

Efecto de la aplicación de bocashi sobre la diversidad microbiana del suelo en el cultivo agroecológico de frutilla

Serri, Dannae^{1*}; Sibilia, Sofía²; Pérez Brandán, Carolina³; Silbert, Violeta⁴; Muñoz, Nacira⁵; Bianco, María Verónica⁶; Narmona, Luis⁶; Ruggia, Ornella⁷; Verdenelli, Romina⁸; Meriles, José⁸; Vargas Gil, Silvina^{1,9}

¹ Instituto de Patología Vegetal - Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) - INTA,

² Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNC,

³ EEA INTA Salta,

⁴ INTI Córdoba,

⁵ Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales - CIAP - INTA,

⁶ CIAP - INTA,

⁷ INTA AER Córdoba,

⁸ IMBIV, CONICET - UNC,

⁹ CONICET.

*serri.dannae@inta.gob.ar.

Resumen

El presente trabajo bajo la modalidad de Investigación Acción Participativa fue desarrollado por el “Equipo interinstitucional de apoyo para la intensificación ecológica en la producción de alimentos de proximidad” y el Sr. Horacio Campos, productor del cinturón verde de Córdoba. 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 del suelo en el cultivo agroecológico de frutilla. El ensayo incluyó cuatro aplicaciones de 200g bocashi/planta (B) durante el período productivo del cultivo, a las que se comparó con plantas control (C) y suelo prístino (P). Los muestreos de suelo se realizaron en poscosecha (Enero, 2018) y pretrasplante (Septiembre, 2018). Los parámetros evaluados fueron: carbono de biomasa (CBM), respiración microbiana (RM), actividad enzimática (FDA) y recuento de hongos totales (HT). Las variables evaluadas, en respuesta a la aplicación de bocashi, no registraron diferencias significativas respecto del control. El período de poscosecha registró un crecimiento de la comunidad microbiana y aumento de su actividad respecto del momento de pretrasplante. En cuanto a la producción del cultivo de frutilla, el rendimiento obtenido al inicio del período de máxima productividad fue mayor en B (7,88 vs 6,33kg/mes de C), con una tendencia a igualarse hacia el final de los registros. Actualmente, se está llevando a cabo el segundo año del ensayo, en la misma especie y con el mismo bioinsumo.

Palabras clave: enmienda orgánica; funciones microbianas, agroecología.

Introducción

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 agroecología busca 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 (Karlanián et al., 2010). Dentro de estos, el bocashi se basa en procesos de descomposición aeróbica de residuos orgánicos a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos y agregados, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición. En este contexto, los procesos microbiológicos que ocurren en el suelo constituyen la base sobre la que se sustenta la agricultura agroecológica (Faria & Franco, 2002). Esto

se debe a que las comunidades microbianas del suelo desempeñan un papel fundamental en la descomposición de la materia orgánica y estimulación de los ciclos biogeoquímicos, y considerando sus interacciones con los cultivos, el estudio de la microbiología proporciona un medio preciso para analizar diferentes sistemas de manejo agrícola (Burton et al., 2010).

Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo en un lote ubicado en Colonia Tirolesa, Córdoba. El diseño experimental (parcela: 5m de ancho y 50m de largo) consistió en hileras separadas a una distancia de 0,8m, donde se dispusieron los plantines de frutilla (*Fragaria x ananassa*) cada 0,35m, trasplantados en Agosto de 2017. Los tratamientos fueron tres hileras de plantas con aplicación de bocashi (B) y tres hileras de plantas control (C), además, se incluyó suelo prístino del lugar (P) como referencia.

El bocashi fue elaborado a base de fuente nitrogenada (guano de gallina), carbonada (paja triturada) y mineral (ceniza de madera), tierra, carbón vegetal, melaza, levadura y agua. El procedimiento consistió en la superposición ordenada de capas de dichos materiales.

Luego, comenzó la descomposición aeróbica de los componentes de la enmienda asegurando que la temperatura esté por encima de los 55°C durante los primeros tres días del proceso. Posteriormente, el abono pasó a etapa de estabilización, para llegar a su estado ideal de utilización (Restrepo Rivera, 1996).

