



Siembra

ISSN: 1390-8928

ISSN: 2477-8850

xblastra@uce.edu.ec

Universidad Central del Ecuador
Ecuador

Torres Pérez, Juan Cristóbal; Aguilar Jiménez, Carlos Ernesto; Vázquez Solís, Héctor; Solís López, Mariano; Gómez Padilla, Eracio; Aguilar Jiménez, José Roberto

Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México

Siembra, vol. 9, núm. 1, e3500, 2022, Enero-Junio

Universidad Central del Ecuador

Quito, Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3500>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653869372005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

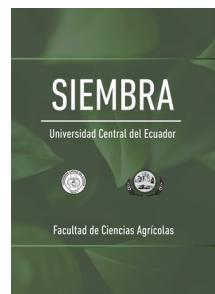
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México

Evaluation of the use of activated mountain microorganisms in the cultivation of roses, Zinacantán, Chiapas



Juan Cristóbal Torres Pérez¹, Carlos Ernesto Aguilar Jiménez², Héctor Vázquez Solís³, Mariano Solís López⁴, Efraclio Gómez Padilla⁵, José Roberto Aguilar Jiménez⁶

Siembra 9 (1) (2022): e3500

Recibido: 05/12/2021 Revisado: 17/01/2022 Aceptado: 31/01/2022

- ¹ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Campus V. Km. 87 Carretera Tuxtla Gutiérrez-Villaflores. C.P. 30470. Villaflores, Chiapas, México.
✉ khryztorres98@gmail.com
✉ https://orcid.org/0000-0002-4589-5544
- ² Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Campus V. Km. 87 Carretera Tuxtla Gutiérrez-Villaflores. C.P. 30470. Villaflores, Chiapas, México.
✉ ejimenez@unach.mx
✉ https://orcid.org/0000-0002-6332-1771
- ³ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Campus V. Km. 87 Carretera Tuxtla Gutiérrez-Villaflores. C.P. 30470. Villaflores, Chiapas, México.
✉ hector.vazquez@unach.mx
✉ https://orcid.org/0000-0002-3865-9922
- ⁴ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Campus V. Km. 87 Carretera Tuxtla Gutiérrez-Villaflores, Chiapas. C.P. 30470. Villaflores, Chiapas, México.
✉ mariano.solis@unach.mx
✉ https://orcid.org/0000-0001-9065-8735
- ⁵ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Campus V. Km. 87 Carretera Tuxtla Gutiérrez-Villaflores. C.P. 30470. Villaflores, Chiapas, México.
✉ eraclio@unach.mx
✉ https://orcid.org/0000-0003-2120-7062
- ⁶ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus II. Carretera Emiliano Zapata. Km. 8. CP. 29060. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas., México.
✉ robeaguilar@hotmail.com
✉ https://orcid.org/0000-0003-3826-9331

*Autor de correspondencia: ejimenez@unach.mx

Resumen

La investigación se desarrolló en el municipio de Zinacantán, Chiapas, México, en invernaderos de producción de rosas, localizado a 16° 45' 35" latitud norte, 92° 43' 20", longitud oeste y a una altitud de 2.162 msnm. El clima de esta región es templado, subhúmedo, con lluvias en verano, con una temperatura media de 21 °C y una precipitación media anual acumulada de 599 mm. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto en el crecimiento de la planta de la utilización de microorganismos de montaña activados (MMA), asperjados bajo dos dosis (10% y 20%) y dos frecuencias de aplicación (cada 8 y cada 25 días). Los tratamientos se evaluaron bajo el manejo convencional de rosas de la región, y se incluyeron un testigo de manejo convencional y un testigo de manejo ecológico. Los seis tratamientos se expusieron en un diseño completamente al azar, cada uno constituido por una cama de siembra, donde se sembraron dos filas de plantas de rosas bajo un sistema de plantación de tres bolillos; y cada cama presentó un total de 530 plantas. Los resultados indican que los tratamientos de uso del biofertilizante MMA en manejo convencional al 20% cada 15 días y el tratamiento de MMA al 20% cada 8 días manejado de forma orgánica, fueron estadísticamente mejores para las variables: longitud del tallo, diámetro del tallo, número de hojas, largo de hojas, ancho de hojas, tamaño de la flor y mayor vida de anaquel. Se concluye que la dosis de 20 % de MMA favorece los indicadores de producción de rosas bajo condiciones de invernadero.

Palabras clave: biofertilizante, invernadero, cultivo orgánico, ornamentales, manejo del cultivo.

Abstract

The research was carried out in the municipality of Zinacantán, Chiapas, Mexico, in an area of rose's production in plastic greenhouses, located at 16° 45' 35" N latitude, 92° 43' 20" W and at an altitude of 2162 masl. The climate is sub-humid temperate with rains in summer, the temperature reaches an average of 21 °C and the accumulated annual average precipitation is 599 mm. The objective of this study was to evaluate the effect on plant growth of Activated Mountain Microorganisms (MMA) sprayed under two doses (10 % and 20 %) and two spraying frequencies (every 8



and every 15 days). The four treatments were evaluated under the conventional rose crop management, and one control of conventional crop management and another control of ecological crop management were included. The six treatments were set up in a completely randomized design, each treatment consisting of a seedbed, where two rows of rose plants were planted under a three-point planting system, each bed containing a total of 530 plants. The results indicate that the bio-fertilizer MMA at doses of 20 % sprayed every 15 days, and the MMA at doses of 20 % sprayed every 8 days were statistically superior, for stem length, stem diameter, number of leaves, length of leaves, width of leaves, flower size, and shelf life. Therefore, it is concluded that MMA at 20 % dose improves rose production indicators under greenhouse conditions.

Keywords: biofertilizer, greenhouse, organic cultivation, ornamental, crop management.

