

## EL AGROECOSISTEMA Y LOS RECURSOS NATURALES

### Efecto de la Aplicación de Bocashi como Bioinsumo Mejorador del Suelo en la Producción del Cultivo de Frutilla

Dannae Serri, Instituto de Patología Vegetal-CIAP-INTA, serri.dannae@inta.gov.ar  
Sofía Sibilia, Facultad de Ciencias Agropecuarias-UNC, sofiasibilia@gmail.com  
Violeta Silbert, INTI Córdoba, vsilbert@inti.gov.ar  
Nacira Muñoz, Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales-CIAP-INTA, muñoz.nacira@inta.gov.ar  
María Verónica Bianco, Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales-CIAP-INTA, bianco.maria@inta.gov.ar  
Ornela Ruggia, INTA AER Córdoba, ornelaruggia@gmail.com  
Horacio Campo, Productor-experimentador,  
Luis Narmona, CIAP-INTA, luisnarmona1@gmail.com  
Silvina Vargas Gil, Instituto de Patología Vegetal-CIAP-INTA, CONICET, vargasgil.silvina@inta.gov.ar

#### Resumen

La experiencia contempló el uso de bocashi, bioinsumo utilizado por productores agroecológicos como enmienda orgánica. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de bocashi sobre las propiedades microbiológicas y químicas del suelo y la producción del cultivo de frutillas. El ensayo incluyó cuatro aplicaciones de 200 g bocashi/planta durante el periodo productivo del cultivo, a las que se comparó con plantas control, un suelo hortícola arado y un suelo prístino. El muestreo de suelo se realizó poscosecha del cultivo (Enero 2018). Se evaluaron parámetros microbianos y químicos en suelo y de rendimiento en el cultivo. En general, los parámetros edáficos y el rendimiento no logaron diferenciar la aplicación de bocashi al cultivo de frutilla respecto del control. Actualmente, la experiencia se encuentra evaluando la aplicación de bocashi en su segundo año consecutivo del cultivo de frutilla.

**Palabras clave:** enmienda orgánica; suelo; funciones microbianas; parámetros químicos; rendimiento.

#### Abstract

The experience included the use of bocashi, bioinsumes used by agroecological producers as organic amendment. The objective was to evaluate the effect of the application of bocashi on the microbiological and chemical properties of the soil and the production of the strawberry crop. The trial included four applications of 200 g bocashi/plant (B) during the productive period of the crop, which was compared with control plants (C), a plowed horticultural soil (H) and a pristine soil (P). Soil sampling was carried out after the crop was harvested (January 2018). Soil microbial and chemical parameters and yield were evaluated. In general, the edaphic parameters and yield did not differentiate the application of bocashi to the strawberry crop with respect to the control. Currently, the application of bocashi is being evaluated for the second consecutive year of strawberry cultivation.

**Keywords:** bioinsumo; soil; microbial functions; chemical parameters; yield.

## Introducción

El presente trabajo bajo la modalidad de Investigación Acción Participativa fue desarrollado por un “Equipo Interinstitucional de apoyo para la Intensificación Ecológica en la Producción de Alimentos de Proximidad” (INTA, SsAF, FCA-UNC, IMBIV-UNC-CONICET, INTI) y el Sr. Horacio Campos, productor del cinturón verde de Córdoba. La producción de alimentos frescos de proximidad para abastecimiento a los centros urbanos es una problemática actual a nivel mundial. En particular, la restricción en el uso de agroquímicos en áreas periurbanas, la resistencia de plagas y enfermedades a productos de síntesis química, la contaminación ambiental y de los alimentos por la aplicación excesiva de agroquímicos, son las principales causas que estimulan a buscar formas alternativas de producción. En estos sistemas productivos se está dando un proceso de incorporación paulatina de prácticas de manejo de intensificación ecológica o agroecológica. La idea principal de la agroecología es desarrollar agroecosistemas con una mínima dependencia de agroquímicos e insumos de síntesis en los sistemas de producción (Altieri et al., 2011).

Los bioinsumos son una herramienta clave en la transición hacia sistemas productivos resilientes, diseñados para favorecer los procesos de regulación de plagas y enfermedades, y de servicios ecosistémicos. Además, tienen una gran importancia económica, social y ambiental, ya que reducen los costos de producción de los diferentes cultivos, aseguran una producción de buena calidad para la población y disminuyen la contaminación de los recursos naturales (Amézquita Alvarez, 2018). En general, un compost se define como la mezcla de materias orgánicas en transformación que generan un material diferente al originario (Karlarian et al., 2010). Dentro de estos, el bocashi se basa en un proceso de semi-descomposición aeróbica de residuos orgánicos a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición (Restrepo Rivera y Hensel, 2009). En este contexto, los procesos que ocurren en el suelo constituyen la base sobre la que se sustenta la agricultura agroecológica, dependiendo del suministro continuo de materia orgánica y la promoción de la actividad biológica, que están directamente relacionados a la disponibilidad de nutrientes y productividad de los cultivos (Faria y Franco, 2002).