Las aplicaciones de bocashi se hicieron una vez por mes desde septiembre de 2017, administrándose al cultivo de frutilla una dosis de 200g/planta, cavando un hoyo localizado cerca de la raíz a una profundidad de 20cm, aplicándose un total de 800g/planta.

Los muestreos de suelo se realizaron al finalizar el ciclo productivo “poscosecha” (Enero 2018) y antes del segundo período de cultivo “pretrasplante” (Septiembre 2018). A partir de estaciones de muestreo al azar, nueve muestras compuestas de suelo fueron tomadas por parcela desde el horizonte A, a una profundidad de 10cm próximo a la raíz, donde se lleva a cabo la mayor actividad biológica del suelo (Vargas Gil et al., 2011).

Los parámetros microbiológicos a evaluar fueron, carbono de biomasa microbiana (CBM) por Jenkinson & Powlson (1976), respiración microbiana

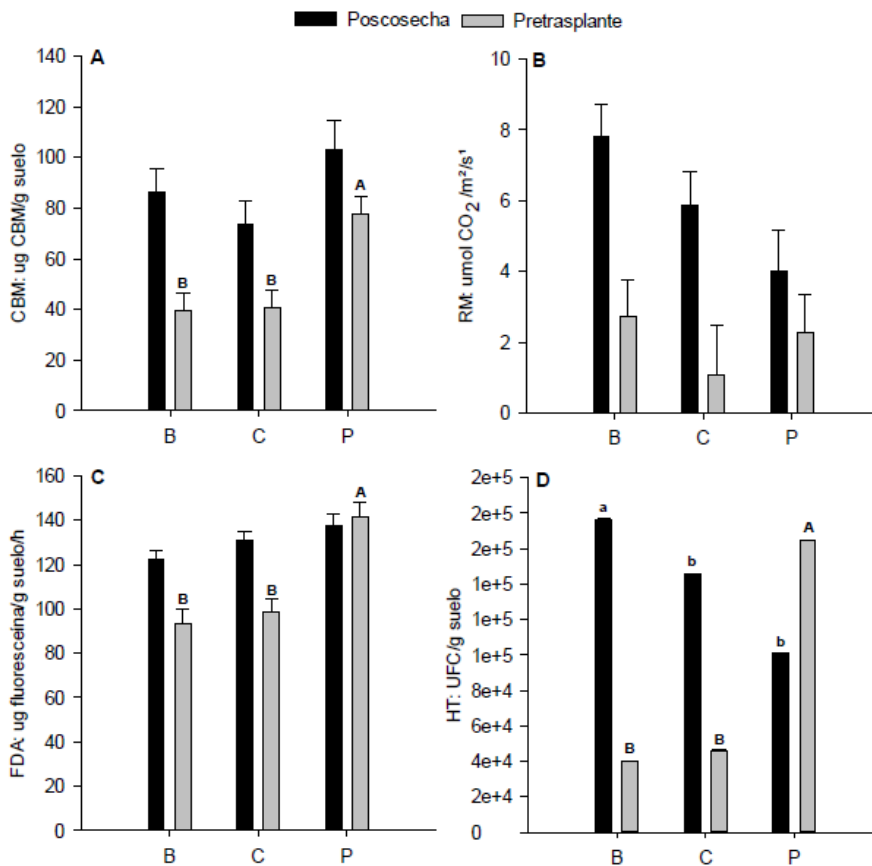


Figura 1: A) Carbono de biomasa microbiana (CBM), B) respiración microbiana (RM), C) hidrólisis del diacetato de fluoresceína (FDA) y D) recuento de hongos totales (HT), en respuesta a los tratamientos con bocashi (C/B), sin bocashi (S/B) y prístino (P), en poscosecha y pretrasplante del cultivo de frutilla bajo manejo agroecológico.