1. Introducción

La floricultura es una rama especializada de la horticultura dedicada al estudio y cultivo de flores de corte, follaje, plantas anuales, plantas perennes y plantas en maceta bajo invernadero y/o a la intemperie (Barbosa *et al.*, 2019). Es una opción con mejores perspectivas que los cultivos tradicionales, debido a los mayores márgenes de rentabilidad que se pueden obtener (Cortés Jiménez *et al.*, 2017). En la actualidad la industria florícola mundial está dominada por unos pocos países: 83 % de las flores cortadas del mundo provienen de Colombia, Ecuador, Kenia y Holanda y 73 % de la flor cortada y exportada en el mundo la importan Alemania, Reino Unido, Estados Unidos, Holanda y Francia (Paredes Barros, 2019). México en 2016 ocupó el cuarto lugar por superficie cultivada de ornamentales (23.417 ha) en el mundo, de las que 75 % se cultivaron en áreas abiertas e incluyeron gladiola, clavel, girasol y nube, el otro 25 % se cultivó en invernaderos y viveros, para producir rosas, gerberas y plantas en maceta; el estado de México contribuye con el 60 % del valor de la producción total nacional y el resto lo aportan Puebla, Morelos, Distrito Federal, Baja California, Chiapas, Jalisco, Colima, Veracruz, Yucatán, Michoacán y Guerrero (Gayosso-Rodríguez *et al.*, 2016).

La rosa es una especie originaria de Asia y es considerada una de las flores más populares del mundo (algunas fuentes datan su surgimiento hace más de 5.000 años), además de ser la flor más cultivada; científicamente las rosas pertenecen a la familia Rosaceae y al género *Rosa*, con más de 100 especies, y miles de variedades, híbridos y cultivares (de Lima Franzen *et al.*, 2019). En el siglo XVIII, por el año 1700, producto de los cruces entre los híbridos de China (*Rosa chinensis*) y los de Europa (*Rosa gallica*), se dio origen a una gran variedad de rosas llamadas Híbrido Té, caracterizadas por tener un botón grande y tallos largos (Yanchapaxi *et al.*, 2010). Los cruces que involucran solo siete u ocho de las más de 120 especies del género *Rosa* han llevado a la creación de más de 35.000 cultivares y hoy las rosas se encuentran entre las plantas ornamentales más importantes del mundo; los criterios para la selección de rosas han incluido la resistencia al frío y a las enfermedades, la forma de la flor, la floración recurrente y, hasta cierto punto, el olor (Zvi *et al.*, 2012). La rosa (Rosaceae) es uno de los cultivos más apreciados como flor de corte, su demanda destaca por su fragancia, variedad de tonos y colores que satisface los gustos más exigentes de los consumidores (Junior *et al.*, 2019). Posee raíz pivotante, tallo leñoso, hojas compuestas, flores con cáliz de cinco sépalos y corola de un número variado de pétalos y frutos carnosos y anaranjados que contienen numerosos aquenios (Bohórquez *et al.*, 2013). Se componen de cuatro tipos de órganos dispuestos en espirales, desde los sépalos externos hasta los internos, pétalos, estambres y carpelos; las variedades modernas de rosas exhiben un carácter de doble flor de alto número de pétalos y números modificados de estambres y carpelos (Dubois *et al.*, 2011).

Para que la rosa se desarrolle y produzca normalmente, necesita diariamente de seis a ocho horas de luz, humedad relativa entre el 60 y 80 %, temperatura de 24 °C, concentración de anhídrido carbónico en el aire de 1.200 ppm, suelos de textura franca, buen drenaje, porcentaje de oxígeno en el suelo de 10 a 21 %, balance adecuado entre macro y microelementos considerando el carbono, hidrógeno y oxígeno que provienen del aire y del agua, potencial de hidrógeno entre 5,5 y 6,5, conductibilidad eléctrica por debajo de 0,9 mΩ cm⁻¹ y contenido adecuado de bacterias, hongos, protozoos y lombrices que aseguren la descomposición de materia orgánica, regulen la comunidad bacteriana y favorezcan la aireación del suelo (Basantes, 2015). Trece de los 16 elementos químicos conocidos hasta hoy para el desarrollo del rosal, se encuentran en el suelo y son absorbidos por las raíces y pequeñas cantidades por las hojas (Lanchimba Salazar, 2013). Las funciones que cumplen los nutrientes en las rosas se dividen en cuatro grupos: constitución de estructuras orgánicas (C, H, S, N, O, P, Ca), activación de reacciones enzimáticas (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, N), almacenamiento y transferencia de energía (P) y transporte de cargas y osmorregulación (K, Cl) (Lara-Cortés *et al.*, 2013). La rosa tiene un alto valor cultural y económico por lo que han sido cultivadas por humanos desde la antigüedad como plantas ornamentales para el

uso terapéutico y cosmético (Fougère-Danezan *et al.*, 2015). Es una planta exótica de gran interés ornamental y en la actualidad es una de las especies más conocidas, cultivadas y solicitadas (Verdezoto Vargas *et al.*, 2017).

La floricultura es parte de la cultura agrícola Zinacanteca, municipalidad localizada en la región de los altos de Chiapas, México. Su cultivo data desde tiempos pasados por las creencias religiosas, adornos de iglesias, panteones, bodas, bautizos y cumpleaños; el primer reporte sobre la floricultura para la comercialización se establece en 1950, pero la actividad comenzó a desarrollarse a principios de 1970, cuando se instalaron tres invernaderos, cuyos beneficios socioeconómicos originaron la gestión con programas oficiales para alcanzar 20 en 1984; para 1994 se tenían 722 invernaderos con producción de flores en una extensión florícola de 20,86 ha, desde hace once años la superficie total abarca una extensión de 254.554 m² con el sistema de monocultivo. Actualmente, no se tienen un registro fiable de la cantidad de invernaderos ni de la superficie de producción de flores en la localidad (Molina Gómez *et al.*, 2017). Los sistemas de producción de ornamentales en el municipio de Zinacantán, se fundamentan en el modelo convencional, por lo cual se demandan altos volúmenes de insumos comerciales sintéticos, cuyo uso sistemático afecta la salud de los agricultores y los recursos naturales del entorno agrícola; en este sentido, Badillo Cuevas (2015) afirman que la producción de flores constituye una actividad no sustentable, pero de importancia económica para las familias campesinas locales. Por lo anterior, es necesario innovar con alternativas agroecológicas que sean pertinentes localmente y que contribuyan con el diseño de agroecosistemas de producción sostenibles de plantas ornamentales.