El objetivo del ensayo fue evaluar el efecto de la aplicación de bocashi en el cultivo de frutillas, sobre las propiedades microbiológicas y químicas del suelo, y el rendimiento del cultivo bajo manejo agroecológico.

## Metodología

### Sitio de estudio y diseño experimental

El ensayo se llevó a cabo en un lote de frutillas ubicado en la localidad de Colonia Tirolesa, Córdoba, Argentina. Este campo produce de manera agroecológica desde el año 2015. Los plantines de frutilla (*Fragaria x ananassa*) fueron trasplantados a la parcela experimental (5 m de ancho y 50 m de largo) en Agosto de 2017. El diseño en bloques se conformó por hileras separadas a una distancia de 0,8 m entre sí, dónde se dispusieron los plantines de frutilla cada 0,35 m. Los tratamientos fueron tres hileras de plantas con aplicación de bocashi (B) y tres hileras de plantas control que no recibieron aplicación de bocashi (C), además, se incluyeron un suelo hortícola arado (H) y un suelo sin disturbios, es decir, prístino (P), como referencias.

### Elaboración y aplicación de bocashi

El bocashi fue elaborado utilizando en partes iguales estiércol de gallina (fuente nitrogenada), aserrín de madera (fuente carbonada) y tierra seca desterronada. A estos materiales se les añadió ceniza de madera, carbón vegetal y semitín de trigo, los cuales se ordenaron en capas y fueron humedecidos con agua, a la cual se le añadió previamente levadura y melaza, hasta llegar a la humedad óptima. El proceso de elaboración consistió en dos etapas, la primera por la que pasa el abono es la estabilización, donde debe asegurarse que la temperatura esté por encima de los 55 °C durante los primeros tres días del proceso, para luego disminuir por agotamiento de la fuente energética. En este momento, empieza la estabilización donde sobresalen los materiales que presentan una mayor dificultad para degradarse a corto plazo. A partir de aquí, la segunda etapa es la maduración, la cual consiste en la degradación de los materiales orgánicos que todavía permanecen, para luego llegar a su estado ideal de utilización (Restrepo Rivera y Hensel, 2009).

Las aplicaciones de bocashi se hicieron una vez por mes a partir de Septiembre de 2017, cuando la frutilla empieza a florecer hasta Diciembre, ya que por las características climáticas de la zona termina el periodo productivo. Se administró al cultivo de frutilla una dosis de 200 g bocashi/planta/mes, cavando un hoyo localizado cerca de la raíz a una profundidad de 20 cm, aplicándose un total de 800 g/planta.

#### Muestreo de suelo y determinaciones

El muestreo de suelo se realizó al finalizar el período productivo del cultivo, durante el mes de Enero de 2018. La metodología de muestreo se realizó de acuerdo con Vargas Gil et al. (2011), donde nueve muestras compuestas de suelo fueron tomadas por parcela desde el horizonte A, a una profundidad de 10 cm próximo a la raíz, a partir de estaciones de muestreo al azar.

Los parámetros microbiológicos a evaluar fueron, carbono de biomasa microbiana (CBM) de acuerdo con la metodología de Jenkinson y Powlson (1976), respiración microbiana (RM) siguiendo la metodología de Eddy Covariance Method (Burba, 2013), mediante cámara de flujo de CO<sub>2</sub> del suelo (LI-COR, LI-6400), hidrólisis del diacetato de fluoresceína (FDA) de acuerdo con Adam y Duncan (2001) y el recuento de hongos totales (HT) que se llevó a cabo con la metodología de Vargas Gil et al. (2009) mediante el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC).

Los parámetros químicos a evaluar fueron, carbono orgánico (CO) se determinó mediante oxidación húmeda siguiendo el procedimiento de Walkley y Black (Black & Allison 1965); N total (NT) se midió utilizando el método de micro-Kjeldahl (Bremner, 1996). El fósforo extraíble (Pe) se cuantificó según lo descrito por Bray y Kurtz (1945). La alcalinidad del suelo (pH) y la conductividad eléctrica (Ce) se estimaron potenciométricamente en una suspensión de suelo/agua 1:2,5. Para la determinación de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) se agitaron 3 g de suelo durante 30 minutos con 12 ml de CaCl<sub>2</sub> 0,01 M y cada extracto se filtró. Las mediciones se realizaron en un fotómetro Nanocolor 300D, utilizando los kits comerciales Nanocolor Ammonium 3 y Nitrate 50 de acuerdo con el protocolo del fabricante (Macherey-Nagel, Alemania).

