

AO / 133

## CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BOKASHI PARA SU EMPLEO EN UN VIVERO FORESTAL

Baliran, Valentina<sup>3</sup>; Chavez, Florencia<sup>3</sup>; Fermoselle, Geraldina<sup>1</sup>; Perrone, Ayelen<sup>4</sup>; Pellegrini, Andrea<sup>2</sup>; Balagué, Laura<sup>1</sup>

Curso de Microbiología Agrícola<sup>1</sup>, Curso de Edafología<sup>2</sup>. Unidad de Vivero Forestal <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Estación Experimental Pergamino INTA<sup>4</sup>. Argentina.

aepellegrini@hotmail.com; balaguelaura@gmail.com

### Resumen

El uso de compostajes es una práctica que se ha divulgado e incorporado hace ya varios años, en la Unidad de Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP). La reutilización de residuos orgánicos y su adición al suelo permite mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo. Como alternativa al consumo comercial de sustratos se utilizó el proceso de producción de bokashi, que consiste en un abono generado a partir de la fermentación de materiales orgánicos con la adición de materiales inorgánicos convenientemente mezclados. El propósito de este trabajo fue evaluar parámetros químicos y microbiológicos que determinan la calidad del abono orgánico denominado bokashi para ser aplicado en el Vivero Forestal. El valor de conductividad eléctrica por encima de los establecidos, nos indica debe diluirse para ser aplicado. Es un aporte importante de materia orgánica, fósforo y nitrógeno de 23 días de elaboración. No presenta fitotoxicidad para plantas de *Lactuca sativa* y *Leucaena leucocephala*, ya que los índices de germinación realizados cumplen con los valores límites recomendados que indican la madurez y estabilidad del producto.

**Palabras clave:** sustrato para viveros; *Leucaena leucocephala*; conductividad eléctrica

### Introducción

El uso de sustrato en viveros es una de las mayores problemáticas ya que los costos de estos insumos son elevados. La extracción de suelo de canteras trae aparejada una problemática ambiental, está reglamentada por el Código Rural de la Provincia de Buenos Aires (Decreto Ley 2081) donde el artículo N°50 establece que el Poder Ejecutivo podrá prohibir o limitar temporariamente la decapitación del suelo agrícola.

Se buscaron alternativas sustentables, que sean rentables y de fácil accesibilidad para los viveristas. El uso de compostajes como parte del sustrato utilizado para el envasado, es una



práctica que se ha divulgado e incorporado hace ya varios años en la Unidad de Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP). La reutilización de residuos orgánicos y su adición al suelo permite mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo.

Como alternativa al consumo comercial de sustratos se utilizó el proceso de producción de bokashi, que consiste en un abono generado a partir de la fermentación de materiales orgánicos con la adición de materiales inorgánicos convenientemente mezclados. A diferencia de otros compostajes, el bokashi es un proceso que permite obtener un abono en corto tiempo, entre 20 y 25 días (Shintani, 2000). Los materiales que se utilizan en general para la producción del bokashi, pueden adquirirse de los desechos de otras producciones como por ejemplo rastrojos, paja, estiércol, ceniza. La proporción de estos elementos puede ser modificada y adaptada a distintas regiones, necesidades y disponibilidades de materiales, haciéndolo un abono muy versátil en cuanto a su elaboración. Se produce a bajos costos y reduce la incorporación de insumos químicos.

El propósito de este trabajo fue evaluar parámetros químicos y microbiológicos que determinan la calidad del abono orgánico denominado bokashi para ser aplicado en el Vivero Forestal.

### **Metodología**

El bokashi se realizó al resguardo de la intemperie, aislado del suelo. Los componentes y proporciones utilizadas fueron las siguientes: estiércol de vaca 20 l, tierra 20 l, rastrojo de trigo 20 l, afrecho 10 l, carbón vegetal triturado 10 l, harina de roca 10 l, mantillo forestal 10 l, azúcar mascabo 1 kg, 2 cubos de 50 g de levadura fresca y agua (50% humedad). Durante los primeros tres días la pila se volteó diariamente dos veces, luego en los días siguientes se volteó una sola vez al día, se regó según necesidad. Se determinó la temperatura desde el inicio hasta el día 23 y

Se realizaron tres muestreos, a los 23, 60 y 80 días del inicio del proceso denominados como M1, M2 y M3 respectivamente, los dos últimos para confirmar el fin del proceso.