Los microorganismos eficientes surgieron como una alternativa al uso excesivo de agroquímicos, cuyas aplicaciones se han extendido más allá de los campos de cultivo, y se han usado como promotores del crecimiento y de la inmunidad de las plantas (Sandoval-Reyes *et al.*, 2017). Los microorganismos de montaña (MM) son principalmente colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas (Vinces Moreira, 2014). En estos ambientes 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 agroforestales, entre otros) (Suchini Ramírez, 2012). Los MM son un producto de fabricación artesanal de bajo costo, que no requiere medios de crecimiento sofisticados para el escalamiento y que pretende aprovechar la diversidad microbiana, tanto taxonómica como funcional de las comunidades de microorganismos nativos de zonas boscosas, para luego incorporarlos en los agroecosistemas (Castro Barquero *et al.*, 2015). Para reconocer los tipos de MM sobre la hojarasca de montaña en descomposición, hay que guiarse por el color de las diferentes colonias de microorganismos (verdes, anaranjados, blancos, etc.). Los colores de las colonias de MM se observan más claramente al iniciar o finalizar los períodos lluviosos. Es preferible recolectar los MM en bosques o plantaciones, aún mejor si son poco frecuentados por humanos, para evitar reproducir bacterias y hongos dañinos para la salud humana y los cultivos (Umaña *et al.*, 2017).

Los microorganismos eficientes producen sustancias útiles que incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares que promueven el crecimiento de las plantas; actualmente se ha adoptado en paquetes tecnológicos que incluyen buenas prácticas agrícolas y una eficiente fertilización, que han elevado sustancialmente la productividad, algunos agricultores han combinado este paquete tecnológico con la aplicación de microorganismos eficientes que permiten mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (Ramírez Marrache, 2019). El uso de microorganismos eficientes incrementa tanto el crecimiento como la productividad del cultivo, los principales beneficios para los cultivos se originan en el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento, los macro y micronutrientes solubles están más disponibles a causa de la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan. La aplicación de microorganismos eficientes incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Medina Flores y Talavera Loza, 2014). La implementación de los microorganismos eficientes en la producción de flores es una de las opciones para mejorar la calidad de la flor cosechada, generar una comercialización más efectiva y con menos problemas nutricionales evitando riesgos en su desarrollo; esta mejora en la calidad de la flor se da porque el uso de microorganismos benéficos genera un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que la mayoría de estos organismos son productores de fitohormonas como auxinas, giberelinas y citoquininas, las cuales generan flores con mejores características (Ortiz Pulido, 2018).

El objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta del cultivo de rosas, manejadas bajo agricultura convencional, al uso de los microorganismos de montaña activados (MMA), asperjados bajo dos dosis (10 % y 20 %) y dos frecuencias de aplicación (c/8 y c/15 días), incluyéndose un tratamiento testigo (sin MMA) y uno de manejo ecológico (con MMA).

2. Materiales y Métodos

2.1. Localización del área de estudio

La investigación se desarrolló en el municipio de Zinacantán, Chiapas, México, en un área de invernaderos productora de rosas, que se encuentra ubicada en las coordenadas, latitud norte $16^{\circ} 45' 35''$ y longitud oeste $92^{\circ} 43' 20''$ a una altitud media de 2.162 m s. n. m. (Figura 1), la temperatura media anual es de 21°C , el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano y precipitación media anual de 599 mm, la humedad media es del 62 %. Las dimensiones del espacio de investigación son 70 m de largo y 9 m de ancho, con 6 camas cultivadas con rosas y siete pasillos, y un total de 3.180 plantas de la variedad cool water®.



Figura 1. Localización del invernadero en el municipio de Zinacantán, Chiapas.
Figure 1. Location of the greenhouse in the municipality of Zinacantán, Chiapas.

2.2. Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar, con 6 tratamientos (Tabla 1), incluyéndose cada uno en una cama de siembra, las cuales fueron divididas en cuatro secciones o repeticiones, para obtener 24 unidades experimentales. Las plantas de rosas estuvieron sembradas a una distancia de 25 cm entre plantas y 40 cm entre filas, con un sistema de plantación de tres bolillos. En cada cama se tuvo dos filas de siembra, y para cada fila existen 265 plantas, 530 por cama.

Tabla 1. Tratamientos experimentales.

Table 1. Experimental treatments.

Tratamiento	Descripción
Tratamiento 1 (testigo)	Manejo convencional sin MMA
Tratamiento 2	Manejo convencional más MMA al 10 % c/8 días
Tratamiento 3	Manejo convencional más MMA al 10 % c/15 días
Tratamiento 4	Manejo convencional más MMA al 20 % c/8 días
Tratamiento 5	Manejo convencional más MMA al 20 % c/15 días
Tratamiento 6	Manejo ecológico más MMA al 20 % c/8 días

2.3. Análisis de suelo

Se efectuó un muestreo de suelo a una profundidad de 0-20 cm, utilizando el método cinco de oros, considerando a todo el invernadero cultivado como unidad de muestre. Las propiedades determinadas fueron: textura, pH, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica, los cuales son elementos determinantes que definen el grado de fertilidad del suelo.

2.4. Captura, reproducción, activación y análisis de los microorganismos de montaña

La captura de los microorganismos de montaña se realizó en sitios boscosos no perturbados aledaños al sitio experimental, el material colectado se identificó de acuerdo con su avanzado estado de descomposición, guiándose por la presencia y los colores de las diferentes colonias de microorganismos (verdes, anaranjados, blancos). Una vez capturados y seleccionados 5 kg de microorganismos de montaña, sobre una superficie limpia se realizó una mezcla con 5 kg de salvado de trigo y 5 kg de melaza disuelta en agua, y se humedeció hasta alcanzar un porcentaje de 70 %, aproximadamente. El material preparado se colocó en un recipiente (bote de 20 L) y se compactó por capas, eliminando los poros de la mezcla para favorecer la fermentación. Finalmente, se tapó herméticamente por 30 días para promover la reproducción de los microorganismos de montaña.

