



Caracterización y evaluación agronómica de tres biopreparados: Bokashi, Supermagro y Microorganismos Eficientes Nativos

Characterization and agronomical evaluation of three biofertilizers: Bokashi, Supermagro and Native Efficient Microorganisms

LASSEVICH, Daniel¹; TRASANTE, Tania¹; GARCÍA, Silvina¹; PLATERO, Raúl¹; BAJSA, Natalia¹.

¹Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE), daniel.lassevich@gmail.com, taniatrasante@gmail.com, silvipgarcia@gmail.com, rplatero@iibce.edu.uy, nbajsa@gmail.com

Eje temático: Manejo de Agroecosistemas de Base Ecológica

Resumen: El uso excesivo de agroquímicos deteriora los ecosistemas y la salud de las personas. Los biopreparados (BP) son una alternativa que permite el ingreso de materia orgánica, nutrientes y microorganismos al suelo, sin dañar el ambiente. En este trabajo se caracterizaron tres BP: bokashi, supermagro y microorganismos eficientes nativos, y se evaluó el efecto de su agregado en la comunidad microbiana del suelo y el rendimiento del cultivo de lechuga. Se observó que los diferentes BP varían en la composición de su comunidad microbiana. La abundancia en suelo de grupos microbianos de interés fue mayor en los tratamientos en los que se aplicó bokashi y menor cuando se aplicó fertilizante químico. El peso seco de la parte aérea y de la raíz de lechugas fue mayor en los tratamientos con bokashi que en los tratamientos control. Se concluye que el agregado de bokashi aumentó la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo y tuvo efectos positivos en el rendimiento del cultivo de lechuga.

Palabras clave: Agroecología; Secuenciación masiva; Bokashi; Supermagro; Microorganismos eficientes nativos

Keywords: Agroecology; Next generation sequencing; Bokashi, Supermagro, Native efficient microorganisms

Introducción

La agricultura moderna industrializada se basa en el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos sintéticos, cuyo uso indiscriminado repercute negativamente en los ecosistemas, deteriorando la calidad de suelos y cuerpos de agua, así como también afectando negativamente la salud humana y la economía de los pequeños productores (Gliessman, 2002).

La agroecología, incorpora un enfoque de la agricultura ligado al medio ambiente y más sensible socialmente (Altieri, 1997). Los biopreparados (BP) son preparados biológicos en base a agua, sales minerales y restos orgánicos, que permiten el ingreso de materia orgánica, nutrientes y microorganismos al suelo, mejorando su estructura y su fertilidad. La importancia de los microorganismos en el suelo del ecosistema agrícola yace en los servicios que éstos aportan. Participan de ciclos biogeoquímicos, degradando materia orgánica y aumentando la disponibilidad de nutrientes que las plantas necesitan.



En este trabajo se analizaron tres BP: Bokashi, un BP sólido producido en condiciones aerobias; Supermagro, un BP líquido con minerales agregados y fermentado en condiciones anaerobias; y Microorganismos eficientes nativos (MEN), un BP líquido producido en condiciones anaerobias que contiene un consorcio de microorganismos del suelo.

Hipótesis

- 1) La comunidad microbiana de los BP contiene principalmente: actinobacterias, bacterias ácido-lácticas, bacterias fototróficas, levaduras y hongos filamentosos.
- 2) La utilización de BP aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo y el rendimiento del cultivo de lechuga.

Objetivos

- 1) Caracterizar tres BP: Bokashi, Supermagro y MEN, determinando parámetros microbiológicos y fisicoquímicos.
- 2) Evaluar su efecto en las poblaciones de microorganismos del suelo y en el rendimiento del cultivo de lechuga en condiciones controladas.

Metodología

Los biopreparados fueron fabricados por productores de la Red de Agroecología del Uruguay, en el marco de un proyecto de investigación participativa, utilizando las formulaciones de Jairo Restrepo (2007) con adaptaciones. Al Bokashi A se le agregó aserrín además de los ingredientes originales, mientras que el Bokashi B fue fabricado siguiendo la formulación original. El MEN A se realizó siguiendo la formulación original mientras que el MEN B se le agregó cenizas.

Caracterización de los biopreparados

Se utilizó la técnica de recuento en placa para determinar la presencia y el tamaño poblacional de diferentes grupos de microorganismos cultivables en los BP. Se utilizaron los siguientes medios de cultivo semiselectivos: Agar Tripticosa Soja con cicloheximida para bacterias heterótrofas; Lactobacilli MRS Agar para *Lactobacillus* spp; Agar Extracto de Malta con cloranfenicol para levaduras y hongos filamentosos; Agar Almidón Caseína con cicloheximida para actinobacterias.

Se estudió la estructura de la comunidad bacteriana total presente en Bokashi y MEN por secuenciación masiva de fragmentos del gen que codifica para el ARNr 16S para el dominio Bacteria (técnica molecular, independiente de cultivo), con los cebadores 515/806 que permiten amplificar la región V4 del gen ARNr 16S (Caporaso et al. 2011). La secuenciación se realizó en Ion Torrent PGM (IIBCE) siguiendo el protocolo del fabricante. Los datos resultantes de la secuenciación se analizaron en el programa QIIME 1.



