

## EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA (MM) EN LA PRODUCCIÓN DE ACELGA EN LA MESETA DE POPAYÁN

## EVALUATION OF MICROORGANISMS OF MOUNTAIN (MM) IN THE PRODUCTION OF CHARD ON THE PLATEAU OF POPAYÁN

## AVALIAÇÃO DE MICROORGANISMOS DA MONTANHA (MM) NA PRODUÇÃO DE ACELGA SOBRE O PLANALTO DE POPAYÁN

ANDREA DEL PILAR CAMPO-MARTÍNEZ<sup>1</sup>, ROSA LINA ACOSTA-SANCHEZ<sup>1</sup>,  
SANDRA MORALES-VELASCO<sup>2\*</sup>, FABIO ALONSO PRADO<sup>3</sup>

### RESUMEN

*Esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar microorganismos de montaña (MM) provenientes de tres sistemas agroecológicos (café, potrero y un bosque natural) y microorganismos Eficientes Comerciales (EM•1®), para la producción del cultivo de acelga (Beta vulgaris var. cicla). Para tales fines se estableció un diseño experimental, de parcelas divididas, determinadas por el factor aplicación (1 y 2 veces por semana), y en cada parcela 3 bloques con los 5 tratamientos. Los tratamientos fueron T1: MM de café; T2: MM de bosque; T3: MM de potrero; T4: EM comerciales (EM•1®) siguiendo las recomendaciones de FUNDASES y T5: cultivo sin aplicación. Se realizaron evaluaciones semanales durante 70 días. En análisis de varianza mostró diferencias entre los tratamientos y la prueba de promedios de Duncan, determinó que la mejor parcela fue la de dos aplicaciones semanales de los microorganismos capturados en el sistema café y potrero. Los microorganismos capturados o MM presentaron mayor efectividad en su desa-*

**Recibido para evaluación:** 10 de Diciembre de 2013. **Aprobado para publicación:** 30 de abril de 2014.

- 1 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de investigación en Nutrición Agropecuaria. Ingenieras Agropecuarias. Popayán, Colombia.
- 2 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Agropecuaria. Profesora Titular, Ecóloga. M.Sc. Popayán, Colombia.
- 3 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Agropecuaria. Profesor Asistente, Ingeniero Agrónomo M.Sc. Ingeniero Agrónomo. Popayán, Colombia.

**Correspondencia:** samorales@unicauca.edu.co

rollo y rendimiento, y los análisis de suelos revelaron que la aplicación de microorganismos influyó en algunas propiedades, como incremento de la materia orgánica, el pH y el contenido de nitrógeno y potasio.

## ABSTRACT

*This research was developed with the objective to evaluate mountain microorganisms (MM) from three agroecological systems (coffee, paddock and a natural forest) and microorganisms efficient commercial (EM•1 ®), for the production of the cultivation of Swiss chard (Beta vulgaris var. cicla). For such purposes was established an experimental design, plots divided, determined by the application factor (1-2 times per week), and in each plot 3 blocks with 5 treatments. The treatments were T1: coffee MM; T2: Forest MM; T3: Paddock MM; T4: EM commercial (EM•1 ®) following the recommendations of FUNDASES and T5: cultivation without application. Weekly evaluations were performed for 70 days. The variance`s analysis showed differences between the treatments and averages of Duncan test, determined that the best plot was that of two weekly applications of micro-organisms caught in the coffee system and paddock. Captured microorganisms or MM presented more effectively in their development and performance, and soil analyses revealed that the application of microorganisms influenced some properties, such as increase in organic matter, pH and content of nitrogen and potassium.*

