



## Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas

### Use of bocashi and effective microorganisms as an ecological alternative in strawberry crops in arid zones

Guido Juan Sarmiento Sarmiento<sup>✉</sup>; Marco Antonio Amézquita Álvarez; Laydy Mitsu Mena Chacón\*

Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Urb. Aurora s/n, Cercado. Arequipa, Perú.

Received August 5, 2018. Accepted February 15, 2019.

#### Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de bocashi y microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) cv. Selva en la irrigación Majes, Arequipa – Perú. Los tratamientos evaluados fueron 3 niveles de bocashi: 4, 6 y 8 t·ha<sup>-1</sup> y 2 niveles de EM: 1 y 2 l·t de bocashi<sup>-1</sup> que en combinación generaron 6 tratamientos con 3 repeticiones por cada uno; se empleó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x2. La aplicación de tratamientos se realizó antes del trasplante de plantas (50% de dosis total) y a 45 días del trasplante (50% de dosis total) en forma localizada. Los resultados refieren que el mayor rendimiento total de frutos de fresa cv. Selva fue 6,942 t·ha<sup>-1</sup>, producto de la interacción entre 8 t de bocashi·ha<sup>-1</sup> y 1 l de EM·t de bocashi<sup>-1</sup>; logrando la mejor clasificación de frutos según su calibre: 30% de categoría A (2,083 t·ha<sup>-1</sup>), 35% categoría B (2,430 t·ha<sup>-1</sup>), 25% categoría C (1,736 t·ha<sup>-1</sup>), 6% categoría D (0,417 t·ha<sup>-1</sup>) y 4% de categoría E (0,276 t·ha<sup>-1</sup>).

**Palabras clave:** abonamiento orgánico; *Fragaria x ananassa*; rendimiento; agricultura ecológica; microorganismos eficaces.

#### Abstract

The objective of the research was to determine the effect of bocashi and effective microorganisms (EM) on strawberry crop yield (*Fragaria x ananassa Duch*) cv. Selva in the irrigation Majes, Arequipa - Peru. The treatments evaluated were 3 levels of bocashi: 4, 6 and 8 t·ha<sup>-1</sup> and 2 levels of EM: 1 and 2 l·t of bocashi<sup>-1</sup> that in combination generated 6 treatments with 3 repetitions for each one; the design of randomized complete blocks with 3x2 factorial arrangement was used. The application of treatments was performed before plant transplantation (50% of total dose) and 45 days after transplantation (50% of total dose) in localized form. The results refer that the highest total yield of strawberry fruits cv. Selva was 6,942 t·ha<sup>-1</sup> product of the interaction between 8 t of bocashi·ha<sup>-1</sup> and 1 l of EM·t of bocashi<sup>-1</sup>; achieving the best fruit classification according to their caliber: 30% of category A (2,083 t·ha<sup>-1</sup>), 35% category B (2,430 t·ha<sup>-1</sup>), 25% category C (1,736 t·ha<sup>-1</sup>), 6% category D (0,417 t·ha<sup>-1</sup>) and 4% category E (0,276 t·ha<sup>-1</sup>).

**Keywords:** organic fertilizer; *Fragaria x ananassa*; yield; ecological agriculture; effective microorganisms.

#### 1. Introducción

Actualmente existen importantes avances científicos y tecnológicos sobre la mejora de sistemas agrarios en todo el mundo; sin embargo, la sostenibilidad e inocuidad de

los alimentos son motivo de preocupación para productores y consumidores, quienes exigen de modo creciente acceso a productos que contribuyan a una alimentación sana y nutritiva (FAO, 2000; Murillo-Amador

#### How to cite this article:

Sarmiento, G.J.; Amézquita, M.A.; Mena, L.M. 2019. Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. Scientia Agropecuaria 10(1): 55-61.

\* Corresponding author  
E-mail: [mena.laydy@gmail.com](mailto:mena.laydy@gmail.com) (L. Mena).

