



Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias

Efectos de microorganismos eficientes (EM) en el
enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de
pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Effects of efficient microorganisms (EM) on rooting and
vegetative development of pitahaya (*Hylocereus undatus*)
cladodes

Elvis Michael Carrera Abanto

[0000-0001-5492-7096](tel:0000-0001-5492-7096)

Universidad Científica Del Sur

18000902@cientifica.edu.pe

Cita en APA: Carrera, E. M. (2023). Efectos de microorganismos eficientes (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias, 1(2), 3-18.



Resumen

La principal forma de propagar la pitahaya (*Hylocereus undatus*) es de manera vegetativa por lo que es importante la calidad del material utilizado, ya que de ello depende el resto del proceso productivo. En los objetivos se consideró determinar los efectos de tres dosis de (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Las evaluaciones se realizaron en unidades experimentales homogéneas, con 48 cladodios de pitahaya de 30 cm, los factores de estudio fueron los EM en dosis de 25 ml/L, 50 ml/L y 75 ml/L. Los resultados evidenciaron que la aplicación de EM influyó significativamente en la longitud de brote, peso fresco y peso seco de brote, así como en la longitud de raíz, peso fresco y peso seco de raíz, logrando incrementar sus valores con la aplicación de 75 ml/L de EM (T3).

Palabras claves: Microorganismos eficientes, enraizamiento, desarrollo vegetativo, pitahaya

Abstract

The main way to propagate pitahaya (*Hylocereus undatus*) is vegetatively, so the quality of the material used is important, as the rest of the production process depends on it. The objective of this research was to determine the effects of efficient microorganisms (EM) on rooting and vegetative development of pitahaya (*Hylocereus undatus*) cladodes. The evaluations were carried out in homogeneous experimental units, with 48 pitahaya cladodes of 30 cm, the study factors were the EM in doses of 25 ml/L, 50 ml/L and 75 ml/L. The results showed that the application of MS had a significant influence on shoot length, fresh weight and shoot dry weight, as well as on root length, fresh weight and root dry weight, increasing their values with the application of 75 ml/L of MS (T3).

Keywords: Efficient microorganisms, rooting, vegetative development, pitahaya

Introducción

La pitahaya es una especie perenne, hemiepífita de carácter trepadora con tallos de forma triangular y acostillados; por lo que requiere de un adecuado sistema de tutorado. Esta especie pertenece al orden Caryophyllales, familia de las cactáceas, género *Hylocereus* (Kishore, 2016) y es originaria de América Tropical, principalmente de América Central y el Caribe, y tiene la capacidad de adaptarse a diversas condiciones ambientales, razón por el cual está siendo sembrada ampliamente y es apreciada a nivel comercial en países asiáticos como China, Vietnam, Indonesia y Corea (Verona et al., 2020), y en países de América Latina como Colombia, Brasil, Venezuela, México, Ecuador y Costa Rica los cuales son a su vez los principales países productores y exportadores de pitahaya (Enciso et al., 2011).

Asimismo, la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) es una especie que posee flores grandes de aproximadamente 29 cm de longitud, de coloración verdosa o amarillenta, e interiormente cuenta con segmentos de perianto de color blanco. El fruto de la pitahaya es por lo general de color rojizo y de pulpa blanca, cubierto por bracteolos de color rojo y verde en las puntas. El tamaño promedio del fruto es de 11.3 cm a 14.2 cm, mientras que la circunferencia promedio del fruto es de 25.5 cm a 29.1 cm (Warusavitharana et al., 2017). Además, presenta tallos triangulares, de ángulo convexo entre las yemas del tallo.

La demanda de la pitahaya a nivel internacional ha generado gran interés en el territorio nacional, por lo que se han incrementado las áreas de cultivo de pitahaya principalmente en la región de Piura, Lambayeque, Ica y San Martín. Las variedades de pitahaya roja tienen mejor adaptabilidad al clima costero del Perú, mientras que las variedades de pitahaya amarilla se adaptan mejor a climas amazónicos. Es por ello que la pitahaya amarilla es más cultivada en la selva peruana, principalmente en la región San Martín, donde se cultiva la especie *H. megalantus* (Vargas & López, 2020).

Respecto a la mejora del cultivo de pitahaya, hay investigaciones que enfatizan que la propagación de estacas debe pasar por un proceso de enraizamiento previamente al sembrado con la finalidad de que los brotes y raíces se desarrollen uniformemente, puesto que la siembra directa de las estacas tiene una tasa muy baja de desarrollo y enraizamiento (Garbanzo et al., 2021). Los injertos son otra alternativa para la propagación asexual, para lo cual es esencial un material vegetal de calidad con características genéticas óptimas para ser injertadas en otras variedades (Costa et al., 2006). También se puede realizar cultivos in vitro, de esta manera se asegura que se obtengan plantas saludables y libres de enfermedades. Además, este procedimiento es usado para mejorar genéticamente cualquier especie (Cuellar et al., 2006; Montesinos et al., 2015).