Pasado los 30 días se procedió a la activación de los microorganismos de montaña, para lo cual se utilizó un tambo de 200 L, en donde se colocaron 180 litros de agua y 20 kg de melaza disuelta en agua, y en una bolsa de tela se colocaron los microorganismos de montaña reproducidos. El recipiente se cerró de manera hermética y se dejó reposar por 30 días, para lograr una activación adecuada. Pasado este tiempo el biofertilizante líquido estaba listo para usarse en el experimento como microorganismos de montaña activados (MMA).

Se realizó un análisis microbiológico de los MMA para determinar los tipos de microorganismos existentes. El estudio se realizó mediante la dilución (10^4 y 10^6) e inoculación en los medios de cultivo Luria-Bertani (LB), el cual es un medio rico en nutrientes y fue seleccionado para contabilizar las UFC totales de cada muestra, medio nutritivo (MN) que permite el crecimiento de bacterias esporuladas del orden de los Firmicutes, por ejemplo, *Bacillus* ssp, y medio B de King (BK) que promueve el crecimiento de bacterias, principalmente del orden g-Proteobacteria. Las disoluciones para sembrar en medio MN fueron calentadas previamente a 80 °C durante 5 min. Las cajas fueron incubadas a 28 °C por 36 h. Se contabilizaron las unidades formadoras de colonias (UFC) en cada caso.

2.5. Aplicación de los MMA

La aplicación del biofertilizante se realizó una semana después de la poda de las rosas, lo cual sucedió en la primera semana del mes de julio de 2021. Las aspersiones se realizaron con la ayuda de una bomba de motor y una barra de tres boquillas, utilizando 20 litros de producto por cada tratamiento (cama) con las dosis señaladas para cada uno. En el testigo no se le aplicó MMA; en el tratamiento dos se le aplicó un promedio de 2 litros de MMA por semana, con un volumen de 8 litros durante todo el experimento; para el tratamiento tres se utilizaron 4 litros para el tiempo que duró el experimento; en el tratamiento cuatro se le aplicó un total de 16 litros por el tiempo de la fase experimental; en el tratamiento cinco se utilizaron 8 litros, y finalmente para el tratamiento seis que se manejó de forma ecológica se aplicaron 16 litros de MMA.

2.6. Variables evaluadas y análisis estadístico

La colecta de variables se realizó cada 15 días, efectuándose un total de cuatro tomas de datos (60 días). Para el primer muestreo se colectaron los datos de altura y grosor de la planta (cm), en el segundo y el tercer muestreo se evaluaron, además de las dos primeras, el número de hojas y el tamaño de la flor (cm), en el cuarto muestreo se colectaron la información de las variables señaladas acompañadas por el número de pétalos y la vida de anaquel (días). Para cada repetición se seleccionaron 10 plantas, haciendo un total de 40 plantas cuantificadas por tratamiento. Se realizó un análisis estadístico con la información de las variables colectadas en la fase de campo, efectuándose análisis de varianza y la prueba de rango múltiple medias de Tukey ($\leq 0,05$). El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS Versión 19.

3. Resultados y Discusión

3.1. Análisis de suelo

El análisis del suelo se muestra en la Tabla 2, constituye un suelo franco arenoso, con bajo contenido de arcilla, lo que influye en su baja fertilidad química. Esta característica física señala a un suelo apto y recomendado para la producción del cultivo de las rosas ya que facilita el desarrollo funcional de las raíces. El pH es medianamente ácido, lo que es bajo para la producción del cultivo de las rosas ya que el mejor suelo para producirlo oscila en un pH de 6,5; la CIC es baja, lo recomendado para el cultivo oscila de 1 a 2 cmolc kg⁻¹; finalmente, la materia orgánica es baja, típica de los suelos arenosos, el porcentaje sugerido para los cultivos perennes es mayor a 2,5 % (Julca-Otiniano *et al.*, 2006). Las determinaciones señaladas son producto del manejo convencional al que han estado sometidos los suelos para el cultivo de rosas en esta parte de los altos del estado de Chiapas, lo que origina los fundamentos para innovar con procesos agroecológicos que contribuyan con el diseño de agroecosistemas sostenibles.

Tabla 2. Propiedades físicas y químicas del suelo.
Table 2. Physical and chemical soil properties.

Propiedades físicas del suelo			Propiedades químicas del suelo		
Arcilla	2,0 %		pH	5,9	Medianamente ácida
Limo	38,0 %	Franco arenoso	CIC	0,30 cmolc kg ⁻¹	Normal bajo
Arena	60,0 %		M.O.	1,08 %	Bajo

3.2. Análisis de microorganismos de montaña activados

En la Tabla 3 se muestra los resultados del análisis microbiológico de los MMA. Se puede afirmar que el consorcio posee alta cantidad de diversidad bacteriana. Camacho Céspedes *et al.* (2018) indican resultados similares al caracterizar MMA usados como agentes optimizadores de compostas. Los microorganismos de montaña son inóculos microbianos con altas poblaciones, principalmente de hongos, bacterias y actinomicetos que se encuentran naturalmente en el suelo. 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 (Melgar Valdes *et al.*, 2013).

Tabla 3. Análisis microbiológicos de los MMA.
Table 3. Microbiological analysis of MMA.

Tipo de microrganismo	UFC mL ⁻¹	Disolución	Medio de cultivo
g-proteobacteria Pseudomonas	1,15 x 10 ⁹	10 ⁶	BK
	>10 ⁴	10 ⁴	BK
Bacterias	7 x 10 ⁸	10 ⁶	LB
	>10 ⁴	10 ⁴	LB
Firmicutes	1,4 x 10 ⁸	10 ⁶	MN
	>10 ⁴	10 ⁴	MN

3.3. Variables de crecimiento vegetal

En la Tabla 4 se presentan las variables de respuesta de la aplicación de los MMA a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación (DDA). Para longitud de tallo a los 15 DDA de los MMA, los tratamientos estadísticamente

Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre variables de crecimiento de la rosa.
Table 4. Effect of treatments on rose growth variables.