Para caracterizar y determinar la calidad del bokashi se analizaron:

**a. Parámetros químicos y físicos:**

- PH, se realizó mediante la medición con electrodo de vidrio en una relación de 1 parte de material en 5 partes de agua, posterior a una hora de su realización (PROMAR 1991).
- La Conductividad eléctrica (CE), se midió en el extracto que se obtuvo a partir de someter la pasta saturada al vacío.
- Materia orgánica (MO), método de ignición, evaluado por pérdida directa de peso por calentamiento en un horno y mufla IRAM-SAGPyA 29571-1.

- Nitrógeno total (Nt) mediante digestión húmeda, evaluación por Microkjeldahl, (PROMAR, 1991).
- Fósforo por el método de Bray Kurtz (IRAM-SAGyP 29570-1).

b. Parámetros microbiológicos:

- Recuento de microorganismos mesófilos: se realizó en medio de cultivo Agar Nutritivo. Lab. Britania. Recuento de hongos se realizó en Agar YEDC (Yeast Extract Dextrose Chloramphenicol) – REMEL. Se empleó el método de las diluciones y recuento en placa (UFC/g). Se corrigieron los valores por gramo de material seco.
- Actividad respiratoria de los microorganismos según Frioni (1999).
- Se evaluó la ausencia de *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y parásitos según SENASA (Res. 264, 2011).

c. Determinación de la madurez del producto:

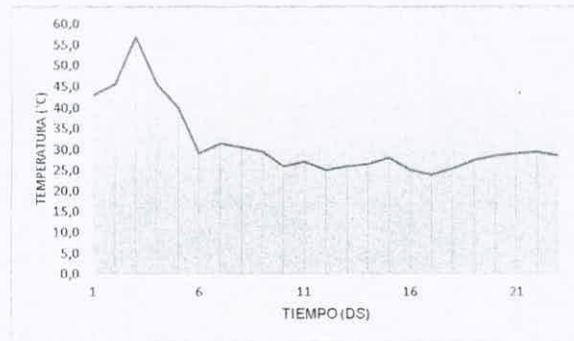
- Germinación de semillas de *Lactuca sativa* (lechuga) colocadas en cajas de petri con papel de filtro con 5 ml del extracto de bokashi (1/10 en agua) esterilizado por filtración. Se mantuvieron en oscuridad a 30 °C durante 7 días.
- Para evaluar la fitotoxicidad del bokashi en *Leucaena leucocephala* se diseñaron dos tratamientos: proporción 1/5 y 1/10 de bokashi/vermiculita y un control con vermiculita dorada solamente. Se colocaron 20 semillas por tratamiento, escarificadas por calor (80 °C/ 12 minutos). Luego se dispusieron en bandejas de material plástico. Las semillas se mantuvieron en oscuridad y con temperatura de 30 °C durante 7 días.

Se determinó el porcentaje de germinación y la longitud de la raíz a los 7 días de incubación (LR) y el índice de germinación (Tiquia y Tam, 1998).

Los datos se analizaron con un ANOVA. INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2011).

### Resultados y discusión

La elaboración del bokashi transcurrió inicialmente en 23 días, en ese periodo se determinó la temperatura (Figura 1). Se observó que las temperaturas más elevadas fueron entre el 3 y 5 día a 45 °C y su máximo se detectó en el día 4 (57 °C). La disminución de la temperatura de la masa del bokashi a temperatura ambiente es un indicador de estabilidad (Mazzarino y Satti, 2012) esto se da a partir de los 18 días, considerando que el producto fue producido en el mes de febrero dentro de un invernáculo.