Evaluación agronómica

Se estableció un ensayo en condiciones utilizando plantines de lechuga variedad mantecosa un sustrato: tierra:arena (2:1). La cama de pollo y el bokashi fueron aplicados en el sustrato. Los insumos líquidos (fertilizante químico, supermagro, MEN) fueron aplicados junto al agua de riego una vez por semana. Se establecieron 9 tratamientos con 4 repeticiones. Los parámetros evaluados en lechuga fueron: peso fresco y seco de la parte aérea y de la raíz, número de hojas, altura y diámetro de la parte aérea. Se analizó por recuento en placa, la abundancia de microorganismos en los suelos de los distintos tratamientos, de la misma forma que se realizó con los BP.

Resultados

Caracterización de los biopreparados

Al analizar la comunidad microbiana cultivable de los BP por recuento en placa se obtuvieron los siguientes resultados: en Bokashi estuvo dominada por actinobacterias y en menor medida por *Lactobacillus* spp., hongos filamentosos y levaduras; en Supermagro sólo se observaron hongos filamentosos y *Lactobacillus* spp.; el MEN presentó una dominancia de *Lactobacillus* spp., en menor medida hongos filamentosos y levaduras (datos no mostrados).

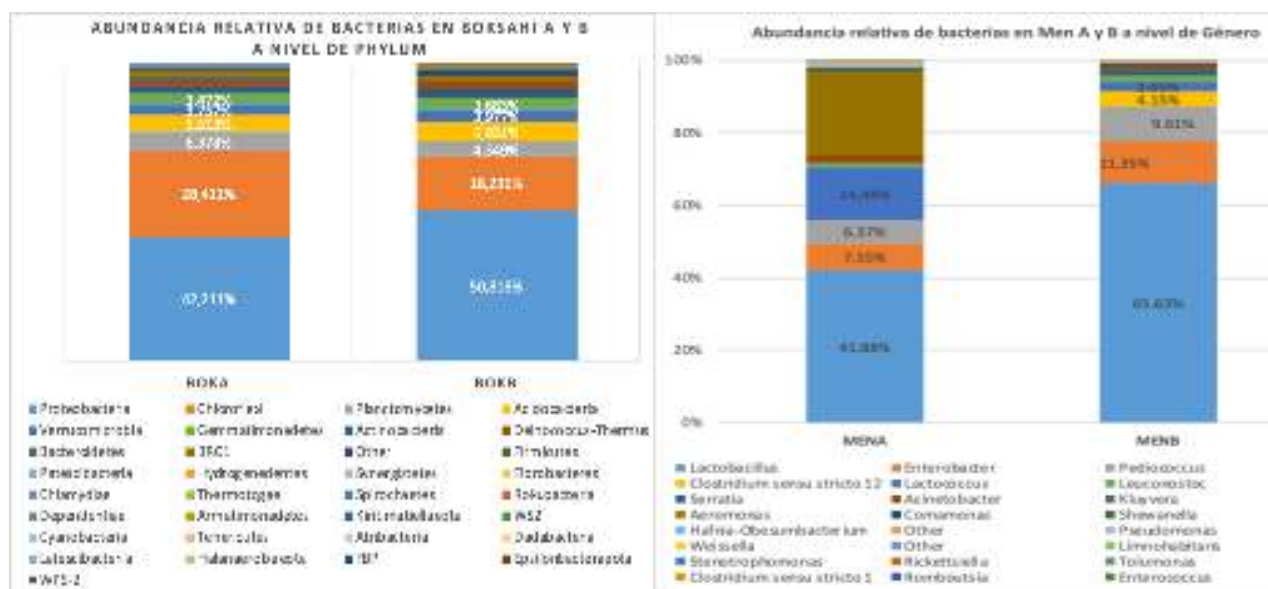


Figura 1. Abundancia relativa de bacterias en Bokashi A y B a nivel de Phylum (izquierda) y en MEN A y MEN B a nivel de género (derecha)

Se estudió la estructura de la comunidad bacteriana total de Bokashi A y B y MEN A y B por la técnica de secuenciación masiva. No se pudo extraer cantidades suficiente de ADN a partir del Supermagro para su secuenciación.



La estructura de la comunidad fue similar en ambos Bokashi: se encontraron 32 phyla, siendo Proteobacteria el más abundante (42% y 50%), seguido por Chloroflexi (28% y 18%), Acidobacteria y Planctomycetes (Figura 1). A nivel de género, se encontró una alta diversidad con 182, siendo los géneros *Pseudomonas* y *Herpetosiphon* los más abundantes alcanzando 7,5% y 7,9%, respectivamente (datos no mostrados).

En cuanto a la estructura de la comunidad microbiana de MEN A y MEN B, se identificaron 19 Phyla, siendo Firmicutes (64% y 84%) y Proteobacteria (36% y 16%) los mayoritarios (datos no mostrados). A nivel de género se identificaron 23 géneros siendo *Lactobacillus* (42% y 66%) el mayoritario, y habiendo diferencias entre las muestras en el resto de los grupos (Figura 2).