Tratamiento	15 DDA		30 DDA			45 DDA			60 DDA		
	Longitud de tallo (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Longitud de tallo (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de hojas	Longitud de tallo (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de hojas	Longitud de tallo (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de hojas
1	4,10 c	0,39 c	59,48 ab	0,74	55,75 b	69,62 bc	0,80 ab	56,55 bc	80,25	0,90	68,00
2	4,35 c	0,38 c	55,11 b	0,73	53,30 b	65,12 c	0,75 b	51,90 c	83,73	1,05	64,00
3	5,18 b	0,45 b	65,70 a	0,79	67,62 a	75,07 ab	0,77 b	69,97 a	85,30	1,02	66,00
4	6,36 a	0,46 b	58,63 ab	0,70	59,42 ab	66,74 c	0,80 ab	65,14 ab	84,15	1,02	65,00
5	6,08 a	0,49 a	67,15 a	0,81	61,12 ab	78,12 a	0,90 a	68,60 a	90,82	1,00	73,00
6	6,16 a	0,44 b	63,74 ab	0,92	61,42 ab	70,14b c	0,92 a	65,86 a	92,75	1,05	67,25
C.V. (%)	18,62	9,30	11,08	20,51	11,54	8,26	10,97	13,38	11,57	25,00	13,00

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($p \leq 0,05$)

superiores fueron manejo convencional + MMA al 20 % c/8 y c/15 días, además del tratamiento ecológico incluyó únicamente la aplicación de los MMA al 20 % c/8 días. A los 30 DDA los tratamientos de manejo convencional al 10 % y 20 % c/15 días fueron superiores estadísticamente. A los 45 DDA el tratamiento estadísticamente superior fueron manejo convencional + MMA al 20 % c/15 días. Finalmente, a los 60 DDA no se presentaron diferencias significativas.

Estos resultados señalan que las aplicaciones de los microorganismos benéficos a mayores concentraciones favorecen la elongación de los tallos de las plantas de rosas, indistintamente si se aplican cada 8 o 15 días. En este sentido, Acosta Almánzar (2012) concluye que la aplicación de los MMA presenta efectos benéficos en las etapas fenológicas de los cultivos al promover un mejor crecimiento de las plantas cultivadas, en este caso la longitud de la planta; aludiendo esto al efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, el cual incrementa el crecimiento, la calidad y la productividad de los órganos de crecimiento de las plantas. Guzñay (2015) y Cueva Camones (2015) sugieren que los microorganismos actúan en los tejidos del crecimiento de las plantas de una forma impresionante ya que facilitan su crecimiento y desarrollo, esto se debe a que contribuyen con la fijación de nitrógeno en el suelo y activan la presencia de minerales de forma orgánica promoviendo en las plantas la capacidad de solubilización de elementos no disponibles. González y Fuentes (2017) señalan que los MMA son promotores de crecimiento en las plantas, tienen la función de suprimir patógenos, y con su metabolismo (solubilizan fosfatos, produciendo hormonas o fijando nitrógeno) benefician la fenología de las plantas, mejorando el desarrollo radicular e incrementando la actividad enzimática.

El diámetro del tallo a los 15 DDA se vio favorecido estadísticamente en el tratamiento de manejo convencional + MMA al 20 % c/15 días. A los 30 DDA no presentó diferencias significativas. A los 45 días los tratamientos de manejo convencional + MMA al 20 % c/15 días y la aplicación de MMA al 20 % c/8 días con manejo ecológico fueron estadísticamente superiores. Por último, a los 60 días DDA no se identificaron diferencias estadísticas. Los resultados indican que las aplicaciones de los MMA a mayores concentraciones favorecen el aumento en el diámetro del tallo de las rosas, sin encontrarse efectos en las frecuencias de aplicación. Parra-Cota *et al.* (2018) mencionan que los MMA son promotores del crecimiento vegetal, los cuales tienen efectos benéficos sobre el crecimiento y salud de las plantas, ya que promueven mayor asimilación de los nutrientes, lo que favorece el aumento del diámetro del tallo de los cultivos. Umaña Carmona (2017) menciona que el cambium es una capa de células que se dividen y se multiplican con rapidez, las cuales son responsables del engrosamiento del tallo de las plantas, lo cual está vinculado con los efectos de los MMA, pues éstos generan las hormonas, citosina y la auxina, que son responsables de esos cambios fisiológicos en los cultivos. Por su parte, Lian Vivar (2017) indica que los MMA favorecen a las yemas axilares y su desarrollo fisiológico hasta llegar a la madurez (tallos), los efectos meristemáticos permanecen en estado durmiente hasta que se activan y se convierten en tallo, su activación se produce cuando la dominancia apical disminuye, la dominancia apical es la inhibición que produce el meristemo apical del tallo sobre las yemas axilares próximas, esta inhibición está mediada por un efecto combinado de hormonas (auxinas), azúcares y otras moléculas señalizadoras.