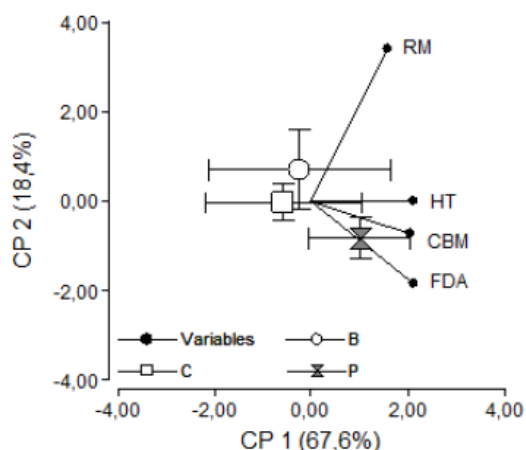


Figura 2: Análisis de componentes principales (ACP) para los parámetros microbianos: carbono de la biomasa microbiana (CBM), respiración microbiana (RM), hidrólisis del diacetato de fluoresceína (FDA) y recuento de hongos totales (HT), en respuesta a los tratamientos con bocashi (C/B), sin bocashi (S/B) y prístino (P), promedio de poscosecha y pretrasplante del cultivo de frutilla bajo manejo agroecológico.

(RM) mediante cámara de flujo de CO_2 del suelo (LI-COR, LI-6400) y metodología de Eddy Covariance Method (Burba, 2013), hidrólisis del diacetato de fluoresceína (FDA) según Adam & Duncan (2001) y hongos totales (HT) con la metodología de Vargas Gil et al. (2009) mediante el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC).

Los análisis se llevaron a cabo empleando el programa InfoStat, mediante análisis de la varianza (ANOVA) para la diferenciación entre medias de tratamientos ($p \leq 0,05$) y prueba DGC (Di Rienzo et al., 2002; 2015). Se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) para detectar las variables microbiológicas que tuvieron mayor inercia en la separación de los tratamientos.

Resultados y Discusión

En general, los parámetros microbianos evaluados registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Se observó que el suelo de referencia (P) registró los valores más altos para la mayoría de las variables estudiadas (Figura 1).

El CBM refleja el tamaño y/o el crecimiento de la población microbiana total del suelo y es la fuente de carbono lábil más importante de la materia orgánica. Los resultados para CBM en poscosecha no arrojaron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 1A). Mientras que los resultados observados en el muestreo de pretrasplante reflejaron que el suelo P fue 97,5% y 90,6% superior respecto de B y C, siendo las diferencias estadísticamente significativas (Figura 1A). Por su parte, RM indica actividad biológica global del suelo a través de la medición de liberación del dióxido de carbono

(CO_2). El CO_2 del suelo se produce principalmente por la respiración de la raíz, la descomposición de materia orgánica y la actividad de los microorganismos. Por lo tanto el flujo de CO_2 del suelo depende de la temperatura edáfica, el contenido orgánico, el contenido de humedad y la precipitación, y tiene una gran variabilidad espacial. RM no mostró diferencias significativas entre los tratamientos del ensayo para ambos momentos de muestreo. Sin embargo, se observó en poscosecha mayores valores de RM para B, seguido de C y P. Esta tendencia no se registró al momento de pretrasplante, donde C registró el menor valor (Figura 1B).

La cuantificación de FDA es un indicador de la actividad biológica total del suelo y proporcional al crecimiento microbiano. FDA registró para ambos muestreos, poscosecha y pretrasplante, un incremento de dicha actividad para el suelo P respecto de los demás tratamientos, siendo las diferencias estadísticamente significativas solo en pretrasplante (Figura 1C). Para dicho momento, el suelo P fue 51,5% y 44% superior a B y C, respectivamente. En cuanto a la importancia de los hongos, esta se debe a que poseen mayor eficiencia en relación a las bacterias, para transformar los sustratos carbonados en carbono microbiano. Los datos observados para el recuento de HT muestran que en poscosecha, el suelo P arrojó los menores valores siendo un 74,5% inferior respecto de B y, un 44% respecto de C. Mientras que, entre B y C no se registraron diferencias significativas (Figura 1D). En cambio, los resultados obtenidos en pretrasplante registraron para el suelo P los mayores valores, siendo la diferencia estadísticamente significativa respecto de los demás tratamientos. Así, P fue 311% mayor que B y 255% mayor que C (Figura 1D).

Los parámetros microbiológicos se analizaron a partir de un análisis de componentes principales (ACP), explicando las primeras dos componentes principales (CP) el 86% de la variabilidad de los datos. Respecto a la CP₁, se observó la mayor influencia de los parámetros microbiológicos (CBM, FDA y HT) hacia la diferenciación del tratamiento P respecto de los tratamientos B y C, sin haber diferencia entre estos últimos (Figura 2). A partir de la CP₂, se observó hacia abajo la diferenciación de P principalmente por las variables FDA y CBM, mientras que hacia arriba, se diferenció a B influenciado por la RM (Figura 2).