*et al.*, 2015; Hu *et al.*, 2018). Esta tendencia sobre el consumo de alimentos sanos y la preocupación por temas ambientales hacen necesaria la búsqueda de sistemas de producción limpias y sostenibles, como es el caso de fuentes de producción orgánica (Medina *et al.*, 2010; Viteri *et al.*, 2012; Murillo-Amador *et al.*, 2015; Castro, 2018; Hu *et al.*, 2018; Van *et al.*, 2018).

Los abonos orgánicos tienen gran importancia económica, social y ambiental al reducir los costos de producción de los diferentes cultivos, asegurando una producción de buena calidad para la población y mitigando la contaminación de los recursos naturales en general (Murillo-Amador *et al.*, 2015; Ramos y Terry, 2014; Hu *et al.*, 2018; Van *et al.*, 2018; Zakarya *et al.*, 2018). El bocashi es un abono orgánico que ha sido utilizado por los agricultores japoneses desde hace muchos años como un mejorador del suelo que aumenta la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y lo suple de nutrientes para el desarrollo de los cultivos (Álvarez y Rimski-Korsakov, 2016; Ramos y Terry, 2014). Asimismo, la tecnología de los microorganismos eficaces (EM), desarrollada en Japón, es una combinación de varios microorganismos benéficos usados en la producción de alimentos de alta calidad y libres de agroquímicos; su aplicación directa sobre la materia orgánica que se le agrega a los cultivos o a la composta reduce el tiempo requerido para la preparación del fertilizante biológico (Hu *et al.*, 2018; Higa y Parr, 2013); los EM restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible (Medina *et al.*, 2010; Bzdyk *et al.*, 2018; Ney *et al.*, 2018; Van *et al.*, 2018; Zakarya *et al.*, 2018).

En este contexto, uno de los principales factores de éxito de la producción limpia y sostenible de cultivos como la fresa se basa en el abonamiento orgánico; ello deriva en la búsqueda de alternativas ecológicas, en especial para zonas áridas donde los suelos tienen niveles deficientes de materia orgánica.

La presente investigación está basada en la utilización de bocashi y EM como alternativas promisorias para el abonamiento orgánico del cultivo de fresa y tiene por objetivo determinar el efecto de bocashi y EM en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) cv. Selva en

condiciones de la Irrigación Majes, Arequipa – Perú.

## 2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en la sección D-1, parcela 106 de la Irrigación Majes, provincia de Caylloma, Arequipa – Perú, en el periodo de febrero a junio del 2017. Los suelos de la irrigación de Majes geológicamente están constituidos por depósitos fluviales, eólicos y de origen volcánico reciente, ubicados sobre conglomerados y guijarros de origen aluvial pleistocénico; fisiográficamente es una llanura o planicie costera, presenta un ancho aproximado de 45 km atravesado por quebradas de profundidad, ancho y longitud variable. Previo a la instalación se realizó el análisis de caracterización del suelo en una muestra representativa obtenida a 20 cm de profundidad, con los siguientes resultados: textura arenosa; pH: 7,92; MO: 0,03%; P: 11,28 ppm; K: 1182 ppm; CaCO<sub>3</sub>: 5,72% y CE: 5,03 dS·m<sup>-1</sup>. Los resultados del análisis de suelos indican que el contenido de materia orgánica (como fuente de N), P y K son deficientes por lo que se justifica considerar aportes de abonos orgánicos al suelo (Avitia-García *et al.*, 2014).

Para la elaboración del bocashi se combinó 80 kg de estiércol de vacuno, 10 kg de carbón, 10 kg de afrecho, 30 kg de cascarilla de arroz, 100 kg de tierra de chacra, 1,5 kg de roca fosfórica, 100 g de levadura, 1,5 l de melaza y 10 kg de ceniza de madera. Los ingredientes se mezclaron de manera uniforme y se mantuvo con dos volteos diarios bajo sombra por 15 días. Los EM fueron activados en una mezcla de melaza (5%) y agua sin clorar (90%), la cual se dejó reposar en un envase herméticamente cerrado por 5 días.