Los mayores avances sobre los EM iniciaron con las investigaciones del profesor Teruo Higa en Okinawa (1970), quien siempre tuvo el interés por la búsqueda de nuevas alternativas naturales en la agricultura, y tras varios experimentos reunió y seleccionó 80 especies de microorganismos con efectos positivos en el desarrollo vegetativo y la productividad de los cultivos (Morocho & Leiva, 2019). Entre los microorganismos fotosintéticos que forman parte de los EM se encuentra el *Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides* (Hoyos et al., 2008). Además, los EM contienen bacterias rizosféricas

que promueven la producción de auxinas y citoquininas, ambas fitohormonas importantes para el desarrollo vegetativo y radicular de las plantas (Zafar et al., 2012).

Con respecto a la eficiencia de los EM, existen diversos estudios que documentan sus beneficios; por ejemplo, en el cultivo de tomate tras la aplicación de microorganismos eficientes, los resultados de biomasa y rendimiento fueron mejores en comparación con el grupo de control, obteniendo 20% más en el rendimiento (Alarcon et al., 2020). Asimismo, en el cultivo de frijol se determinó que los microorganismos eficientes influyen significativamente en los parámetros morfológicos y productivos, incrementando la producción de hojas en 92%, la altura de planta en 72% y el rendimiento del cultivo en 153% (Calero et al., 2019).

El objetivo general del presente estudio es conocer qué microorganismos son más beneficiosos para el crecimiento y desarrollo de los cladodios de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Como otro objetivo se consideró, determinar la dosis adecuada que permita un mejor desarrollo vegetativo pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Método

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el vivero de pitahayas Perú, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Ancón del departamento de Lima (11°44'09.7"S 77°08'45.5"W) a 80 m s. n. m. El lugar de estudio presenta un clima cálido, con una temperatura promedio de 26.2 °C en verano, y de 14.3 °C en invierno, con una precipitación media anual de 12.7 mm, de acuerdo a la data meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

La investigación fue del tipo experimental, adaptado de Alarcon et al. (2020). Consistió en un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y doce repeticiones. Asimismo, fase experimental tuvo una duración de cuatro meses, desde marzo hasta julio del 2022. El análisis de las variables y la recolección de los datos fueron realizados al segundo mes (día 60) y cuarto mes (día 120) del experimento. Para cada evaluación, se analizó 6 plantas por tratamiento. Para el análisis del enraizamiento se realizó la medición del tamaño, peso fresco y peso seco de las raíces; y para el desarrollo vegetativo, se evaluó el tamaño, peso fresco y peso seco de los brotes. Para determinar el peso fresco se utilizó una balanza electrónica, y para la determinación del peso seco, los brotes y raíces fueron colocadas en una estufa por 24 h a 115 °C, y posteriormente fueron pesadas.

El desarrollo de la fase experimental consistió en una recolección de 48 estacas de pitahaya de 30 cm de plantas madre de 6 años de la especie *H. undatus* del fundo San José ubicada en la ciudad de Huaral, Lima. El corte de las estacas se realizó en punta hacia la parte de la base y se dejó que el corte cicatrice por 7 días para evitar que se infecten. Para facilitar el enraizamiento se realizó el despunte del esqueje y posteriormente fueron colocadas en bolsas de vivero de 2.5 L con su respectivo sustrato. Toda la etapa experimental se desarrolló en condiciones de vivero con 50% de luz directa para lo cual se

utilizó un techo de malla raschel. El riego de las plantas se realizó 2 veces a la semana, 4 litros por riego.

El EM utilizado fue el producto comercial EM*1®, el cual, según sus especificaciones técnicas, contiene bacterias fotosintéticas ($\geq 1.6 \times 10^4$ UFC/ml), bacterias ácido-lácticas ($\geq 4.3 \times 10^3$ UFC/ml), levaduras ($\geq 3.3 \times 10^4$ UFC/ml) y enzimas. Para elaborar el activado inicial de EM, en un recipiente herméticamente cerrado se diluyó 5% del producto comercial y 5% de melaza en 90% de agua. Se dejó reposar la mezcla durante 3 a 6 días hasta que emita un olor agrídulce y un pH de 3.5. Posteriormente, para la aplicación en los tratamientos se diluyó en agua en las proporciones especificadas en la en la siguiente tabla (ver Tabla 1). La aplicación fue directo al sustrato cada 10 días durante los dos primeros meses.