Las hojas aparecieron 30 DDA y los tratamientos superiores estadísticamente en cuanto al número fueron manejo convencional + MMA al 10 % c/15 días. A los 45 días los tratamientos superiores estadísticamente fueron manejo convencional + MMA al 10 % y al 20 % c/15 días, así como el sistema de manejo ecológico. La aspersión de los MMA a los 60 días no presentó diferencias significativas. Los resultados señalan que las aplicaciones a mayores concentraciones favorecen al aumento del número de hojas en las rosas sin advertir efectos de las frecuencias de aplicación. Luna Feijoo y Mesa Reinaldo (2016) señalan que la actividad fotosintética beneficia al desarrollo del área foliar de las plantas, en donde algunas bacterias fotosintéticas que forman parte de los MMA, como *R. Palustris*, bacteria fototrófica facultativa clasificada como una púrpura, es capaz de producir aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas, vitaminas y azúcares, los cuales pueden ser utilizados por las plantas para su desarrollo foliar. Anguiano Soto *et al.* (2017) mencionan que los MMA pueden colonizar los tejidos internos y externos de las plantas y con ello contribuir con el crecimiento y desarrollo de las partes vegetativas, ayudan a contribuir una mejor adquisición de nutrientes y otros recursos que favorecen el incremento de hojas, toda esta actividad se debe a la producción alta de azúcares, ácidos orgánicos y vitaminas (ácido ascórbico y ácido fólico). Sindhu *et al.*, (2016) indican que los MMA favorecen el enraizamiento de las plantas, por la capacidad de producir cambios en el balance fitohormonal principalmente en la producción de ácido indolacético, así como en la habilidad para solubilizar minerales del suelo como los fosfatos haciéndolos más disponibles y ayudando a generar las hojas de las plantas y fortaleciendo las ya existentes.

3.4. Variables de desarrollo y productividad

La floración inició a los 30 DDA de los MMA sin encontrarse diferencias estadísticas a esta temporalidad en el tamaño de la flor (Tabla 5). A los 45 de la aspersión de microorganismos de montaña el tratamiento de manejo convencional + MMA al 20 % c/15 días fue estadísticamente superior. A los 60 días el tratamiento de manejo ecológico más MMA al 20 % c/8 días fue superior estadísticamente. Los resultados señalan que las aplicaciones de los microorganismos de montaña activados a mayores concentraciones benefician al tamaño del pétalo floral de las rosas sin encontrarse efectos por las frecuencias de aplicación. Orbe (2017) argumenta que el suelo es el medio donde se realizan interacciones entre organismos vivos, factores inertes y elementos minerales, como compuestos orgánicos e inorgánicos, viéndose estos procesos favorecidos con la aplicación de los MMA. Las plantas utilizan los compuestos inorgánicos para sus procesos biológicos, mismos que son sintetizados por los microorganismos benéficos mediante procesos de solubilización y degradación de materia orgánica en compuestos simples aprovechables para las plantas. Los microorganismos del suelo promueven la producción de fitohormonas que ayudan en la floricultura a alargar los tallos de las flores, incrementando su tamaño e inducir a la floración. Villegas-Espinoza *et al.* (2018) indican que los mecanismos por los cuales los MMA benefician a las plantas están fundamentados en la habilidad para solubilizar minerales del suelo como los fosfatos haciéndolos más disponibles, incrementando el crecimiento, la calidad y la productividad, en este caso el tamaño de la flor.

El número de pétalos florales a los 60 DDA de los MMA no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos. Sin embargo, algunas investigaciones señalan que los biofertilizantes a base de MMA benefician el crecimiento y desarrollo de las plantas (Medina Flores y Talavera Loza, 2014), como es el volumen de capítulos florales en plantas ornamentales, debido a sus múltiples funciones como son: fijación del nitrógeno atmosférico, descomposición de desechos orgánicos y residuos, supresión de patógenos del suelo, reciclaje e incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, degradación de tóxicos incluyendo pesticidas, producción de antibióticos y otros componentes bioactivos, producción de moléculas orgánicas simples para el consumo de las plantas, formación de complejos de metales pesados para su absorción limitada por las mismas, solubilización de fuentes de nutrientes insolubles y producción de polisacáridos para mejorar la agregación del suelo (Luna Feijoo y Mesa Reinaldo, 2016).

La vida de anaquel fue superior en el tratamiento de manejo ecológico más 20% de MMA c/8 días. Los resultados señalan que las aplicaciones de los microrganismos de montaña activados a mayor concentración benefician a este componente fundamental para la comercialización de las rosas, pues es deseable una mayor temporalidad en el manejo poscosecha; encontrándose, además, un efecto positivo con la supresión de los insumos de origen sintético, lo cual constituye un elemento importante en el territorio de estudio, en donde la dependencia de los agroquímicos es alta, resultados similares han sido reportados por González y Fuentes (2017). Los MMA promueven en las plantas un mejor ambiente para su crecimiento y desarrollo, originando una mejor calidad y apariencia en las plantas ornamentales, debido a que son una fuente de carga microbiana que contribuye a que los procesos biológicos y químicos del suelo sean más eficientes. Estos microorganismos, mediante sus procesos fisiológicos agilizan la degradación de materia, y esta alta actividad microbiana beneficia

Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre variables de desarrollo y productividad.
Table 5. Effect of treatments on development and productivity variables.

Tratamiento	30 DDA	45 DDA	60 DDA	Número de pétalos	Vida en anaquel (días)
	Tamaño de flor (cm)	Tamaño de flor (cm)	Tamaño de flor (cm)		
1	2,58	3,41 c	4,22 c	46,25	46,25 b
2	2,47	3,32 c	5,57 ab	47,00	47,00 ab
3	2,49	3,47 bc	5,87 ab	45,50	45,50 ab
4	2,65	3,56 bc	5,80 ab	43,00	43,00 ab
5	2,69	3,95 a	5,27 b	46,25	46,25 ab
6	2,78	3,81 ab	6,55 a	47,00	47,00 a
C.V. (%)	14,23	8,37	16,75	5,73	10,35

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($p \leq 0,05$)

la nutrición de las rosas, repercutiendo en una mayor vida de anaquel. Cazalla Jara (2021) señala que los microorganismos benéficos liberan aminoácidos y glúcidos solubles como compuestos orgánicos que pueden ser absorbidos intactos por las plantas para ser utilizado provechosamente en sus procesos metabólicos, para llegar a su desarrollo final, beneficiando así la vida de anaquel.

