25:50 y 50:50.

Toma de muestras

El muestreo para el monitoreo de la calidad es también un aspecto muy importante que debe ser estandarizado. El Instituto de Manejo de Desechos de la Universidad de Cornell recomienda preparar muestras compuestas, realizando cortes verticales de la cama, y tomando al menos cinco muestras en todas las profundidades. Esto se debe repetir tres veces en la cama. Las muestras deben ser recolectadas y empacadas en materiales totalmente limpios y enviadas con la rotulación adecuada (Harrison y Fiesinger 2003).

Literatura citada

- Brinton, W. 2000. Compost Quality Standards and Guidelines. Estados Unidos, New York State Association of Recycles. Woods End Research Laboratory. 42 p.
- Castellanos, JZ; Pratt, PF. 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. *Soil Science Society of America* 45:354-357.
- Geis, G. 1992. Regulating Compost Quality on Ontario. *BioCycles* 60-61.
- Harrison, E; Fiesinger, T. 2003. The quality of New York agricultural compost. Final report of the Compost Marketing and Labeling Project. New York, US, Cornell Waste Management Institute. 43 p.
- Henry, CC. 1991. Review of composting literature. Technical information on the use of organic material as soil amendment a literature review. Washington DC, US, Soil waste Composting Council.
- Kaufman, S; Goldstein, N; Millrath, K; Themelis, N. 2004. The state of garbage in America. *Biocycle* January: 31-41.
- Meléndez, G; Soto, G. 2003. Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos. In Meléndez, G; Soto, G; Uribe, L. eds. *Abonos Orgánicos: principios, características e impacto en la agricultura*. Costa Rica, CATIE, UCR.
- Mitchell, D. 1997. State Highway Department finds its way to use compost. *Biocycle* 39(8):67-72.
- Muñoz, 2003. Liberación de nutrientes a partir de broza de café. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.
- Primavesi, A. 1982. *Ecología de Suelos Tropicales*. 5 ed. Argentina, Editorial El Ateneo. 449 p.
- Primavesi, A. 2003. Manejo ecológico de suelos. In Soto, G; Descamps, P. eds. *Memoria del I Encuentro Mesoamericano y del Caribe y III Encuentro Costarricense de Agricultores Experimentadores e Investigadores en Producción Orgánica*. Costa Rica. 208 p.

-
- Sasaki, S; Alvarado, A; Li Kam, A. 1994. Curso básico de agricultura orgánica. Costa Rica, Convenio UCR.JOCV. 30 p.
- Somarribas, O. 2002. Producción orgánica de naranja en Costa Rica. *In* Conferencia Internacional de agricultura Orgánica de IFOAM. Memorias. Canadá.
- Soto, G. 2003a. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. *In* Meléndez, G; Soto, G; Uribe, L. eds. Abonos Orgánicos: principios, características e impacto en la agricultura. Costa Rica, CATIE, UCR.
- _____. 2003b. Liberación de nutrientes de los abonos orgánicos: en búsqueda de la sincronía. *In* Meléndez, G; Soto, G; Uribe, L. eds. Abonos Orgánicos: principios, características e impacto en la agricultura. Costa Rica, CATIE, UCR.
- _____. 2004. Situación de la producción de abonos orgánicos en Costa Rica y Nicaragua: retos y estrategias. *In* Congreso Latinoamericano de Bioplaguicidas y Abonos Orgánicos (1). Memorias. Costa Rica.
- Uribe, L. 2003. Calidad microbiológica e inocuidad de los abonos orgánicos. *In* Meléndez, G; Soto, G; Uribe, L. eds. Abonos Orgánicos: principios, características e impacto en la agricultura. Costa Rica, CATIE, UCR.