Tabla 1

Tratamiento y dosis utilizados en la investigación

Tratamientos	Dosis ml/L	Compuesto
T0	0.0	Agua
T1	25	EM
T2	50	EM
T3	75	EM

Nota: Testigo absoluto (T0), tratamientos (T1, T2yT3).

Fuente: Elaboración Propia.

La aplicación de EM genera efectos positivos en la nutrición y adquisición del agua. Estimula el desarrollo de las raíces incrementando el tamaño radical debido a que los nutrientes se encuentran más disponibles para la planta. Los EM están compuestos por grupos microbianos tales como los microorganismos que producen ácido láctico, las bacterias que producen luz, los parásitos, los hongos, los actinomicetos y los gusanos filamentosos son todos ejemplos de fermentación (Morocho & Leiva, 2019). Algunos de estos microorganismos tienen la capacidad de solubilizar nutrientes tales como P y K, y de fijar el N₂ atmosférico convirtiéndolos en formas asimilables para la planta.

Los resultados fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS versión 20.1. Asimismo, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con las variables de desarrollo vegetativo y desarrollo radicular. Además, se realizó la prueba de comparación de medias a través de la prueba de Tukey. Los análisis se realizaron con un nivel de significancia de 0.05.

Resultados

Los resultados obtenidos se describen a continuación en orden a las variables analizadas.

Características físicas, químicas y de contenido de nutrientes del suelo. En el análisis inicial del sustrato realizado en el mes de marzo del 2022 (ver Tabla 2), se evidencia que el suelo utilizado para el experimento es arenoso, con contenido medio de materia orgánica, muy ligeramente salino y con ligera acidez. No hubo cambios en la clase estructural del sustrato. La disponibilidad de nutrientes: fósforo, nitrógeno y potasio, es media. Mientras que al

cuarto mes se evidenció algunos cambios, el pH pasó a ser ligeramente alcalino, y el contenido de nitrógeno mejoró. No obstante, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el contenido de CaCO₃, fósforo y potasio disminuyeron. En cuanto al contenido de materia orgánica (M.O), al cuarto mes el T3 (75 ml/ L de EM) experimentó una disminución de 3.82 % en la evaluación inicial a 2.55%.

Tabla 2

Características físicas y químicas del suelo, según fecha y tratamiento

Característica	Marzo 2022	Julio (4 meses), según tratamiento			
		Testigo	T1	T2	T3
Físicas					
Arena (%)	95	96	96	96	96
Limo (%)	2	4	4	4	4
Arcilla (%)	3	0	0	0	0
Clase textural	A	A	A	A	A
Químicas					
pH (H ₂ O)	6.33	7.01	7.33	7.3	7.42
CaCO ₃ (%)	1.62	0.89	0.89	0.8	0.89
M.O (%)	3.82	4.86	5.64	5.3	2.55
N (%)	0.04	0.05	0.06	0.0	0.08
P (ppm)	8.2	2.9	1.6	2.4	2.6
K (ppm)	165	56	76	89	114
CE (mS/cm)	0.12	0.64	0.61	0.5	0.61
Ca ⁺² (meq/100g)	4.59	5.79	5.7	4.4	4.59
Mg ⁺² (meq/100g)	1.22	0.54	0.61	0.5	0.67
K ⁺ (meq/100g)	0.19	0.06	0.09	0.1	0.17
Na ⁺ (meq/100g)	0.23	0.01	0.01	0.0	0.01
Suma de cationes	6.23	6.4	6.4	5.1	5.44
Suma de Bases	6.23	6.4	6.4	5.1	5.44
% Saturación de Bases	93	100	100	100	100

Fuente: Elaboración Propia.

Nota. M.O: materia orgánica; CE: conductividad eléctrica.

Evaluación del desarrollo vegetativo del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Longitud de brote, se muestran las medias de la variable de longitud de brote (cm) en la Tabla 3, siendo el coeficiente de variación de 21.52% y 22.05% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente. Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió diferencia significativa del T2 (50 ml/L de EM) y T3 (75 ml/L de EM) con respecto al T1 (25 ml/L de EM) y el testigo (T0), cuya longitud inicial del esqueje fue de 30 cm. No existió diferencia significativa entre el testigo (T0) y T1, y el T2 y T3. Al día 120 de evaluación se evidenció diferencia significativa de todos los tratamientos (T1, T2, T3) con respecto al testigo. No se evidenció diferencia significativa entre el T2 y T3 (ver fig. 1).