Se empleó el diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial de 3x2 y 3 repeticiones en unidades experimentales de 6 m<sup>2</sup>; los tratamientos resultaron de integrar 3 niveles de bocashi: 4, 6 y 8 t·ha<sup>-1</sup>; y 2 niveles de EM (EM Compost®): 1 y 2 l·t de bocashi<sup>-1</sup>; evaluándose 6 tratamientos: B4M1 (bocashi 4 t·ha<sup>-1</sup>; EM 1 l·t<sup>-1</sup>); B4M2 (bocashi 4 t·ha<sup>-1</sup>; EM 2 l·t<sup>-1</sup>); B6M1 (bocashi 6 t·ha<sup>-1</sup>; EM 1 l·t<sup>-1</sup>); B6M2 (bocashi 6 t·ha<sup>-1</sup>; EM 2 l·t<sup>-1</sup>); B8M1 (bocashi 8 t·ha<sup>-1</sup>; EM 1 l·t<sup>-1</sup>) y B8M2 (bocashi 8 t·ha<sup>-1</sup>; EM 2 l·t<sup>-1</sup>). La incorporación del bocashi fue localizada y se realizó en dos partes: 50% antes del trasplante de los plantines de fresa cv. Selva y 50% a los 45 ddt; el EM activado se aplicó sobre el bocashi inmediatamente después de su incorporación al suelo.

Se utilizaron plantas de fresa cv. Selva de 12 cm de altura propagadas localmente, la

plantación se realizó el 18-02 del 2017 con una distancia de 0,60 m entre hileras de plantas y 0,30 m entre plantas, en sistema tipo tresbolillo; la densidad de plantación fue de 55 555 plantas·ha<sup>-1</sup>.

Para prevenir la presencia de “arañitas rojas” (*Tetranychus* sp.) se aplicó Abamec® (Abamectina) en dosis de 250 ml·200 l<sup>-1</sup>; para el control de “gallinita ciega” (*Phyllophaga* spp.) se aplicó Clorpirifos® (fosforotioato de dietilo) en dosis de 3 l·ha<sup>-1</sup> mediante sistema de riego. No se evidenció presencia importante de enfermedades en el cultivo.

Se empleó riego por goteo; al inicio con una frecuencia de 2 horas·ha<sup>-1</sup> en la primera semana para facilitar el prendimiento de plantas; luego cada 2 días con 2 horas de riego; durante la floración y producción el riego fue por 3 horas·ha·día<sup>-1</sup>.

La cosecha consistió en la recolección manual de frutos cada dos días. Las recolecciones se efectuaron hasta el 30-06 del 2017.

Las características evaluadas fueron: Prendimiento (%) a 15 días después del trasplante (ddt); altura de plantas (cm) a 15, 30, 45 y 60 ddt en 5 plantas por unidad experimental; número de frutos por planta, registrados en la recolección; peso de fruto fresco (gr), determinado de acuerdo al peso de los frutos cosechados dividido entre el número de frutos correspondiente; rendimiento total (t·ha<sup>-1</sup>), obtenido de la sumatoria de las cosechas efectuadas según calibres descritos por ICONTEC, citado por Luna (2008); sólidos solubles totales - SST (°Brix), determinado con refractómetro digital (Hanna, HI96801, USA); materia seca del fruto (%), considerando el peso fresco y seco (obtenido en estufa a 70°C por 48 horas) de cinco frutos por unidad experimental, mediante la siguiente fórmula:

$$\%M.S. = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$$

En las evaluaciones del suelo se determinó la conductividad eléctrica (CE: dS·m<sup>-1</sup>) mediante conductímetro (Hanna, HI993310, USA) en extracto de suelo saturado; pH usando potenciómetro (Hanna, HI9126, UE) en relación suelo/agua 1:1 y materia orgánica (MO: %) por el método Walkley - Black.

#### Estadística

Se realizó el análisis de varianza; cuando se detectaron diferencias significativas se aplicó la prueba de significancia de Tukey ( $\alpha = 0,05\%$ ) para identificar subconjuntos homogéneos de tratamientos, mediante el programa estadístico SPSS versión 21.