## RESUMO

*Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar os microorganismos de montanha (MM) de três sistemas agroecológicos (café, paddock e uma floresta natural) e microorganismos eficientes comercial (EM•1 ®), para a produção do cultivo de acelga (Beta vulgaris var. cicla). Para tais fins, estabeleceu-se um delineamento experimental, parcelas divididas, determinado pelo fator de aplicação (1 - 2 vezes por semana) e em cada lote 3 blocos com 5 tratamentos. Os tratamentos foram T1: café MM; T2: Floresta MM; T3: Potrero MM; T4: EM comercial (EM•1 ®), seguindo as recomendações do FUNDASES e T5: cultivo, sem aplicação. Realizaram-se avaliações semanais durante 70 dias. Na análise de variância mostrou diferenças entre os tratamentos e as médias do teste de Duncan, determinou que o melhor enredo foi o de duas aplicações semanais de microorganismos capturados no sistema de café e potrero. Capturado microorganismos ou MM apresentada mais eficazmente no seu desenvolvimento e desempenho, e análises de solo revelaram que a aplicação de microorganismos influenciado algumas propriedades, tais como aumento da matéria orgânica, pH e conteúdo de nitrogênio e potássio.*

## INTRODUCCIÓN

“La agroecología es más que una ciencia: es un proceso social participativo de aprendizaje, basado en el uso sostenible y equitativo de los recursos locales de los territorios” [1].

### PALABRAS CLAVES:

*Beta vulgaris, Suelo, Agroecosistema.*

### KEY-WORS:

*Beta vulgaris, Soil, Agro-ecosystem.*

### PALABRAS-CHAVE:

*Beta vulgaris, Solo, Agroecosistema.*

Hoy día en la agricultura ecológica, presenta diferentes estrategias para la sostenibilidad de los sistemas, donde se resalta el uso de los microorganismos eficientes EM•1®, que asocia cuatro grupos principales como lo son bacterias fototróficas, bacterias productoras de ácido láctico, levaduras y hongos de fermentación [2, 3], cuya combinación desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos [4], entre ellos el mejoramiento de suelos y el tratamiento de residuos Agropecuarios, aguas residuales y alimentación animal entre otros [5, 6].

Otro tipo de microorganismos son los de montaña (MM), constituidas por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, en los cuales se genera una descomposición de materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de su flora (por ejemplo, bosques mixtos y latifoliados, plantaciones de café, plantaciones de bambú, entre otros) [1].

Estos microorganismos son un cultivo mixto líquido de microorganismos benéficos (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Sacharomyces spp*, *actinomicetos* y *hongos fermentadores*), capturados de sistemas naturales, los cuales no han sido sometidos a modificación genética y se relacionan de forma simbiótica coexistiendo entre sí, lo cual ha generado efectos positivos para un ambiente en equilibrio [1, 2].

Diferentes investigaciones han demostrado que los microorganismos benéficos pueden: incrementar el valor nutricional; aumentar la supervivencia y disminuir enfermedades mediante la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas; mantener y mejorar la calidad del agua con la reducción de concentraciones de amonio, nitrito y nitrato en el agua; disminuir la carga elevada de materia orgánica [3].

En contraste, existen estudios que han reportado efectos nulos o negativos con el uso de probióticos, debido a que dependen de diversos factores como son: las especies de cultivo, los sistemas de producción, la escala de cultivo (laboratorio y granjas), la densidad de siembra, utilización de microorganismos provenientes de otros ambientes y la dosis de los microorganismos [3].

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de los microorganismos de montaña provenientes de tres sistemas agroecológicos (Café, potrero y bosque natural) y EM•1® sobre el suelo y la producción del cultivo de *Beta vulgaris var. Cicla*.

## MÉTODO

### Área de Estudio

El estudio se desarrolló en dos locaciones, el desarrollo de los ensayos se utilizó la sede de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, situada al Nororiente de Popayán, una altura de 1900 msnm, temperatura de 19°C, precipitación de 2000 mm/año y un 85% de humedad relativa.

Y en la vereda Urubamba (Timbío) se dispuso de la unidad productiva La Sultana de la Universidad del Cauca, lugar donde se seleccionaron los tres agroecosistemas para la captura de los MM; se halla ubicada a una altitud de 1790 msnm, precipitación anual de 2000 mm, temperatura promedio de 18°C y una humedad relativa del 73%.