Para evaluar la producción del cultivo se tomaron de cada tratamiento (B y C) 150 frutillas, a las cuales se les midió el largo y ancho, y se registró su peso en el periodo de máxima productividad. A su vez, se registró el rendimiento obtenido en el mes de mayor producción del cultivo de frutilla y luego de la segunda fecha de aplicación de Bocashi entre el período 03/10/2017 al 06/11/2017.

#### Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo empleando el programa InfoStat (Di Rienzo et al., 2015) mediante análisis de la varianza (ANAVA) a un factor (tratamiento), con un nivel de significancia del 95% ( $p \leq 0,05$ ). Las diferencias entre tratamientos fueron determinadas mediante el uso de la prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados y discusión

El CBM es la fuente de carbono lábil más importante de la materia orgánica y FDA es un indicador de la actividad biológica total del suelo, ambos, expresan el crecimiento de la población microbiana total. En los resultados, el suelo P, referente de la estabilidad del sistema edáfico, registró los valores más altos para CBM y FDA, seguido del tratamiento B, sin mostrar diferencias entre ellos. Por el contrario, el manejo agrícola realizado en H implicó el menor contenido de ambos parámetros microbiológicos indicando un deterioro del suelo (Tabla 1). Por su parte, RM y el recuento de HT, registraron los mayores valores para B, diferenciándolo del resto de los tratamientos y, particularmente de H que mostró los menores valores (Tabla 1). La importancia de los hongos se debe a que poseen mayor eficiencia en relación a las bacterias, para transformar los sustratos carbonados en carbono microbiano.

**Tabla 1:** Parámetros microbiológicos de suelo para los tratamientos con cultivo de frutilla bajo manejo agroecológico y sitios de referencia.

CBM (Carbono de Biomasa Microbiana), RM (Respiración Microbiana), FDA (hidrólisis del diacetato de fluoresceína y HT (recuento de hongos totales). Plantas de frutilla bajo suelo con aplicación de bocashi (B), plantas control (C), suelo hortícola arado (H) y suelo pristino (P). Letras distintas por parámetro (columna) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p < 0,05$ .  $\pm$ : desvío estándar.

Tratamiento	CBM		RM		FDA		HT	
	ug CBM/g suelo		umol CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /s <sup>1</sup>		ug fluoresceína/g suelo/h		UFC/g suelo	
B	86,11 ±34,4	ab	7,80 ±3,4	a	122,69 ±15,1	a	1,77E+05 ±0,6	a
C	73,48 ±19,9	b	5,86 ±2,8	ab	130,76 ±3,2	a	1,46E+05 ±0,4	b
P	103,33 ±27,8	a	4,03 ±1,4	b	137,87 ±14,7	a	1,01E+05 ±0,2	c
H	29,20 ±5,0	c	2,75 ±2,1	b	98,30 ±8,9	b	5,58E+04 ±0,3	d

Respecto a los parámetros químicos evaluados, los valores de CO y NT fueron más altos para el suelo P, mientras que, la disponibilidad tanto de N en sus formas amonio y nitratos como de Pe, junto al pH y Ce, fueron superiores para el tratamiento B principalmente respecto de C y H (Tabla 2). Los resultados observados en B pueden deberse principalmente a los altos contenidos de N-nitratos y Pe provenientes de la cama de pollo fresca, al igual que la tendencia a pH levemente alcalino y elevada Ce, según lo reportado por Paterlini et al. (2017).

**Tabla 2:** Parámetros químicos de suelo para los tratamientos con cultivo de frutilla bajo manejo agroecológico y sitios de referencia.

CO (Carbono Orgánico), NT (Nitrógeno Total), C/N (Relación Carbono/Nitrógeno), N-amonio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y N-nitratos (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), Pe (Fósforo extractable), pH y Ce (Conductividad eléctrica). Aplicación de bocashi (B), plantas control (C), suelo hortícola arado (H) y suelo pristino (P). Letras distintas por parámetro (columna) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p < 0,05$ . \* Diferencias no significativas ( $p > 0,05$ ).

Tratamiento	CO		NT		C/N	N-amonio		N-nitratos*		Pe	pH 1:2.5	Ce mmho/cm			
	%					ppm									
<b>B</b>	2,20 ±0,3	ab	0,18 ±0,04	bc	12 ±0,5	a	2,67 ±1,1	a	74,67 ±10,5	174,67 ±21,0	a	7,30 ±0,1	a	2,52 ±0,2	a
<b>C</b>	2,30 ±0,2	a	0,19 ±0,15	b	12 ±0,0	a	1,33 ±0,6	b	43,67 ±2,1	109,67 ±11,0	b	7,23 ±0,06	b	1,84 ±0,2	b
<b>P</b>	2,67 ±0,4	a	0,30 ±0,03	a	9 ±1,1	b	2,00 ±0,0	ab	50,33 ±24,9	118,33 ±7,5	b	7,20 ±0,0	b	2,20 ±0,2	a
<b>H</b>	1,73 ±0,1	b	0,15 ±0,01	c	12 ±0,0	a	2,00 ±0,0	b	33,67 ±1,5	72,00 ±2,6	c	6,73 ±0,06	c	1,07 ±0,02	c