Tabla 3
Longitud promedio de brote

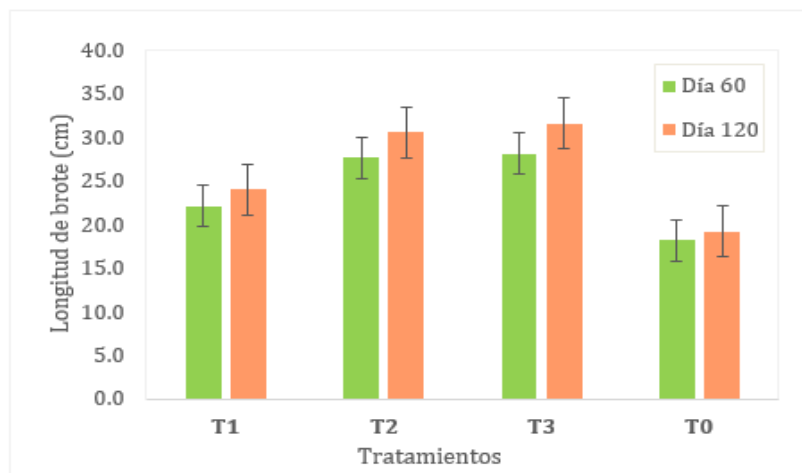
Tratamiento	Dosis	Longitud promedio de brote (cm)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	22.08 a	24.00
T2 EM	50 ml/L agua	27.67 b	30.50 a
T3 EM	75 ml/L agua	28.08 b	31.58 a
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	18.17 a	19.17
Coeficiente de variación (CV%)		21.52	22.05

Fuente: Elaboración Propia.

Nota. Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 1

Longitud de brote promedio de pitahaya



Fuente: Elaboración Propia.

Peso fresco de brote, se muestran las medias de la variable peso fresco de brote (g) (ver Tabla 4), siendo el coeficiente de variación de 14.15% y 22.16% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente. Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación no existió diferencia significativa entre todos los tratamientos (T1, T2, T3) y el testigo. No se evidenció diferencia significativa en el T2 y T3, y el T1 y T0. Al día 120 de evaluación si se evidenció diferencia significativa del T2 y T3 con respecto al T0 (ver fig. 2).

Tabla 4

Peso fresco promedio de brote

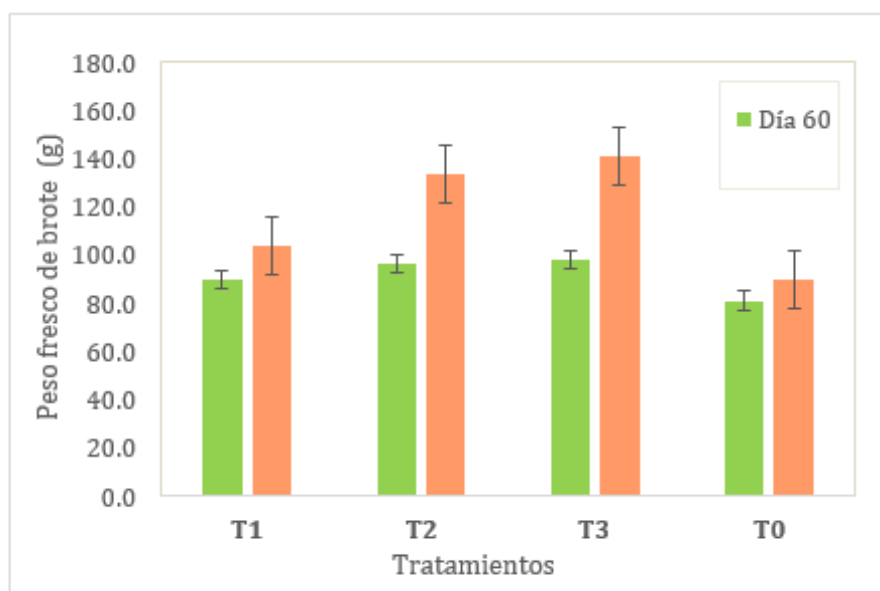
Tratamiento	Dosis	Peso fresco promedio de brote (g)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	90.07 a	104.03 a
T2 EM	50 ml/L agua	96.54 a	133.65 b
T3 EM	75 ml/L agua	98.30 a	140.83 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	81.17 a	90.25 a
Coeficiente de variación (CV%)		14.15	22.16

Fuente: Elaboración Propia.

Nota. Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 2

Peso fresco promedio de brote de pitahaya



Fuente: Elaboración Propia.

Peso seco de brote, se muestran las medias de la variable peso seco de brote (g) (ver Tabla 5), siendo el coeficiente de variación de 30.07% y 30.88% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente.

Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió



diferencia significativa en el T1, T2 y T3 con respecto al testigo. Al día 120 de evaluación no se evidenció diferencia significativa entre el T1 y el testigo, ni entre el T2 y T3. El T3 (dosis: 75 ml/L de EM) tuvo mejor media de peso seco y el testigo la menor media en ambos días de evaluación (ver fig. 3).