**Figura 1.** Determinación de la temperatura medida cada día a las 14 horas durante el proceso de elaboración del bokashi.

Analizando la calidad del bokashi unos de los indicadores más usados es la relación C/N se ha establecido que valores menores a 20-25 evitan la inmovilización del N del suelo, en este caso este parámetro se cumple (Tabla 1). Los valores de pH están próximos a de la neutralidad absoluta, rango adecuado para los cultivos y los microorganismos en general. Es un producto con alto contenido de materia orgánica. Posee muy buen contenido de Nt, considerando que un suelo de la región está muy bien provisto con valores de 0,3% de Nt. Los contenidos de fósforo extractable de la región rondan entre 0-10 ppm valores muy bajos a bajos (Sainz 2012), por lo que tanto 160 ppm podría actuar como acondicionador de fósforo en los suelos. El bokashi obtenido presentó un elevado contenido de sales estimados a partir de la conductividad eléctrica, si le lo compara con los límites para indicar suelos salinos, considerando 4 dS m<sup>-1</sup> según Richards et al., (1974) o 2 dS m<sup>-1</sup> según Pizarro, (1978).

**Tabla. 1.** Parámetros químicos y físicos.

Muestras	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno (%)	C/N	Fósforo (ppm)	Conductividad (dSm <sup>-1</sup> )	pH (1:5)
M1	23,0	0,506	23	176	5,6	7,4
M2	26,3	0,549	24	160	5,0	7,4
M3	26,0	0,573	23	157	4,9	7,5

**Tabla. 2.** Parámetros microbiológicos.

Muestras	Recuento de microorganismos mesófilos (UFC/g)	Recuento de hongos (UFC/g)	Tasa de Respiración (mgC-CO <sub>2</sub> /kg/h)**
m1	3 10 <sup>9</sup> a	5 10 <sup>7</sup> a	14,37 a
m2	ND	ND	14,83 a
m3	8,6 10 <sup>9</sup> a	3,3 10 <sup>7</sup> a	17,08 a

Letra diferente en la columna significa diferencia significativa (ANOVA).

\*\* Promedio de 4 determinaciones.

Se observó que el recuento de microorganismos mesófilos totales y hongos no presentó diferencias considerables entre los 23 y 80 días de iniciado el proceso (Tabla 2). La determinación de la tasa de respiración de los microorganismos en las muestras tomadas a los 23, 60 y 80 días, no presenta diferencias significativas, se han mantenido en forma constante en este período indicando que el producto estaría estabilizado (Hachicha et al., 2009). Estos autores (Hue y Liu, 1995) consideran que un abono está estabilizado cuando la tasa de respiración es menor o igual de 120 mg C-CO<sub>2</sub>/kg/h.

Este proceso de compostaje tiene la particularidad de elevar la temperatura rápidamente, permitiendo la eliminación de patógenos, se detectó la ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. a los 23 días de iniciado el proceso y de parásitos evaluados a los 60 días en las muestras analizadas.

**Tabla. 3.** Evaluación de la madurez del bokashi. Ensayos con plantas de *Lactuca sativa* y *Leucaena leucocephala*.

Especie Vegetal	Dilución	Promedio LR	G (%)	LR (%)**	Índice de germinación
Lactuca sativa	(1:10)	8,15	99,75	313,5	311,5
Leucaena leucocephala	(1:10)*	15,65	130,64	123,94	162
	(1:5)*	14,25	150,43	112,87	170,55

G= Germinación, LR= Longitud de la radícula. Número de plantas evaluadas por tratamiento

N: 20. \* Proporción: bokashi/vermiculita. \*\* Promedio de tres determinaciones.

Los indicadores de madurez se basan en estudios de fitotoxicidad, realizados en ensayos con plantas (Mazzarino y Satti, 2012). Se ha seleccionado para este estudio *Lactuca sativa* utilizada generalmente como especie control y la especie forestal *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. El empleo de *Leucaena* (leguminosa) ha sido reconocido en diferentes agroecosistemas, se ha descrito como forraje (García et al. 1996) y en sistema agroforestal en Yungas para restaurar suelos degradados del uso con maíz aumentando el contenido de nitrógeno (Nicolópulos et al., 2010).