Los sistemas agroecológicos en donde se realizaron la capturaron los microorganismos, se encuentran en la zona de vida Bosque Húmedo Pre Montano (bh-PM) [7].

El sistema bosque, está constituido por una vegetación de tipo secundario aislado porque es protector de un manantial, con vegetación típica de la zona subandina.

El sistema de café, es un cafetal adulto con 15 años de establecido, en asocio con macadamia (*Macadamia integrifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), plátano dominico (*Musa sapientum*), guamos (*Inga sp.*), uvos (*Cordia dentata*), guayabos (*Psidium guajava*), certificado bajo el sello Rain Forest Alliance, que presenta un 70 % en fertilización orgánica y baja utilización de agroquímicos [8].

El sistema potrero, esta totalmente desprovisto de árboles y la pastura estaba conformada con *Brachiaria decumbens* y *Pennisetum clandestinum*, praderas típicas de la meseta de Popayán.

## MATERIALES

**Captura de Microorganismos.** Se inició con la preparación del sustrato, que consistió en la cocción de 1 kg de arroz sin sal durante 15 minutos, hasta obtener una consistencia semiblanda; se repartió en 18 vasos desechables, se cubrieron los vasos con tela de nylon y se aseguraron con cauchos de goma, los cuales fueron llevados a cada agrosistema permitiendo la colonización de los organismos en el sustrato [8].

**Activación de microorganismos.** Pasados 30 días, se licuaron las mezclas por separado de cada sistema adicionando un kg de melaza y 3 L de agua hervida por cada tratamiento. Se envasó la mezcla en botellas de plástico de 3 L y se fermentó durante 15 días, cuidando de sacar el gas excesivo. Cuando aparecieron pequeños copos de levadura blancos en la superficie del líquido y el olor agrí dulce característico de la mezcla, se consideró el momento de su aplicación al cultivo, para lo cual se usó una bomba, distribuyendo la mezcla sobre las hojas del cultivo y en el suelo [8].

## MÉTODOS

Para la instalación del ensayo, se preparó el terreno, eliminando malezas, removiendo la capa arable y se construyeron las eras; para el cultivo de acelga, se tomó la muestra para el análisis de suelo y se desinfectó con formol a una solución al 2%. Se aplicó uniformemente la solución compuesta de 20 cm<sup>3</sup> de formol y 1 L de agua/m<sup>2</sup> de suelo. Se cubrieron las eras con polietileno, para evitar la evaporación del formol [11]; a los 10 días se destaparon las eras, se rastilló el suelo y pasados 5 días se realizó la siembra.

### Variables evaluadas

Las evaluaciones se registraron semanalmente durante 70 días; las observaciones fueron sobre:

**Altura de la planta.** Medida en centímetros (cm), tomada como la distancia desde el piso hasta la parte más alta de cada planta en estado natural (última hoja formada) [10].

**Largo de hoja.** Se toma la máxima extensión de un lado a la máxima extensión del lado opuesto de la hoja [10].

**Daño por plagas.** La evaluación se le realizó a las plantas de la parcela útil, correspondientes a las plantas internas a la parcela, de esta manera se descarta el error por efecto de borde. Se consideraron plantas afectadas las que presentaron síntomas como: Daño inferior (0-1%), Daño leve (1-10%), Daño moderado (11-30%), Daño grave (Más del 30%) [10].

### Diseño experimental

En la figura 1 se muestra la disposición en campo del diseño experimental, establecido en parcelas divididas y bloques completos al azar, donde las parcelas principales están determinadas por el factor aplicación (1

y 2 veces por semana), y en cada parcela 3 bloques con los 5 tratamientos (figura 1).

En el cuadro 1 se muestra la composición de los tratamientos. La dilución utilizada para microorganismos comerciales y capturados, fue de 9:1 (90% agua, 10% de la mezcla de microorganismos [9]).