También se realizó pruebas de correlación lineal entre parámetros evaluados del cultivo.

### 3. Resultados y discusión

#### Prendimiento

Los resultados del análisis de varianza indican diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento de plantas de fresa cv. Selva a los 15 ddt, destacando el tratamiento B8M1 con 98,2% de prendimiento (Figura 1).

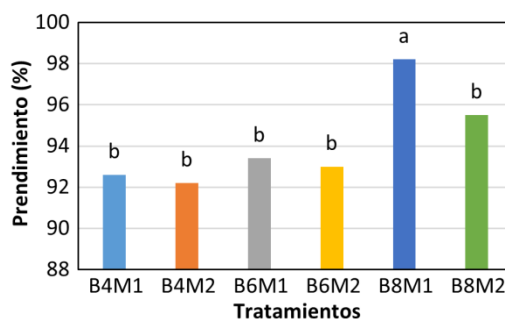


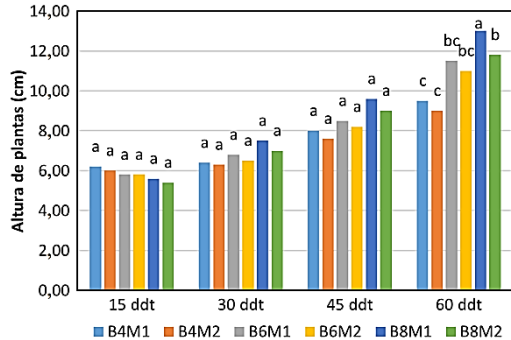
Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de prendimiento de plantas de fresa cv. Selva a los 15 ddt. En letras iguales no existe diferencia estadística significativa (Tukey  $\alpha = 0,05\%$ ).

Los resultados se atribuyen a la incorporación de abonos orgánicos que mejoran el establecimiento de plantas debido a su incidencia en las propiedades físicas del suelo, especialmente porosidad y retención de humedad (Restrepo, 2007) y al aporte de microorganismos eficaces contenidos en el bocashi, cuya incorporación al suelo aumenta el contenido y la disponibilidad de N para el cultivo (Ney et al., 2018; Van et al., 2018; Hu et al., 2018); características que en conjunto favorecen el establecimiento de plantas de fresa en campo (Undurraga y Vargas, 2013) al propiciar el desarrollo, distribución y actividad del sistema radical del cultivo.

#### Altura de planta

El análisis de varianza de la variable altura de planta evidenció diferencias estadísticas significativas a los 60 ddt, que refieren al tratamiento B8M1 como el de mejor respuesta, conforme se aprecia en la Figura 2. Respecto a los resultados obtenidos Ramos y Terry (2014) comentan que los abonos orgánicos favorecen la formación de una estructura estable de agregados en el suelo por medio de la estrecha asociación de las arcillas con la materia orgánica; esta asociación incrementa la capacidad de retención de agua ya que puede absorber de tres a cinco veces más de su propio peso (Agüero et al., 2016); de igual forma Yusof et al. (2018) y Hu et al. (2018) indican

que la adición de EM proporciona una mejora significativa en la estructura del suelo; siendo especialmente importante en el caso de los suelos arenosos a fin de mejorar el crecimiento y desarrollo de los cultivos.



**Figura 2.** Efecto de los tratamientos en altura de plantas de fresa cv. Selva a los 15, 30, 45 y 60 ddt. En letras iguales no existe diferencia estadística significativa (Tukey  $\alpha = 0,05\%$ ).

### Análisis de frutos y rendimiento total

Los resultados del análisis de varianza establecen diferencias estadísticas significativas para el número de frutos por planta y peso de fruto; en cambio para la materia seca y SST no se observaron diferencias significativas por efecto de tratamientos (Tabla 1).

El tratamiento B8M1 obtuvo resultados significativamente mayores en las variables número de frutos, peso de frutos, y rendimiento total; estos resultados se atribuyen a la adición de microorganismos eficaces que facilita la descomposición del bocashi y genera mayor mineralización logrando liberar nutrientes requeridos por el cultivo (Viteri *et al.*, 2012; Murillo-Amador *et al.*, 2015; Combatt *et al.*, 2017; Hu *et al.*, 2018); aunque los rendimientos obtenidos fueron inferiores al promedio nacional: 20,07 t·ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2016).