La comparación entre los momentos de muestreos evaluados registró diferencias estadísticamente significativas. Se observó que el muestreo de poscosecha, registró los mayores valores para todas las variables microbianas evaluadas, independientemente del tratamiento (Tabla 1).

Conclusiones

En general el suelo prístino mostró más actividad microbiana que los tratamientos bajo producción agroecológica de frutilla.

Tabla 1: Parámetros microbiológicos en respuesta al momento de muestreo: postcosecha y pretrasplante del cultivo de frutilla bajo manejo agroecológico.

Muestreo	CBM µg CBM/g suelo	RM Eflux umol CO ₂ /m ² /s ¹	FDA µg fluoresceína/g suelo/h	HT UFC/g suelo
Postcosecha	88,31 a	6,01 a	132,08 a	146250 a
Pretrasplante	52,72 b	1,79 b	111,19 b	83611 b
p-valor	*	*	*	*

Referencia: Letras distintas indican diferencias significativas para *: p ≤ 0,05.

La aplicación de bocashi al cultivo de frutilla no registró diferencias significativas respecto del control. Sin embargo esta primera aplicación logró leves incrementos de CBM y RM en el suelo.

En cuanto al momento de muestreo, al finalizar el período productivo (poscosecha) los niveles de actividad microbiana fueron más elevados que los de pretrasplante.

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

La experiencia IAP, a los fines del ensayo, permitió la construcción de un sistema de comunicación (vía telefónica, visitas al campo y protocolos de trabajo) que le permitió al productor interactuar con investigadores y extensionistas de manera fluida, y participar en la toma de decisiones del proceso de investigación.

Los impactos de la IAP estuvieron relacionados con la importancia de generar conocimientos de manera colectiva, como promover espacios de encuentro para que los productores puedan transmitir los resultados de su experiencia, logrando motivar a otros a probar bocashi para evaluar su efecto sobre el suelo y sanidad de los cultivos.

Institución financiadora: INTA PNSUELO1134043; CONICET PIP N° 11220150100061CO. Proyecto de Vinculación Tecnológica “Universidades Agregando Valor”. 2016. VT12-UNCOR4242 - Bioinsumos para horticultura.

Bibliografía

Adam, G & H Duncan. 2001. Development of a sensitive and rapid method for measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 33: 943-951.

Altieri, MA & VM Toledo. 2011. La revolución agroecológica en América Latina.

Amézquita Alvarez, MA. 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.

Burba, G. 2013. Eddy Covariance Method for Scientific, Industrial, Agricultural and Regulatory Applications. LI-COR Biosciences, Lincoln, Nebraska.

Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M & CW Robledo. InfoStat versión 2015. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Di Rienzo, JA; Guzmán AW & F Casanoves. 2002. A Multiple Comparisons Method based on the Distribution of the Root Node Distance of a Binary Tree. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 7(2): 1-14.

Faria, SM & AA Franco. 2002. Identificação de bactérias eficientes na fixação biológica de nitrogênio para espécies leguminosas arbóreas. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 158), 16pp.*

Jenkinson, DS & DS Powlson. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-V: a method for measuring soil biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 8(3), 209-213.

Karlanian, M; Barbaro, L & D Morisigue. 2010. Evaluación de compost comercial: Determinación de parámetros físicos y químicos. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 22

Restrepo Rivera, J. 1996. Abonos orgánicos fermentados: experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. Editorial San José, CEDECO, CR. 51 pp.

Vargas Gil, S; Meriles, J; Conforto, C; Basanta, M; Radl, V; Hagn, A; Schloter, M & GJ March. 2011. Response of soil microbial communities to different management practices in surface soils of a soybean agroecosystem in Argentina. *European Journal of Soil Biology*, 47: 55-60.

Vargas Gil, S; Pastor, S & GJ March. 2009. Quantitative isolation of biocontrol agents *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. and *Actinomycetes* from soil with culture media. *Microbiological Research*, 164: 196-205.