Se utilizó como herramienta estadística el programa SSPS 15.0.1. Los análisis de varianza (ANOVA) se realizaron entre las parcelas divididas para evidenciar el efecto de las aplicaciones y ANOVAS en cada parcela para determinar el mejor tratamiento mediante la prueba Posthoc de.

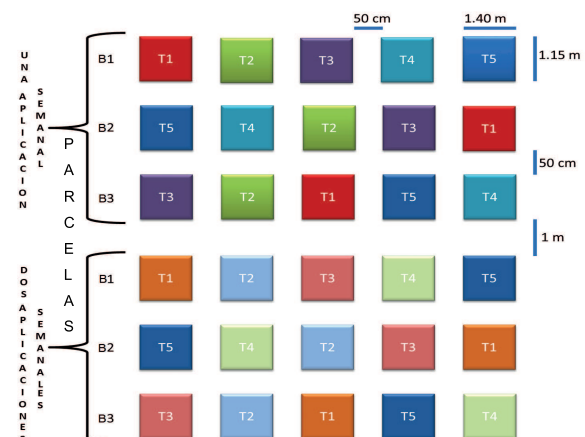
## RESULTADOS

### Efecto de las aplicaciones sobre el cultivo de acelga

Respecto a al número de aplicaciones (1 y 2 veces/semana) el análisis de varianza evidenció diferencias significativas para la altura ( $0,000 < 0,05$ ) y el diámetro ( $0,000 < 0,05$ ) de las plantas entre las dos parcelas (figura 2).

Es de resaltar que los mayores registros de diámetro se presentaron para una aplicación, a diferencia del sistema café que el comportamiento fue mejor con dos aplicaciones. Situación contraria con respecto a la altura, en donde las dos aplicaciones expresan un incremento en estos registros, en particular a los sistemas café y potrero.

Figura 1. Diseño experimental.



**Cuadro 1.** Composición de los tratamientos.

Tratamiento	Composición
T1	100 mL de MM de café + 100 mL de melaza/1 L de agua
T2	100 mL de MM de bosque + 100 mL de melaza/1 L de agua
T3	100 mL de MM de potrero + 100 mL de melaza/1 L de agua
T4	100 mL de *EM•1® + 100 mL de melaza/1 IL de agua
T5	Testigo (cultivo sin aplicación)

\*Microorganismos Eficientes comerciales (Inoculo Microbial para Compostaje).

Estas diferencias pueden ser atribuidas a que los microorganismos proporcionan una rápida descomposición de macromoléculas, haciendo que los macro y micro nutrientes solubles estén disponibles por la rápida

descomposición, la cual es causa directa de la hidrolización que realizan los microorganismos como funcionamiento normal de su metabolismo para la obtención de nutrientes [2].

El incremento en las colonias en el suelo facilitan el desplazamiento de nutrientes especialmente los “inmóviles”, dado por los cambios registrados en el pH (5,7 a 6,02), que facilita la absorción del fósforo y la conservación de la humedad, favoreciendo a la planta para un mejor desarrollo.

Otro aspecto a resaltar es el incremento de la materia orgánica en el suelo con las dos aplicaciones, la cual

que varió del 6,3% al 13,2%, lo que incide directamente sobre la estructura, disponibilidad de carbono y nitrógeno, considerando a este último como el principal elemento que influye en el desarrollo vegetal, el cual se refleja en las variables altura y diámetro del cultivo de acelga [11].

**Efecto de la aplicación en cada una de las parcelas.**

El análisis de varianza para una aplicación semanal no registro diferencias significativas entre las variables evaluadas. La parcela con dos aplicaciones semanales registró diferencias significativas para todas las variables evaluadas altura de plantas (0,000 < 0,05), diámetro de plantas (0,000 < 0,05), vigor (0,007 < 0,05) y plagas (0,005 < 0,05).