Tabla 5

Peso seco promedio de brote

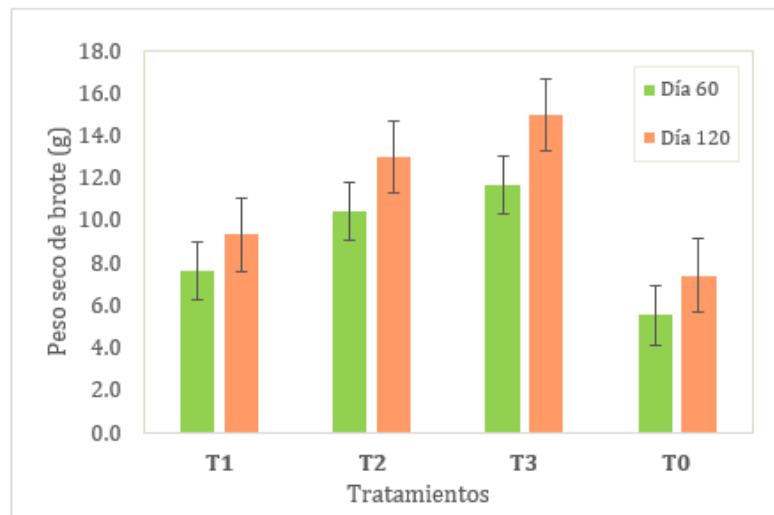
Tratamiento	Dosis	Peso seco promedio del brote (g)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	7.64	9.35 a
T2 EM	50 ml/L agua	10.46 a	13.01 b
T3 EM	75 ml/L agua	11.68 a	14.98 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	5.55	7.41 a
Coeficiente de variación (CV%)		30.07	30.88

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 3

Peso seco promedio de brote de pitahaya.



Fuente: Elaboración propia

*Evaluación del desarrollo radicular del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*).*

Longitud de raíz, se muestran las medias de la variable de longitud de raíz (cm) (ver Tabla 6), siendo el coeficiente de variación de 14.14% y 14.34% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente.

Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió diferencia significativa en el T1, T2, T3 con respecto al testigo. Sin embargo, no se evidenció diferencia significativa entre el T2 y T3. Al día 120 de evaluación no se evidenció diferencia significativa entre el T1 y el testigo, ni entre los tratamientos T1, T2 y T3. El T3 tuvo mejor media de longitud de raíz y el testigo la menor media en ambos días de evaluación (ver fig.4).

Tabla 6

Longitud promedio de raíz

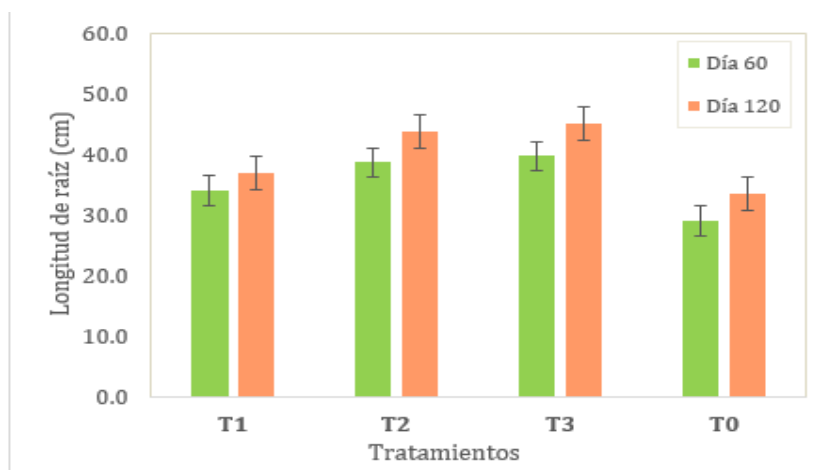
Tratamiento	Dosis	Longitud promedio de raíz (cm)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	33.93	37.00 a b
T2 EM	50 ml/L agua	38.63 a	43.67 b
T3 EM	75 ml/L agua	39.67 a	45.00 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	29.00	33.42 a
Coeficiente de variación (CV%)		14.14	14.34

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 4

Longitud promedio de raíz de pitahaya



Fuente: Elaboración propia

Peso fresco de raíz, se muestran las medias de la variable de peso fresco de raíz (g) (ver Tabla 7), siendo el coeficiente de variación de 27.05% y 21.38% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente.

Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió

diferencia significativa en el T1, T2, T3 con respecto al testigo. No obstante, no se evidenció diferencia significativa entre el T2 y T3. Al día 120 de evaluación no se evidenció diferencia significativa entre el T1 y T0, y entre los tratamientos T1, T2 y T3. El T3 tuvo mejor media de peso fresco de raíz y el testigo la menor media en ambos días de evaluación (ver fig. 5).