El efecto benéfico de los abonos orgánicos sobre la fertilidad de los suelos especialmente sobre aquellos altamente meteorizados es de importancia dramática con relación a sus contenidos, pues está demostrado que incrementos mínimos benefician simultáneamente las propiedades

físicas, químicas y biológicas del suelo (Labrador, 2001; Viteri *et al.*, 2012; Yusof *et al.*, 2018; Zakarya *et al.*, 2018) favoreciendo el rendimiento de cultivos como la fresa.

Los resultados para los SST son similares a los reportados por Mena *et al.* (2017) y Auriga *et al.* (2018), quienes no encontraron diferencias estadísticas significativas al evaluar la aplicación de abonos orgánicos y EM sobre la concentración de sólidos solubles totales en frutos de fresa y uva respectivamente. La tendencia de los datos indica que a medida que se elevan los niveles de bocashi y EM también se incrementa la concentración de SST.

La generación de fotoasimilados, su distribución y concentración en el fruto de fresa requiere un balance nutricional apropiado en las plantas, el cual está dado por la disponibilidad de nutrientes (Avitia-García *et al.*, 2014; Barrientos *et al.*, 2015), en este caso vía la mineralización de bocashi favorecido por la adición de microorganismos eficaces, mejorando la disponibilidad de nutrientes fácilmente absorbidos por la planta, en especial N (Zakarya *et al.*, 2018; Van *et al.*, 2018). Según Ramos y Terry (2014) las propiedades físicas favorecidas por la incorporación de abonos orgánicos son la estructura, la capacidad de retención de agua y la densidad; otras propiedades como la porosidad, la aireación, la hidráulica y la infiltración están ligadas a las modificaciones de la estructura; sin embargo, este efecto depende circunstancialmente de la calidad y cantidad incorporada, de los factores climáticos y de las características del suelo; son también características del suelo y la planta quienes indirectamente determinan la generación de materia seca en los frutos de fresa.

Se efectuó la prueba de relación de interdependencia entre el rendimiento de frutos de fresa y la materia seca de frutos, el coeficiente de correlación llegó a  $r = 0,990$  es decir relación muy estrecha entre ambos, con un coeficiente de determinación de  $r^2 = 0,981$ ; que implica que la materia seca influyó en un 98,1% en el rendimiento de frutos frescos.

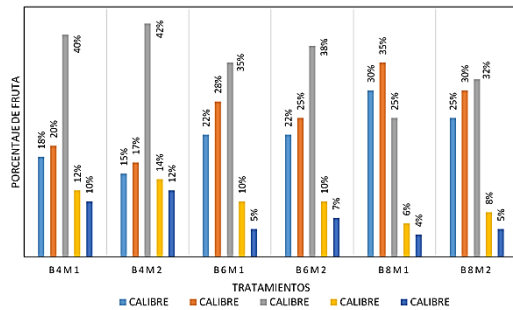
**Tabla 1**

Número promedio de frutos, peso, SST, materia seca y rendimiento de fresa cv. Selva por efecto de la interacción Bocashi y EM

Tratamiento	Número de frutos	Peso de frutos (gr)	SST (°Brix)	Materia seca de frutos (%)	Rendimiento (t·ha <sup>-1</sup> )
B4M1	6,2 b	23,1 bc	7,12 a	7,6 a	4,651 c
B4M2	5,8 b	22,6 c	7,28 a	7,3 a	4,268 c
B6M1	7,4 b	24,0 b	7,45 a	8,4 a	5,882 bc
B6M2	7,1 b	23,5 bc	7,56 a	8,0 a	5,526 bc
B8M1	8,6 a	26,4 a	7,65 a	9,2 a	6,942 a
B8M2	8,0 b	24,5 b	7,84 a	8,7 a	6,103 b

(\*) Letras minúsculas iguales refieren que no existe diferencia estadística significativa entre ellos. Tukey (0,05).