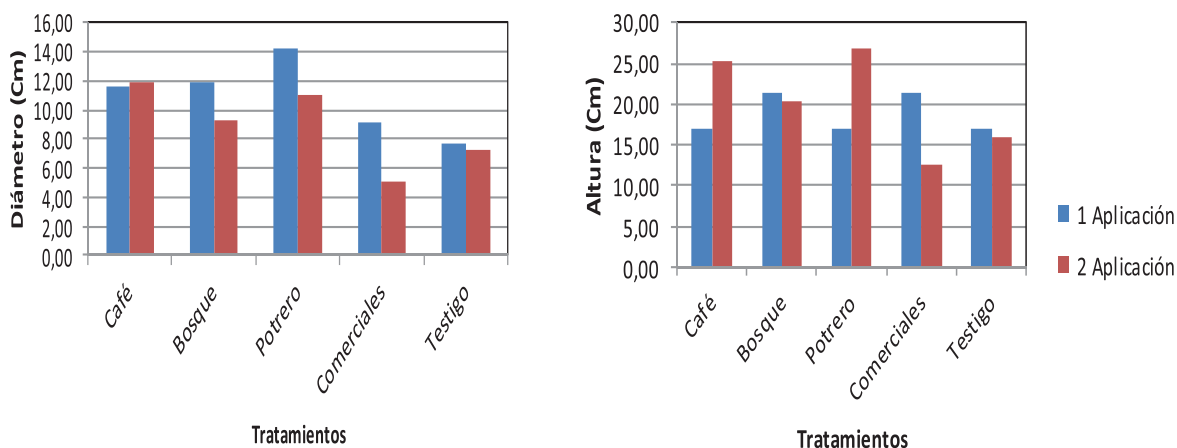
Estos resultados evidencian los efectos positivos suelo/planta, gracias a la acción de los microorganismos, que ayudan a realizar más rápido la mineralización de materia orgánica, dado a que en estos se encuentran las bacterias ácido lácticas que aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso [9].

En la figura 3, se muestran los valores arrojados por la prueba de promedios de Duncan.

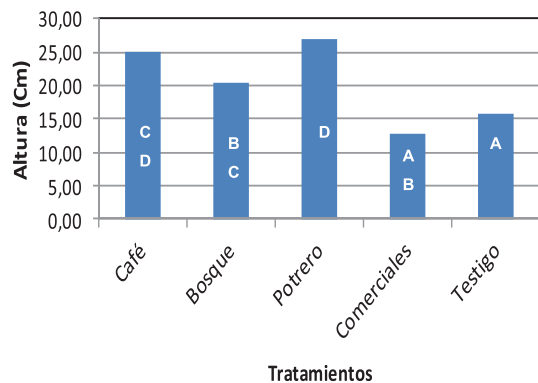
Se registran diferencias con la variable altura, en donde los mejores tratamientos fueron el del potrero con 26,9 cm y el café con 25 cm.

Estos resultados se pueden deber a que la población de microorganismos inoculados, provenientes del potrero y café venían de un hábitat con buena disponibilidad

**Figura 2.** Diferencias para diámetro y altura entre las aplicaciones en el cultivo de acelga.



**Figura 3.** Valores promedio y diferencias en altura para el cultivo de acelga.



materia orgánica y al llegar a otro sistema, el desarrollo poblacional fue mayor acelerando la mineralización de la misma, suministrando nutrientes suficientes en cantidad y calidad para el crecimiento de las plantas [11].

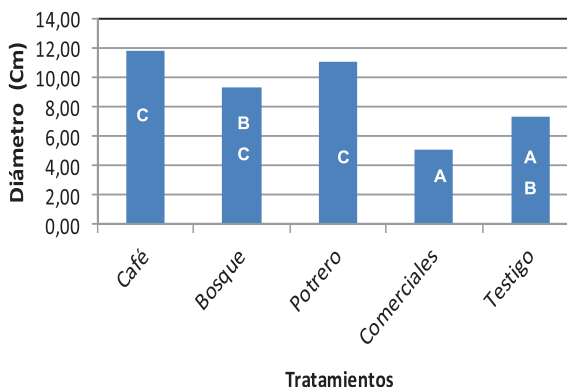
Además, es conocido que bacterias y hongos inoculados al suelo aceleran la descomposición e incrementan la materia orgánica del suelo, que para este caso varió de 6,3 al 12,8%, favoreciendo el desarrollo del cultivo. Contribuyendo a la absorción de nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas debido a que poseen relación funcional y constituyen un sistema holístico con las plantas y el suelo, esto permite un efecto benéfico sobre el crecimiento vegetal [1,5]; corroborando que la inoculación de microorganismos al ecosistema suelo/planta mejora el crecimiento, rendimiento, la calidad de los cultivos y las propiedades del suelo [6].