4. Conclusiones

Se concluye que la aplicación de los microorganismos de montaña activados tuvo efectos favorables en comparación al testigo; encontrándose de forma genérica un efecto benéfico en las mayores concentraciones, mientras que las frecuencias de aplicación no mostraron efectos estadísticos significativos de forma sistemática. Los tratamientos de uso del biofertilizante, MMA al 20 % c/15 días con manejo convencional y el tratamiento de MMA al 20 % c/8 días con manejo ecológico, favorecieron estadísticamente a las variables: longitud del tallo, diámetro del tallo, número de hojas, tamaño de la flor y vida de anaquel. Se destaca el uso de los MMA en el tratamiento ecológico, cuyos resultados podrían coadyuvar a reducir la aplicación de fertilizantes sintéticos, como una alternativa de solución para los problemas nutricionales en el cultivo de las rosas en el municipio de Zinacantán Chiapas, lo que disminuiría los costos de producción, al mismo tiempo se protegerían los recursos naturales y la salud de los agricultores locales.

Contribuciones de los autores

- Juan Cristóbal Torres Pérez: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Adquisición de fondos, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, Supervisión.
- Carlos Ernesto Aguilar Jiménez: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, Software, Supervisión, Validación, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.
- Héctor Vázquez Solís: Conceptualización, Investigación, Metodología, Recursos, Supervisión.
- Mariano Solís López: Conceptualización, Investigación, Metodología, Recursos, Supervisión.
- Eraclio Gómez Padilla: Metodología, Supervisión, Validación, Visualización, Redacción – borrador original.
- José Roberto Aguilar Jiménez: Metodología, Supervisión, Validación, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Referencias

- Acosta Almánzar, H. A. (2012). *Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate en Costa Rica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.bibliotecaorto.catie.ac.cr/handle/11554/3123>

- Anguiano Soto, J. M., Anguiano Cárdenas, J., y Palma García, J. M. (2017). Inoculación de sustrato con bacterias del ácido láctico para el desarrollo de plántulas de *Moringa oleifera* Lam. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(2), 241-247. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802017000200010
- Badillo Cuevas, D. D. (2015). La estética de la milpa como cristalización del movimiento campesino en el valle de Teotihuacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2, 81-84. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263141553009>
- Barbosa, J. C. V., Almeida, E. F. A., Paiva, P. D. de O., Lessa, M. A., de Carvalho, L. M., y Reis, S. N. (2019). Soil management in integrated rose production system. *Ornamental Horticulture*, 25(4), 390-401. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v25i4.2018>
- Basantes, E. R. (2015). Empleo de técnicas isotópicas en investigación agrícola. absorción y recuperación de fertilizantes en cultivos. *Revista Ciencia*, 17(1), 137-145. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/516>
- Bohórquez, W., Gómez, J., y Flórez, V. (2013). Factores nutricionales y alteración en el contenido de antocianinas relacionados con el ennegrecimiento de los pétalos en rosa (*Rosa sp.*). *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 16(1), 103-112. <https://doi.org/10.31910/rudca.v16.n1.2013.864>
- Camacho Céspedes, F., Uribe Lorío, L., Newcomer, Q., Masters, K., y Kinyua, M. (2018). Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO). *UNED Research Journal*, 10(2), 330-341. <https://doi.org/10.22458/urj.v10i2.2163>
- Castro Barquero, L., Murillo Roos, M., Uribe Lorío, L., y Mata Chinchilla, R. (2015). Inoculación al suelo con *pseudomonas fluorescens*, *azospirillum oryzae*, *bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39(3), 21-36. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v39i3.21787>
- Cazalla Jara, A. (2021). *Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial como fertilizante de utilidad agronómica*. Universidad de Jaén. <http://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/14558>
- Cortés Jiménez, S., Etchevers Barra, J. D., Hidalgo Moreno, C. M. I., y Navarro Garza, H. (2017). Estado nutrimental del agroecosistema rosa (*Rosa spp.*) en la ladera este del Iztaccíhuatl. *Terra Latinoamericana*, 35(3), 237-246. <https://doi.org/10.28940/terra.v35i3.132>
- Cueva Camones, L. N. (2015). *Efecto de la aplicación de tres dosis de humus y microorganismos eficaces en el cultivo del brócoli*. Universidad Nacional-Santiago Antúnez de Mayolo. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1062>
- de Lima Franzen, F., Rodrigues de Oliveira, M. S., Lidório, H. F., Farias Menegaes, J., y Martins Fries, L. L. (2019). Composición química de pétalos de flores de rosa, girasol y caléndula para su uso en la alimentación humana. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 20(1), 149-158. https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num1_art:1252
- Dubois, A., Remay, A., Raymond, O., Balzergue, S., Chauvet, A., Maene, M., Pécriv, Y., Yang, S-H., Jeauffre, J., Thouroude, T., Boltz, V., Martin-Magniette, M-L., Janczarski, S., Legeai, F., Renou, J-P., Vergne, P., Le Bris, M., Foucher, F., y Bendahmane, M. (2011). Genomic approach to study floral development genes in *Rosa sp.* *PLoS ONE*, 6(12), e28455. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028455>
- Fougère-Danezan, M., Joly, S., Bruneau, A., Gao, X-F., y Zhang, L-B. (2015). Phylogeny and biogeography of wild roses with specific attention to polyploids. *Annals of Botany*, 115(2), 275-291. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu245>
- Gayosso-Rodríguez, S., Borges-Gómez, L., Villanueva-Couoh, E., Estrada-Botello, M. A., y Garruña-Hernández, R. (2016). Sustratos para producción de flores. *Agrociencia*, 50(5), 617-631. <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1237>
- González, H., y Fuentes, M. (2017). Mecanismo de acción de cinco microorganismos promotores de crecimiento vegetal. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 17-31. <https://doi.org/10.22267/rcia.173401.60>
- Guznay, C. (2015). *Guía agroecológica para una agricultura resiliente en la parte baja de la subcuenca del río Daule*. Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras-AVSF. <https://www.avsf.org/es/posts/2254/full/gui-agroecologica-para-una-agricultura-resiliente-en-la-parte-baja-de-la-subcuenca-del-ri-o-daule-en-ecuador>
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florían, L., Blas-Sevillano, R., y Bello-Ame, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61. https://www.idesia.cl/index.php?option=com_volumenes&view=d&aid=639&vid=29
- Junior, J. S. P., Mattiuz, C. F. M., Pereira, E. M., y Mattiuz, B. H. (2019). Postharvest conservation of ‘Avalanche’ cut roses with hydroxypropyl methylcellulose-beeswax natural coating. *Ciência e Agrotecnologia*, 43, e006419. <https://doi.org/10.1590/1413-7054201943006419>