El tratamiento B8M1 registró los valores significativamente superiores de rendimiento total; asimismo, logró los mayores porcentajes de fruta de categoría A y B, y el menor de categoría E (Figura 3). Al respecto, [Álvarez y Rimski-Korsakov \(2016\)](#) indican que el bocashi favorece el rendimiento de fresas de buenos calibres, debido a que facilita la liberación de nutrientes, actividad microbiana y translocación de nutrientes hacia los órganos de reserva.



**Figura 3.** Rendimiento clasificado (%) de frutos de fresa cv. Selva en función al diámetro de calibre de frutos por efecto de la interacción bocashi y EM.

Sobre los resultados obtenidos, [Coronado y Yagana \(2017\)](#) explican que abonos orgánicos fermentados, como bocashi es un factor importante que mejora la fertilidad del suelo; contiene un variado grupo de organismos que determinan la facilidad de descomposición y liberación de nutrientes que inciden de manera importante en el rendimiento. Los bajos rendimientos obtenidos podrían atribuirse a que los suelos alcalinos afectan el crecimiento de la fresa y el buen desarrollo de los microorganismos benéficos del suelo ([Undurraga y Vargas, 2013](#)); y que es difícil suplir la necesidad inmediata de N de un cultivo a partir del abonamiento orgánico ([Medina \*et al.\*, 2010](#)).

Los abonos orgánicos tienden a aumentar el potencial de inóculo micorrízico del suelo, la colonización y absorción de nutrientes, originado por el incremento de EM ([Medina \*et al.\*, 2010](#); [Higa y Parr, 2103](#); [Álvarez y Rimski-Korsakov, 2016](#)); sin embargo, [Combatt \*et al.\* \(2017\)](#) señalan que la aplicación de abonos orgánicos no tiene una mejor respuesta sobre la acumulación de materia seca en los órganos de reservas que los cultivos fertilizados químicamente.

#### Materia orgánica (MO), pH y conductividad eléctrica (CE) del suelo

Se determinó el efecto de niveles de bocashi y microorganismos eficaces en los valores de materia orgánica, pH y salinidad del suelo al final de la investigación ([Tabla 2](#)).

**Tabla 2**

Resultados de materia orgánica, pH; y salinidad del suelo por efecto de la interacción de bocashi y EM

Tratamientos	Materia orgánica (%)	pH	CE (dS·m <sup>-1</sup> )
B4M1	1,36	7,45	0,55
B4M2	1,14	7,48	0,40
B6M1	1,21	7,64	0,34
B6M2	1,20	7,51	0,73
B8M1	1,35	7,63	0,50
B8M2	1,15	7,53	0,87

Los reportes indican una tendencia al incremento del contenido de materia orgánica desde 0,03% (nivel inicial) hasta 1,36% registrado en el suelo donde se incorporó el tratamiento B4M1; resultados semejantes fueron obtenidos por [Ríos \(2015\)](#), [Agüero \*et al.\* \(2016\)](#), [Mena \*et al.\* \(2017\)](#), [Combat y Jarma \(2017\)](#), [Coronado y Yagana \(2017\)](#), [Hu \*et al.\* \(2018\)](#), [Yusof \*et al.\* \(2018\)](#), quienes encontraron que las aplicaciones de abonos orgánicos tienen efectos favorables sobre el contenido final de materia orgánica y carga microbiana en el suelo, que acelera la liberación de nutrientes disponibles para las plantas. El estudio muestra que la adición de bocashi y EM mejora la fertilidad del suelo y aumenta los rendimientos de los cultivos.

Respecto a los resultados de pH, se observó una tendencia a la disminución del pH hacia niveles cercanos a la neutralidad; estos cambios pueden causar la liberación de proteínas que provienen del abono incorporado ([Zakarya \*et al.\*, 2018](#)), incrementando la disponibilidad de nutrientes ([Hu \*et al.\*, 2018](#); [Undurraga y Vargas, 2013](#); [Casierra-Posada y García, 2006](#)). Resultados semejantes fueron reportados por [Hu \*et al.\* \(2018\)](#) quienes indican una disminución de pH del suelo al aplicar compost inoculado con EM.