Los EM registraron el valor más bajo para la altura (12,6 cm), situación que pudo verse afectada por la conservación de los mismos, ya que su viabilidad disminuye dependiendo de la forma como son almacenados y las condiciones del ecosistema (suelo) donde son aplicados, que por una carencia en minerales y a la ausencia en plan de fertilización durante el ensayo, pudo limitar el crecimiento de estos [9].

Las variaciones para el diámetro se registran en la figura 4.

El café fue el que registró mejores valores 11,9 cm, lo que permite inferir que gracias a su manejo nutricional a base de abonos orgánicos en el sistema café, pudo presentar una mayor población microbiana, que hace que se incremente la superficie útil de absorción de nutrien-

**Figura 4.** Valores promedio y diferencias en diámetro para el cultivo de acelga.



tes en la raíz, beneficio dado por el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento [1].

Así mismo, la descomposición de materia orgánica originada por los microorganismos en el cultivo de café, produce  $\text{CO}_2$  que forma  $\text{H}_2\text{CO}_3$  en el suelo durante el proceso de respiración, aumentando la solubilidad de muchos compuestos e incrementando así el aprovechamiento de nutrientes por el cultivo, que pudo haber favorecido al diámetro de la acelga [2].

De igual manera, las condiciones de temperatura durante el desarrollo del estudio ( $17,8^\circ\text{C}$ ) pudieron favorecer el crecimiento de levaduras, que aumentan la dinámica de los nutrientes en el suelo, produciendo un cambio en el nitrógeno, que concuerda con el incremento registrado después de la aplicación de microorganismos, que fluctuó de 0,3 a 0,6 ppm, esto debido a los cambios que realizan del nitrógeno orgánico al N asimilable [2, 12].

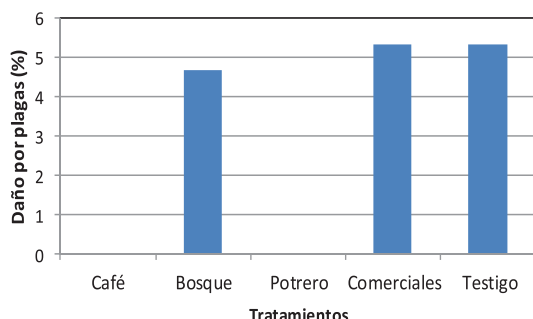
El tratamiento de menor diámetro fueron las plantas inoculadas con EM (5,0 cm), este resultado hace pensar que reaccionan diferente al tener en cuenta la relación suelo/planta zona geográfica, tipo de suelo y cultivo [12].

En cuanto a la incidencia de plagas, el daño se cataloga como leve ( $<10\%$ ) pero los registros obtenidos pudieron ser influenciadas por la humedad relativa que registró en promedio de 86,85% y las precipitaciones variaron de 2 a 48 mm/semana, favoreciendo el crecimiento de enfermedades en el cultivo.

En la figura 5, se observan las diferencias en daños por plagas y enfermedades.



**Figura 5.** Valores promedio y diferencias en altura para el cultivo de acelga.



Las plantas que menor incidencia de plagas tuvieron fueron las de T1 y T3 con 0%, a lo mejor dado por que en los sistemas potrero y café se encuentra una alta población de bacterias ácido lácticas, que limitan los microorganismos nocivos para las plantas [13].