- Lanchimba Salazar, L. J. (2013). *Respuesta de seis variedades de rosa (Rosa sp.) a tres relaciones nutricionales de Ca, Mg y K. Cayambe, Pichincha*. Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2043>
- Lara-Cortés, E., Osorio-Díaz, P., Jiménez-Aparicio, A., y Bautista-Baños, S. (2013). Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63(3), 197-208. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2013/3/art-2/>
- Lian Vivar, J. C. (2017). *Efecto de niveles de los microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de bambú (Guadua angustifolia Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1918>
- Luna Feijoo, M. A., y Mesa Reinaldo, J. R. (2017). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-40. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>
- Medina Flores, C. M., y Talavera Loza, J. A. (2014). *Efecto de dosis y aplicaciones edáfica y foliar de microorganismos de montaña con y sin sales minerales en el rendimiento del cacao (Theobroma cacao L.) variedad criolla, municipio San José de Bocay, Jinotega*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. <https://repositoriosiideca.csuca.org/Record/RepoUNANL4300>
- Melgar Valdes, C. E., Barba Macías, E., Álvarez González, C. A., Tovilla Hernández, C., y Sánchez, A. J. (2013). Efecto de microorganismos con potencial probiótico en la calidad del agua y el crecimiento de camarón *Litopenaeus annaei* (Decapoda: Penaeidae) en cultivo intensivo. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1215-1228. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v61i3.11936>
- Molina Gómez, H. J., Jiménez Velázquez, M. A., Arvizu Barrón, E., y Sangerman-Jarquín, D. M. (2017). Producción de flores y uso de recursos naturales en Zinacantán, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(3), 583-597. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i3.33>
- Orbe, J. A. (2017). *Evaluación de la eficiencia de microorganismos de montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano*. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6179>
- Ortiz Pulido, J. D. (2018). *Evaluación de la eficacia de la aplicación foliar en rosas con productos microbiológicos EM y agrogreen*. Universidad de Cundinamarca. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2640?locale-attribute=en>
- Paredes Barros, M. X. (2019). *Posicionamiento de los floricultores ecuatorianos frente a los cambios y tendencias del mercado ruso, americano, europeo y chino en la exportación de rosas de corte, como fuente para la toma de decisiones*. Universidad Internacional del Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3834>
- Parra-Cota, F. I., Coronel-Acosta, C. B., Amézquita-Avilés, C. F., de Los Santos-Villalobos, S., y Escalante-Martínez, D. I. (2018). Diversidad metabólica de microorganismos edáficos asociados al cultivo de maíz en el valle del Yaqui. Sonora. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2), 431-442. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1083>
- Ramírez Marrache, K., Florida Rofner, N., y Escobar Mamani, F. (2019). Indicadores químicos y microbiológicos del suelo bajo aplicación de microorganismos eficientes en plantación de cacao (*Theobroma cacao L.*). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2), 21-28. <http://riarn.agro.umsa.bo/index.php/RIIARn/article/view/124>
- Sandoval-Reyes, F., Cortez-Pérez, Y., Reyes-Resendiz, L., y Hernández-Romero, I. (2017). Evaluación de la remediación del suelo contaminado con aceite crudo utilizando microorganismos de montaña. *Revista de Sistemas Experimentales*, 4(13), 25-32. http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_Experimentales/vol4num13/Revista_de_Sistemas_Experimentales_V4_N13_4.pdf
- Sindhu, S. S., Parmar, P., Phour, M., y Sehrawat, A. (2016). Potassium-solubilizing microorganisms (KSMs) and its effect on plant growth improvement. En V. Meena, B. Maurya, J. Verma, y R. Meena (eds), *Potassium solubilizing microorganisms for sustainable agriculture* (pp. 171-185). Springer. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2776-2_13
- Suchini Ramírez, J. G. (2012). *Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio* (1^a ed.). Serie técnica Manual técnico No.104. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7790>
- Umaña Carmona, S. (2017). *Ingeniería ecológica: efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas*. Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/13313>

- Umaña, S., Rodríguez, K., y Rojas, C. (2017). ¿Funcionan realmente los microorganismos de montaña (MM) como estrategia de biofertilización? Un enfoque de ingeniería de sistemas. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 133-144. <https://doi.org/10.15359/rca.51-2.7>
- Verdezoto Vargas, V. H., Almaro Mayorga, G. I., Ramos Mosquera, I. E., Jines Carrasco, A. P. y Rivera, D. (2017). Las sustancias húmicas como sustituto de la materia orgánica en cultivo de rosas (*Rosa spp.*). *RECIAMUC*, 2(2), 421-436. <https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.2.2018.421-436>
- Villegas-Espinoza, J. A., Reyes-Pérez, J. J., Nieto-Garibay, A., Ruiz-Espinoza, F. H., Cruz-Falcón, A., y Murillo-Amado, B. (2018). Bioestimulante Liplant®: su efecto en *Solanum lycopersicum* (L.) cultivado en suelos ligeramente salinos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2), 4137-4147. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.985>
- Vinces Moreira, E. E. (2014). Incidencia de los microorganismos eficientes en el tiempo de descomposición de abonos de origen animal. *Revista La Técnica*, (13), 18-25. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i13.576
- Yanchapaxi, J., Calvache, M., y Lalama, M. (2010). Elaboración de un manual técnico-práctico del cultivo de Rosas (*Rosa sp.*) para exportación. *Rumipamba*, XXIV(1).
- Zvi, M. M., Shklarman, E., Masci, T., Kalev, H., Debener, T., Shafir, S., Ovadis, M., y Vainstein, A. (2012). *PAPI* transcription factor enhances production of phenylpropanoid and terpenoid scent compounds in rose flowers. *New Phytologist*, 195(2), 335-345. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04161.x>