Para el caso de la CE ([Tabla 2](#)), los resultados indican niveles de salinidad óptimos para el cultivo de fresa ([Avitia-García \*et al.\*, 2014](#); [Undurraga y Vargas, 2013](#)). Los resultados concuerdan con publicaciones de [Ríos \(2015\)](#) y [Combatt \*et al.\* \(2017\)](#), quienes reconocieron efectos benéficos de la aplicación de bocashi y EM en el suelo al recuperar y mejorar su fertilidad debido al incremento de la actividad microbiana del suelo, pudiendo contribuir al incremento de la actividad rizosférica y por lo tanto a una mayor tasa de asimilación de nutrientes.

#### 4. Conclusiones

Los resultados determinan que el mayor rendimiento total de frutos de fresa cv. Selva fue de 6,942 t·ha<sup>-1</sup>, producto de la interacción entre 8 t de bocashi·ha<sup>-1</sup> y 1 l de EM·t de bocashi<sup>-1</sup>; logrando la mejor clasifi-

cación de frutos según su calibre: 30% de categoría A (2,083 t·ha<sup>-1</sup>), 35% categoría B (2,430 t·ha<sup>-1</sup>), 25% categoría C (1,736 t·ha<sup>-1</sup>), 6% categoría D (0,417 t·ha<sup>-1</sup>) y 4% de categoría E (0,276 t·ha<sup>-1</sup>). En condiciones edafoclimáticas semejantes a la presente investigación sugerimos proponer planes de abonamiento orgánico para el cultivo de fresa cv. Selva en base a la utilización combinada de bocashi y EM, debido a que se trata de una alternativa ecológica importante para satisfacer la demanda nutricional de los cultivos y sustituir en forma progresiva el uso de fertilizantes químicos puesto que el comercio internacional prefiere alimentos inocuos procedentes de sistemas de producción con tecnologías limpias.

#### Agradecimientos

Al Laboratorio de Análisis Agroambiental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa por su apoyo técnico y logístico.