Tabla 7

Peso fresco promedio de raíz

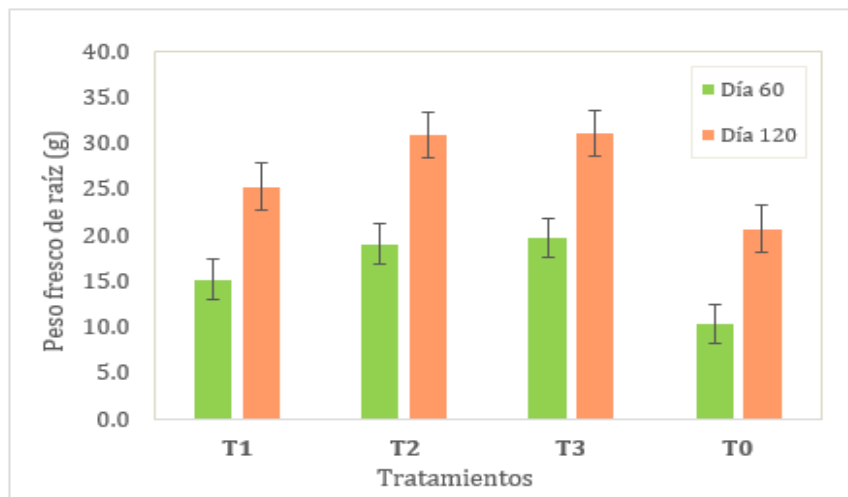
Tratamiento	Dosis	Peso fresco promedio de raíz (g)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	15.15	25.24 a b
T2 EM	50 ml/L agua	18.99 a	30.90 b
T3 EM	75 ml/L agua	19.62 a	31.10 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	10.30	20.64 a
Coeficiente de variación (CV%)		27.05	21.38

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 5

Peso fresco promedio de raíz de pitahaya



Fuente: Elaboración propia

Peso seco de raíz, se muestran las medias de la variable de peso seco de raíz (g) (ver tabla 8), siendo el coeficiente de variación de 37.09% y 31.36% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente.

Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió

diferencia significativa en el T2, T3 con respecto al testigo. Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre el T2 y T3; T1 y T2; y T1 y el testigo. Al día 120 de evaluación no existió diferencia significativa entre el T1 y el testigo, ni entre el T2 y T3. El T3 tuvo mejor media de longitud de raíz y el testigo la menor media en ambos días de evaluación (ver fig. 6).

Tabla 8

Peso seco promedio de raíz

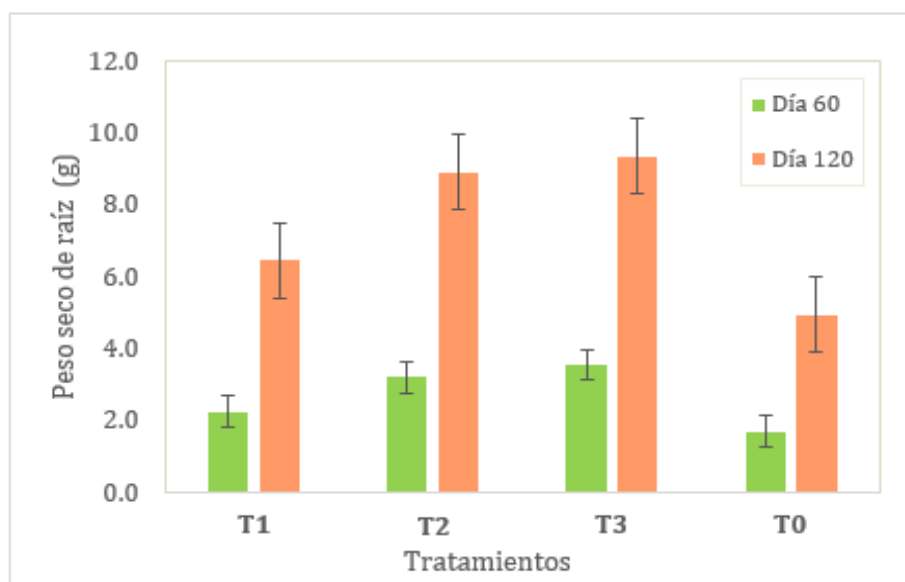
Tratamiento	Dosis	Peso seco promedio de raíz (g)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	2.25 a c	6.44 a
T2 EM	50 ml/L agua	3.19 b c	8.90 b
T3 EM	75 ml/L agua	3.54 b	9.34 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	1.69 a	4.94 a
Coeficiente de variación (CV%)		37.09	31.36