Se ha detectado que los índices de germinación para las especies de *Lactuca sativa* y *Leucaena leucocephala* (Tabla 3) han sido mayores a 80, según (Tiquia y Tam et al., 1998) valores mayores a esta cifra indicarían que el producto está estabilizado. Los porcentajes de LR detectados *Lactuca sativa* (313%) y *Leucaena leucocephala* (123%) evidencian la presencia de estimulantes del crecimiento.

## Conclusiones

El bokashi elaborado presenta valores de conductividad por encima de los establecidos, por lo cual debe diluirse para ser aplicado.

Es un producto alternativo para el vivero, de 23 días de elaboración el que aporta elevadas cantidades de materia orgánica, fósforo y nitrógeno, y contribuye a la conservación de los recursos nativos del suelo.

Se detectó la ausencia de *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y parásitos según establece el organismo de control.

No presenta fitotoxicidad para plantas de *Lactuca sativa* y *Leucaena leucocephala*, ya que los índices de germinación cumplen con los valores límites recomendados que indican la madurez y estabilidad del bokashi.

En futuros ensayos se determinará las proporciones en las que debe aplicarse y su efecto sobre otras especies forestales.

## Referencias bibliográficas

- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C.W. Robledo. InfoStat versión (2011). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Software Estadístico. Versión Libre. [En línea] Available at: <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=46> [Último acceso: 10 4 2018].
- Frioni, L. (1999) Procesos Microbianos. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. 242 pp.
- García, G. W., Ferguson, T. U., Neckles, F. A., y Archibald, K. A. E. (1996). The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. *Animal Feed Science and Technology*, 60(1-2), 29-41.
- Hachicha, S. /et al./ (2009) Biological activity during-composting of sludge issued from the OMW evaporation ponds with poultry manure-physico-chemical characterization of the processed organic. *Journal of Hazardous Material*. Vol. 162, no. 1, p. 402-409.
- Hue, N.V. y Liu J. (1995). Predicting compost stability. *Compost Science and Utilization*. 3:8-15.
- IRAM-SAGyP 29570-1. (2010). Determinación de fósforo extraíble en suelos. Parte 1- Método de Bray Kurtz 1 Modificado (extracción solución de fluoruro de amonio – ácido clorhídrico).
- Mazzarino, M.J.; P. Satti and L. Roselli. (2012). Indicadores de estabilidad, madurez y calidad de compost. En: MJ Mazzarino and P Satti (eds.). *Compostaje en Argentina: Experiencias de Producción, Calidad y Uso*. UNRN y Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.

pp.13-28.

- Nicolópulos, M. C., Godoy, J. C., y Ortín, A. E. (2010) *Leucaena Leucocephala* en Sistemas Agroforestales del NOA. *Ciencia*, Vol. 5, Nº 18. 91-102.
- Pizarro, F. (1978). *Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos*. Agrícola Española C.A. Madrid, España. 521 p.
- Richards, L.A., Hayward, H. E., Brown, J. W., Allison, L. E., (1974). *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos*. Departamento de Agricultura de los estados Unidos. Editorial Limusa. D.F. México.
- Sainz Rozas H., H. Echeverría y H. Angelini. (2012.) Fósforo disponible en suelos agrícolas de la región Pampeana y extra pampeana argentina. *RIA, Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 38 (1): 33-39.
- SENASA. (2011) Resolución 264. Anexo I. Método de Burton Modificado, Capítulo 12.
- Shintani M., (2000), *BOKASHI (Abono Orgánico Fermentado)*, primera edición, Limón-Costa Rica, 26 pp
- Tiquia, S. M., y Tam, N. F. Y. (1998). Elimination of phytotoxicity during co-composting of spent pig-manure sawdust litter and pig sludge. *Bioresource Technology*, 65(1-2), 43-49.