#### ORCID

G.J. Sarmiento  <https://orcid.org/0000-0002-1420-2186>

#### Referencias bibliográficas

- Agüero, D.; Terry, E.; Soto, F.; Cabrera, A.; Martín, G.; Fernández, G. 2016. Respuesta del cultivo de plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. *Cultivos Tropicales* 174:165-174.
- Álvarez, C.; Rimski-Korsakov. 2016. Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos. 1ra Edición. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Argentina. 167 pp.
- Auriga, A.; Ochmian, I.; Wróbel, J.; Oszmianski, J. 2018. The influence of Effective Microorganisms and number of buds per cane in viticulture on chemical composition in fruits. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 91: 271-280.
- Avitia-García, E.; Pineda-Pineda, J.; Castillo, A.; Trejo, L.; Corona-Torres, T.; Cervantes-Urbán, E. 2014. Extracción nutrimental en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 532: 519-524.
- Barrientos, H.; Castillo, R.; Cárdenas, M. 2015. Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. *Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 116: 5-11.
- Bzdyk, R.; Olchowik, J.; Studnicki, M.; Oszako, T.; Sikora, K.; Szmidia, H.; Hilszczanska, D. The Impact of Effective Microorganisms (EM) and Organic and Mineral Fertilizers on the Growth and Mycorrhizal Colonization of *Fagus sylvatica* and *Quercus robur* Seedlings in a Bare-Root Nursery Experiment. *Forest* 9: 597-608.
- Casierra-Posada, F.; García, N. 2006. Producción y calidad de fruta en cultivares de fresa (*Fagaria* sp.) afectados por estrés salino. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 59: 3527-3542.
- Castro, A. 2018. Ventajas y perspectivas de la certificación orgánica en el Perú. Tesis de título profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 61 pp.
- Combatt, E.; Polo, J.; Jarma, A. 2017. Rendimiento del cultivo de yuca con abonos orgánicos y químicos en un suelo ácido. *Ciencia y Agricultura* 105: 57-64.
- Coronado, D.; Yagana, G. 2017. Incidencia del biol y bocashi en la recuperación de la fertilidad y edafofauna de suelos agrícolas degradados de la parroquia Mariano Acosta-Imbabura. Tesis de título profesional, Universidad Técnica del Norte. Imbabura, Ecuador. 168 pp.
- FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2000. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma. 355 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/x4400s/x4400s.pdf>
- FAOSTAT. Rendimiento y producción de fresa en Perú para el año 2014. 2017. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Higa, T.; Parr, J. 2013. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Centro Internacional de Investigación de Agricultura. Disponible en: <https://docplayer.es/9736836-Microorganismos-beneficos-y-efectivos-para-una-agricultura-y-medio-ambiente-sostenible.html>
- Hu, C.; Xia, X.; Chen, Y.; Han, X. 2018. Soil carbon and nitrogen sequestration and crop growth as influenced by long-term application of effective microorganism compost. *Chilean Journal of Agricultural Research* 78: 13-22.
- Labrador, J. 2001. La materia orgánica en los agroecosistemas. 1ra Edición. Editorial Mundiprensa S.A. España. 293 pp.
- Luna, G. 2008. Plan de negocio para la creación de una empresa agroindustrial destinada a la transformación de fresa en pulpa en Bogotá. Tesis de título profesional, Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. 134 pp.
- Medina, L.; Monsalve, O.; Forero, A. 2010. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 135: 109-125.
- Mena, L.; Sarmiento, G.; Camargo, P. 2017. Impacto del abonamiento integral en el rendimiento y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Selva bajo sistema de riego por goteo y cobertura plástica. *Scientia Agropecuaria* 8(4): 357-366.
- Murillo-Amador, B.; Morales-Prado, L.; Troyo-Diéguez, E.; Córdoba-Matson, M.; Hernández-Montiel, L.; Rueda-Puente, E.; Nieto-Garibay, A. Changing environmental conditions and applying organic fertilizers in *Origanum vulgare* L. *Frontiers in Plant Science* 6: 1-15.
- Ney, L.; Franklin, D.; Mahmud, K.; Cabrera, M.; Hancock D.; Habteselassie, M.; Newcomer, Q. 2018. Examining trophic-level nematode community structure and nitrogen mineralization to assess local effective microorganisms role in nitrogen availability of swine effluent to forage crops. *Applied Soil Ecology* 130: 209-2018.
- Ramos, D.; Terry, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales* 115:52-59.
- Restrepo, J. 2007. Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. 1ra Edición. Editorial SIMAS, Managua. Nicaragua. 262 pp.
- Ríos, W. 2015. Efectos de aplicación del Bocashi en la fertilidad y en el crecimiento del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en un suelo degradado del Caserío La Victoria. Tesis de título profesional, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Huánuco. Perú. 99 pp.
- Undurraga, P.; Vargas, S. 2013. Manual de frutilla. Boletín INIA N° 262. 2da Edición. Editorial Trama Impresores S.A. Chillán, Chile. 112 pp.

- Van, Y.; Tin, C.; Jaromír, J.; Suan, L.; Roji, M.; Woh, C. 2018. Evaluation of Effective Microorganisms on home scale organic waste composting. *Journal of Enviromental Management* 216: 41-48.
- Viteri, S.; Méndez, M.; Villamil, J. 2012. Verification of alternatives for sustainable onion production (*Allium cepa* L.) in Cucaita, Boyaca. *Agronomía Colombiana* 30: 124-132.
- Yusof, N.; Samsuddin, N.; Hanif, M.; Syed Osman, S. 2017. Peat soils stabilization using Effective Microorganisms (EM). *Earth ang Enviromental Science* 140: 1-8.
- Zakarya, I.; Khalib, S.; Mohd, N. 2018. Effect of pH, temperature and moisture content during composting of rice straw burning at different temperature with food waste and effective microorganisms. *E3S Web Conference* 34: 1-8.