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 6

Peso seco promedio de raíz de pitahaya



Fuente: Elaboración propia

Discusiones

En cuanto a su investigación, con respecto al N en el suelo, se presentó un aumento en los tratamientos. Siendo el tratamiento con mayor contenido de N el T2 (dosis: 50 ml/L de EM) con 0.09%, seguido del T3 (dosis: 75 ml/L de EM) con 0.08% y el T1 (dosis: 25 ml/L de EM) con 0.06%. Así mismo, mencionan que este comportamiento es debido a que se añadieron microorganismos eficientes, compuesta por una gran diversidad microbiana con capacidad de fijar, solubilizar y liberar elementos como el nitrógeno, potasio, fósforo, azufre, calcio y magnesio (Monge et al., 2022). Por otro lado, en cuanto al contenido de K, al cuarto mes (julio) se observó una disminución en todos los tratamientos, lo cual es debido a que tanto en los tratamientos como en el testigo no se aplicaron enmiendas que incrementen el contenido de K en el suelo. La disponibilidad del fósforo (P) es importante para el desarrollo y crecimiento vegetativo puesto que forma parte de más del 0.2% del peso seco de la planta (Banerjee et al., 2010).

En esta investigación el contenido de P en el mes de julio presentó una disminución drástica en los tratamientos con la aplicación de EM a 25 ml/L (1.6 ppm), 50 ml/L (2.4 ppm), 75 ml/L (2.6 ppm) en comparación con la evaluación inicial (marzo), en el cual se obtuvo 8.2 ppm de P. Esto es debido a que durante el experimento no se añadieron enmiendas, por lo que la planta absorbió el fósforo soluble disponible. Además, que los EM añadidos contienen microorganismos solubilizadores de fosfato que mediante diferentes mecanismos biológicos solubilizan los fosfatos insolubles. Ruiz (2021) menciona que los microorganismos eficientes tienen la capacidad de producir proteasas y fosfatasa, siendo ambas enzimas esenciales en el proceso de solubilización y mineralización del fósforo orgánico, mejorando la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el mantener adecuada la relación suelo - planta.

Por su parte, Satyaprakash et al. (2017) señalan que los microorganismos eficientes que solubilizan fosfato en el suelo tienen diversos mecanismos. Producen ácidos orgánicos que facilitan la solubilización de los fosfatos insolubles (fosfatos secundarios y terciarios) principalmente en el área del sistema radicular. Posteriormente, los fosfatos solubles son absorbidos por la planta, favoreciendo así su desarrollo vegetativo.

Respecto al contenido de materia orgánica en la primera evaluación, solo en el T3 se evidenció una reducción de 3.82% a 2.55% al cuarto mes de evaluación, a una dosis de aplicación de 75 ml/L de EM. Este comportamiento se debe a la presencia de microorganismos eficientes que aceleran la metabolización de la materia orgánica y genera que los macro y micronutrientes se encuentren más disponibles para la planta (Medina et al., 2014), teniendo efectos positivos en la tasa de germinación de semillas, así como en el desarrollo y crecimiento de brotes vegetativos y reproductivos (Ruiz, 2021). Los EM al entrar en contacto con la materia orgánica sintetizan y liberan ácidos orgánicos, minerales quelatados y sustancias antioxidantes, facilitando la descomposición de la materia orgánica, aumentando el contenido de humus, y modificando la micro y macro flora de los suelos, convirtiéndose así en supresores de enfermedades para los cultivos (Morocho & Leiva, 2019).

Conclusiones

La disponibilidad de nutrientes: fósforo, nitrógeno y potasio, es media. Mientras que al cuarto mes se evidenció algunos cambios, el pH pasó a ser ligeramente alcalino, y el contenido de nitrógeno mejoró. No obstante, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el contenido de CaCO₃, fósforo y potasio disminuyeron. En cuanto al contenido de materia orgánica (M.O), al cuarto mes el T3 (75 ml/ L de EM) experimentó una disminución de 3.82 % en la evaluación inicial a 2.55%.

La dosis de EM que permitió obtener las mayores medias en los parámetros de desarrollo vegetativo (longitud de brote, peso fresco y peso seco de brote) y desarrollo radicular (longitud de raíz, peso fresco y peso seco de raíz) en el cultivo de pitahaya fue la aplicación de 75 ml/L de EM.

La aplicación de EM para el enraizamiento y desarrollo vegetativo del cultivo de pitahaya fue favorable en todos los tratamientos. A pesar que se evidenció una tendencia al incremento de los valores de los parámetros a medida que la dosis fue mayor, no se encontraron diferencias significativas entre el T2 (50 ml/L de EM) y T3 (75 ml/L de EM). En este sentido, para hacer el uso eficiente de los EM en los cultivos de pitahaya, y obtener efectos positivos en el desarrollo de la planta es suficiente con la aplicación de dosis de 50 ml/L de EM (T2).