Evaluación agronómica

Se analizó por recuento en placa, la abundancia de grupos microbianos de interés en los suelos de los diferentes tratamientos del ensayo de cultivo de lechuga en condiciones controladas (Figura 4). Se observó una tendencia a un aumento de la abundancia de levaduras, hongos, lactobacilos, y actinobacterias en los tratamientos en que se aplica Bokashi, y una tendencia a una disminución de la abundancia en los tratamientos con Agroquímico y en el Control (datos no mostrados).

Los resultados del análisis de los parámetros agronómicos para evaluar el rendimiento del cultivo de lechuga se presentan en la Tabla 1. Se observó que CP y AG tuvieron los mayores pesos frescos de parte aérea, seguidos por BOK, sin embargo BOK fue el único que se diferenció significativamente del control, teniendo mayor peso seco de parte aérea. Además BOK fue el que presentó menor relación entre peso fresco y seco de parte aérea, evidenciando una mayor concentración de materia orgánica y menor acumulación de agua en los tejidos. En el caso del peso fresco y seco de raíz, el valor más alto fue el de BOK, y los tratamientos que mostraron menor relación entre peso fresco y seco de raíz fueron B+SM, MEN, BOK y BSM.

Tabla 1. Valores determinados para peso fresco y seco de parte aérea, y peso fresco y seco de raíz en el ensayo de cultivo de lechuga.

	Peso fresco de parte aérea (g)	Peso seco de parte aérea (g)	Peso fresco/ peso seco de parte aérea	Peso fresco de raíz (g)	Peso seco de raíz (g)	Peso fresco/ peso seco de raíz
C	28.86 c	1.35 b	25.27	1.89 b	0.16 b	14.27
CP	62.44 a	2.27 ab	30.02	3.73 ab	0.39 ab	11.67
AG	46.56 a	2.11 ab	23.10	1.87 b	0.14 b	13.58
BOK	32.90 b	2.47 a	13.43 *	5.26 a	0.74 a	8.63 *
SM	26.58 c	1.38 ab	21.74	1.41 b	0.17 b	10.27
MEN	24.20 c	1.65 ab	15.11	2.77 ab	0.34 a	8.14 *
BSM	23.42 c	1.29 b	20.12	2.18 ab	0.31 ab	8.69 *
B+SM	18.18 d	1.44 ab	13.93	2.68 ab	0.47 ab	7.95 *



BS+M	25.62 c	1.50 ab	17.42	1.69 b	0.16 b	11.43
-------------	---------	---------	-------	--------	--------	-------

C: Control, CP: cama de pollo 40g, AG: Fertilizante químico BOK: bokashi 280g, SM: Supermagro 5%, MEN: Microorganismos eficientes nativos 5%, BSM: bokashi + Supermagro 5% + MEN al 5%, B+SM: (~800ml) de bokashi 400g + supermagro 5% + MEN 5%, BS+M: bokashi 280g + supermagro 10% + MEN 5%. Letras diferentes indican diferencias significativas para cada variable; * indica diferencia significativa con el control (C) por ANOVA-Tukey's (p<0.05).

Conclusiones

Los diferentes BP difieren en sus composiciones microbianas. Los ingredientes con que se fabrican pueden ser sustituidos por otros de mayor acceso por parte del productor siempre que cumplan con las funciones específicas del ingrediente a sustituir (ej. cáscara de arroz y el aserrín en bokashi, o agregado de ceniza en MEN). Los resultados de la secuenciación masiva de la comunidad bacteriana de los MEN, no mostraron presencia de actinobacterias y bacterias fototróficas, al contrario de lo propuesto por el conocimiento popular, lo que no quita los beneficios que los microorganismos de este BP puedan brindar al desarrollo de los cultivos.

En el ensayo de lechuga, la abundancia de microorganismos tendió a ser mayor en los tratamientos que recibieron bokashi respecto al agroquímico y el control. El tratamiento con supermagro presentó niveles bajos de microorganismos, quizá por efecto de las sales.

La aplicación de enmiendas orgánicas a los cultivos es importante, ya que éstas aportan nutrientes, materia orgánica y microorganismos que aceleran la degradación de la materia orgánica, compiten contra patógenos y producen sustancias como fitohormonas. Los biopreparados son herramientas útiles para la agroecología, es importante caracterizarlos con el fin de perfeccionar sus formulaciones y aplicación, y maximizar sus aportes tanto al rendimiento de los cultivos como a la salud del suelo y la sustentabilidad del agroecosistema.

Agradecimientos

Productores RAU, DGDR-MGAP, ANII, PEDECIBA, D2C2.

Referencias bibliográficas

ALTIERI, M. **Bases científicas para una agricultura sustentable**. Editado CLADES. 1997.

CAPORASO, J., LAUBER, C., WALTERS, A., BERG-LYONS, D., LOZUPONE, C., TURNBAUGH, P & KNIGHT, R. 2011. **Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108 (Supplement 1), 4516-4522



GLIESSMAN, S. **Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible.** CATIE. 2002.

RESTREPO, J. **El ABC de la agricultura orgánica, fosfitos y panes de piedra.** Colombia. 2007.