El T4 presentaron mayor presencia de enfermedades con 5,33%, esto se pudo dar a que los EM no controlan directamente plagas y enfermedades, pero a largo plazo desarrollan en la planta una resistencia sistémica gracias a las bacterias ácido lácticas y levaduras que sintetizan diferentes compuestos antimicrobiales que inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y por tal motivo se pueden incluir dentro de un manejo integrado, lo que les permite ser más tolerantes frente a ataques de insectos o presión de patógenos [9].

De acuerdo a los resultados anteriores, los microorganismos de montaña presentaron una mayor efectividad frente a los EM•1®, esto se puede deber a que los microorganismos capturados tuvieron una mayor interacción al encontrarse con condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo.

Es de anotar que en el proceso de conservación de los microorganismos se pudo observar que la cepa comercial EM•1® (Inoculo Microbial para Compostaje), al cabo de 50 días tuvo ligeros cambios en sus características organolépticas (olor y color), lo que sugiere modificaciones no deseables en la composición de microorganismos, posiblemente llevando a una disminución poblacional de microorganismos y por consiguiente una disminución en la mineralización de la materia orgánica, la cual conlleva a una baja disponibilidad de nutrientes afectando las variables evaluadas en el cultivo [9, 11].

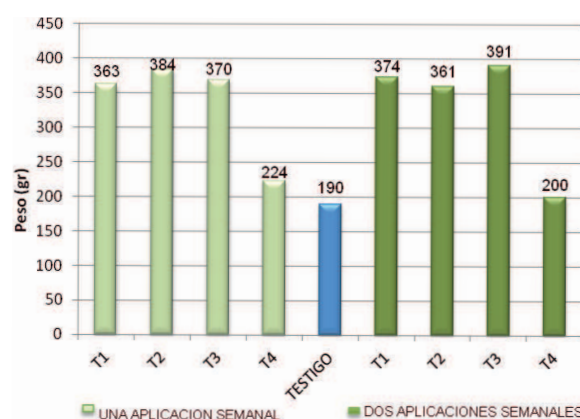
### Efecto de la aplicación de microorganismos en el peso a los 70 días en el cultivo de la acelga (*Beta Vulgaris var. cicla*).

La figura 6, muestra el peso promedio obtenido a los 70 días, por tratamiento según la aplicación y se observa que se presentó una desigualdad con respecto al testigo.

El mejor peso promedio para la parcela con una aplicación semanal fue el T2 (384 g), seguido de T3 (370 g), T1 (363 g), T4 (224 g) y por último T5 (184 g). En cuanto a la parcela con dos aplicaciones semanales, el mayor valor peso promedio fue el T3 (391 g), seguido de T1 (374 g), T2 (361 g), T4 (200 g) y por último T5 (196 g).

El cultivo no llegó a la producción esperada (15 kg/m<sup>2</sup>), se pudo generar a la carencia de planes de fertilización [14], ya que la aplicación de microorganismos no puede suplir las necesidades nutricionales del cultivo, debido a que no es directamente un fertilizante, pero si interviene en la nutrición de las plantas. También la producción pudo verse afectada por la baja tasa de conversión de la energía, la que a su vez es influenciada por factores fisiológicos en las plantas, el ambiente, y otros factores biológicos, incluidos en éstos los microorganismos, que habitan en los suelos [9].

**Figura 6.** Peso promedio de las plantas de acelga a los 70 días.



## CONCLUSIONES

Los microorganismos capturados del sistema potrero y café fueron los que presentaron mayor eficiencia en las plantas de acelga aplicados dos veces por semana, ya que presentaron mayor altura, diámetro y vigor y menor incidencia de plagas, a pesar de no darle las

condiciones de abonamiento y fertilización al cultivo con respecto al testigo.

Al comparar los microorganismos comerciales (EM•1®), con los capturados artesanalmente, se observó que los capturados presentaron mayores valores en cuanto a altura, diámetro y menor incidencia de plagas.