Referencias

- Alarcon, J., Recharte, D., Yanqui, F., Moreno, S., & Buendía, M. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 67- 73. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.08>
- Banerjee, S., Palit, R., Sengupta, C., & Standing, D. (2010). Stress induced phosphate solubilization by *Arthrobacter* sp. and *Bacillus* sp. isolated from tomato rhizosphere. *Australian Journal of crop science*, 4(6), 378-383.
- Calero, A., Pérez, Y., Quintero, E., Olivera, D., & Peña, K. (2019). Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del frijol común. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(2), 295-308. https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1460
- Costa, D., Pio, R., Scarpore, J., Neubern, M., Paes, L., Dias, T., & Bakker, S. (2006). Propagation of red pitaya (*Hylocereus undatus*) by cuttings. *Ciencia e Agrotecnología*, 30(6), 1106-1109. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542006000600009>
- Cuellar, L., Morales, E., & Trevino, J. (2006). La germinación in vitro una alternativa para obtener explantes en Cactáceas. *Zonas Áridas*, 10, 129-133.

<http://www.lamolina.edu.pe/CIZA/PDFs/ZA10%20%20FINALweb.pdf#page=129>

- Enciso, T., Zazueta, M., Rangel, M., Torres, J., Romero, M., & Verdugo, S. (2011). Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(1), 63-72.
- Garbanzo, G., Vega, E., Rodríguez, J., Urbina, C., Lázaro, W., Alvarado, K., Barrientos, R., Duarte, K., Mora, J., Trujillo, V., & Rojas, J. (2021). Evaluación de tamaño de cladodios y bio-estimulantes de enraizamiento para la propagación de pitahaya. *Agronomía Costarricense*, 45(2), 29-40. <https://doi.org/10.15517/RAC.V45I2.47765>
- Hoyos, D., Alvis, N., Jabib, L., Garcés, M., Pérez, D., & Mattar, S. (2008). Utilidad de los microorganismos eficaces (em®) en una explotación avícola de córdoba: Parámetros productivos y control ambiental. *Revista MVZ Córdoba*, 13(2), 1369-1379. <https://doi.org/10.21897/rmvz.397>
- Kishore, K. (2016). Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae*, 213, 294-302. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.10.047>
- Monge, J., Loría, M., y Oreamuno, P. (2022). Efecto de un biol en las características del suelo y la producción de brotes en pitahaya (*Hylocereus* sp.). *UNED Research Journal*, 14(1), e3836-e3836. <https://doi.org/10.22458/URJ.V14I1.3836>
- Montesinos, J., Rodríguez, L., Ortiz, R., Fonseca, M., Ruíz, G., y Guevara, F. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropicales*, 36, 67-76. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500007
- Morocho, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro agrícola*, 46(2), 93-103.
- Ruiz, J. (2021). *Comparación productiva del cultivo de pitahaya (Hylocereus undatus) a la aplicación de microorganismos de montaña y microorganismos eficientes en el recinto de Cerecita - Guayas* [Tesis de licenciatura, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Agraria del Ecuador. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RUIZ_LOYOLA JOSSELYN.pdf
- Satyaprakash, M., Nikitha, T., Reddi, E. U. B., Sadhana, B., & Satya, S. (2017). Phosphorous and phosphate solubilising bacteria and their role in plant nutrition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(4), 2133-2144. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.251>
- Vargas, K. y López, R. (2020). *Guía Técnica del cultivo de pitahaya (Hylocereus megalanthus) en la región Amazonas*. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/1052>

- Vargas, Y., Pico, J., Díaz, A., Sotomayor, D., Burbano, A., Caicedo, C., Paredes, N., Congo, C., Tinoco, L., Bastidas, S., Chuquimarca, J., Macas, J., & Viera, W. (2020). *Manual del Cultivo de Pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5551>
- Verona, A., Urcia, J., y Paucar, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453.
<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.03.16>
- Warusavitharana, A., Peiris, K., Wickramatilake, K., Ekanayake, A., Hettiarachchi, H., & Bamunuarachchi, J. (2017). Performance of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) in the low country wet zone (LCWZ) of Sri Lanka. *ISHS Acta Horticulturae*, 1178, 31-34.
<https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2017.1178.5>
- Zafar, M., Abbasi, M. K., Khan, M. A., Khaliq, A., Sultan, T., & Aslam, M. (2012). Effect of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Growth, Nodulation and Nutrient Accumulation of Lentil Under Controlled Conditions. *Pedosphere*, 22(6), 848-859.
[https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(12\)60071-X](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(12)60071-X)