En el periodo de máxima productividad del cultivo, los resultados mostraron que por su largo y ancho las frutillas con aplicación de bocashi eran más pequeñas pero más pesadas. A su vez, el rendimiento (peso total) de frutillas cosechadas fue mayor en B, con grandes diferencias al inicio del periodo de máxima productividad y con una tendencia a igualarse hacia el final de los registros (Tabla 3). Estos resultados podrían estar relacionados con un mayor peso específico y calidad del fruto.

**Tabla 3:** Parámetros de producción para el cultivo de frutilla bajo manejo agroecológico.

Frutillas bajo suelo con aplicación de bocashi (B) y plantas control (C). Letras distintas por parámetro (columna) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p < 0,05$ . \* Diferencias no significativas ( $p > 0,05$ ).

Tratamiento	Largo		Ancho*		Peso*		Rendimiento <sup>R</sup>	
	mm/frutilla				g/frutilla		kg/mes	
<b>B</b>	30,54	b	25,13		9,94		7,88	
<b>C</b>	32,12	a	26,14		9,78		6,33	

<sup>R</sup> Rendimiento obtenido en el mes de mayor producción del cultivo de frutilla.

## Conclusiones

En general el suelo prístino mostró más actividad microbiana y mejores condiciones químicas del suelo, que los tratamientos bajo producción agroecológica de frutilla.

Esta primera aplicación de bocashi al cultivo de frutilla mostró leves incrementos de CBM, RM y HT en el suelo respecto al control. A su vez, B registró los niveles más altos de N (amonio y nitratos) y P disponibles para el cultivo.

El rendimiento promedio de las frutillas fue superior cuando se incorporó bocashi al suelo.

**Financiamiento:** INTA PNSUELO1134043; CONICET PIP N° 11220150100061CO. Proyecto de Vinculación Tecnológica "Universidades Agregando Valor" 2016, VT12-UNCOR4242 - Bioinsumos para horticultura.

## Referencias bibliográficas

- Adam, G., Duncan, H. 2001. Development of a sensitive and rapid method for measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. *Soil Biol. Biochem.* 33: 943-951.
- Altieri, M.A., Toledo, V.M. 2011. La revolución agroecológica en América Latina. Red de Bibliotecas Virtuales de CLACSO. <http://biblioteca.clacso.edu.ar>, Vol. 163.

- Amézquita Alvarez, M.A. 2018. Niveles de "Bocashi" y "Microorganismos Eficaces" en el rendimiento de fresas (*Fragaria x ananassa* Duch) cv. Selva en condiciones de zonas áridas-Irrigación Majes. Arequipa, Perú.
- Black, C., Allison, L. 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No.9, Wisconsin, American Society of Agronomy: 1367-1378.
- Bray, R.H., Kurtz, L.T. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. 1945. *Soil Sci.* 59: 39-46.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen Total. Madison, Soil Science Society of America Press.
- Burba, G. 2013. Eddy Covariance Method for Scientific, Industrial, Agricultural and Regulatory Applications. LI-COR Biosciences, Lincoln, Nebraska.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. InfoStat versión 2015. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Faria, S.M., Franco, A.A. 2002. Identificação de bactérias eficientes na fixação biológica de nitrogênio para espécies leguminosas arbóreas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 16p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 158).
- Jenkinson, D.S., Powlson, D.S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-V: a method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8(3): 209-213.
- Karlanian, M., Barbaro, L., Morisigue, D. 2010. Evaluación de compost comercial: Determinación de parámetros físicos y químicos. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, Santa Fé. 285 p.
- Paterlini, H., González, M.V., Picone, L.I. 2017. Calidad de la cama de pollo fresca y compostada. *Ciencia del Suelo.* 35(1): 69-78.
- Restrepo Rivera, J., Hensel, J. 2009. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. Editorial Impresoras Feriva S.A. Cali, Colombia. 318 pp.
- Vargas Gil, S., Meriles, J., Conforto, C., Basanta, M., Radl, V., Hagn, A., Schlöter, M., March, G.J. 2011. Response of soil microbial communities to different management practices in surface soils of a soybean agroecosystem in Argentina. *Eur. J. Soil Biol.* 47: 55-60.
- Vargas Gil, S., Pastor, S., March, G.J. 2009. Quantitative isolation of biocontrol agents *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. and *Actinomyces* from soil with culture media. *Microbiol. Res.* 164: 196-205.