La aplicación de microorganismos mejoró la calidad del suelo evaluado, ya que provocó cambios en su fertilidad (vista como contenido de materia orgánica) e incremento el pH y el contenido de nitrógeno.

El empleo de microorganismos es una opción para mejorar la calidad del suelo y evitar el deterioro de los ecosistemas agrícolas.

El uso de la técnica de captura de microorganismos de montaña es factible para ser utilizada por los productores agropecuarios como manejo económico y rentable de la producción, no debe ser utilizado como un sustituto de la fertilización o de enmiendas.

Como una recomendación es necesario realizar la Identificación de los microorganismos para evaluarlos, compararlos y poder aplicarlos con mayor eficiencia.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecer al señor Andrés Ordoñez, administrador de la Finca La Sultana y a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, por permitir utilizar sus instalaciones para el desarrollo de la investigación.

## REFERENCIAS

- [1] SUCHINI-RAMÍREZ, J.G. Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio. San José (Costa Rica): Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2012, 40 p.
- [2] HIGA, T. Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2013, 13 p.
- [3] MELGAR-VALDES, C., BARBA-MACÍAS, E., ALVAREZ-GONZÁLEZ, C., TOVILLA-HERNÁNDEZ C. y SÁNCHEZ, A. Efecto de microorganismos con potencial probiótico en la calidad del agua y el crecimiento de camarón *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae) en cultivo intensivo. Revista Biología Tropical, 61(3), 2013, p. 1215-1228.
- [4] SANCHEZ, S., HERNANDEZ, M. y RUZ, F. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Revistas Pastos y Forrajes, 34(4), 2011, p. 375-392.
- [5] LÓPEZ-GIRON, B.A. y MEDINA-MINA, I.E. Efecto de la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) sobre la calidad de efluentes en Porcicultura [Tesis Ingeniero Agropecuario]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Agropecuaria, 2011, 80 p.
- [6] NAVIA-CUETIA, C.A., ZEMANATE-CORDOBA, Y., MORALES-VELASCO, S., PRADO, F.A. y ALBÁN-LÓPEZ, N. Evaluación de diferentes formulaciones de compostaje a partir de residuos de cosecha de tomate. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Edición Especial (2), 2013, p. 165 - 173.
- [7] HOLDRIDGE, L. Zonas de vida. San José (Costa Rica): Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1982, 216 p.
- [8] COLLAZOS-ROMO, A.L. Proceso de certificación de la unidad productiva de café especial la sultana de la universidad del cauca, Municipio de Timbío. Colombia [Tesis Ingeniero Agropecuario]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Agropecuaria, 2011, 85 p.
- [9] ISMAIL, M.M. y SOLIMAN, W.S. Studies on Probiotic Effects of Lactic Acid Bacteria Against Vibrio vulnificus in freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. American Journal of Science, 8(6), 2010, p. 781-787.
- [10] TOLEDO, J.M. Manual para la evaluación Agronómica, Red Internacional de pastos tropicales. Cali (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1982, 170 p.
- [11] ÁLVAREZ-PÉREZ, E. Modo de activar EM. Madrid (España): Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal de Pontevedra, 2010, 2 p.
- [12] PÉREZ, R. Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en pepino (*Cucumis sativus* L.) [Tesis de Maestría en Ciencias]. Montecillo (México): Institución de Enseñanza e Investigación En Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados, 2012, 160 p.



- [13] PANWICHIAN, S., KANTACHOTE, D., WITTA-YAWEEERASAK, B. y MALLVARAPUJ, M. Isolation of purple nonsulfur bacteria for the removal of heavy metals and sodium from contaminated shrimp ponds. *Electronic Journal of Biotechnology*, 13(4), 2010. p. 8-24.
- [14] RODRÍGUEZ-TORRENS, H.C, BARRETO ARGILAGOS, G., BERTOT VALDÉS, A. VÁZQUEZ MONTES DE OCA, R. Los microorganismos eficientes como promotores del crecimiento en los cerdos hasta el destete. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 14(9), 2013, p. 1-7.