





Evaluación del desempeño del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) frente a tres fertilizantes foliares en la parroquia Nuevo Paraíso, Orellana, Ecuador

Evaluation of cucumber (*Cucumis sativus*) crop performance against three foliar fertilizers in Nuevo Paraíso parish, Orellana, Ecuador.

Lourdes Aguirre-Cobeña ^{1,*} Diego Salguero-Ramos ² Amanda Bonilla-Bonilla ³,
Rodrigo Salazar-López ⁴

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Orellana, Ecuador; lourdes.aguirre@epoch.edu.ec.

² Unidad educativa "Capitán Giovanny Calles", Docente de Estudios Sociales, Orellana, Ecuador; disalgueiro@yahoo.com.

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador; amanda.bonilla@epoch.edu.ec.

⁴ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador; rodrigo.salazar@epoch.edu.ec.

* Correspondencia: lourdes.aguirre@epoch.edu.ec; Tel. +593 960 134 396
Available from: <http://dx.doi.org/10.21931/BJ/2024.01.01.11>

RESUMEN

La producción de pepino en la región amazónica del Ecuador se ha intensificado en los últimos años, debido a las condiciones climáticas idóneas para este cultivo. En la parroquia Nuevo Paraíso, de la provincia de Orellana se siembra el pepino en pequeñas superficies (>1ha) destinado a consumo local. Los productores han visto la necesidad de aumentar sus rendimientos con la aplicación de fertilizantes foliares. El propósito de este estudio fue comparar el desempeño del cultivo de pepino utilizando tres tipos de fertilizantes foliares comerciales con su respectivo análisis económico. La prueba piloto se realizó en un terreno de 1200 m² donde se aplicaron los fertilizantes Evergreen (2.5 cm/2L), Metalasote (2.5 cm/2L), Agrostemin (1gr) evaluando la altura de planta, número de hojas y flores, diámetro del tallo y características del fruto a los 22, 37 y 49 días y comparándolo con el testigo. Los hallazgos mostraron que Evergreen es una opción rentable con un costo-beneficio de \$1,27 y con mejores características de planta y fruto. Este estudio sugiere la aplicación del fertilizante Evergreen en la etapa de crecimiento y floración del cultivo de pepino dado que representa mejores ingresos por hectárea, un mejor costo-beneficio y mayor porcentaje de ganancia respecto a los demás fertilizantes foliares.

Palabras clave: Altura de planta; costo-beneficio; Fertilizantes; Pepino; análisis económico

ABSTRACT

Cucumber production in the Amazon region of Ecuador has intensified in recent years due to the ideal climatic conditions for this crop. In the Nuevo Paraíso parish in the province of Orellana, cucumber is grown in small areas (>1 ha) for local consumption. The producers have seen the need to increase their yields by applying foliar fertilizers. The purpose of this study was to compare the performance of the cucumber crop using three types of commercial foliar fertilizers with their respective economic analysis. The pilot test was carried out in a 1200 m² field where Evergreen (2.5 cm/2L), Metalasote (2.5 cm/2L), and Agrostemin (1gr) fertilizers were

applied, evaluating plant height, number of leaves and flowers, stem diameter and fruit characteristics at 22, 37 and 49 days and comparing it with the control. The findings showed that Evergreen is a cost-effective option with a cost-benefit of \$1.27 and better plant and fruit characteristics. This study suggests the application of Evergreen fertilizer in the growth and flowering stage of the cucumber crop since it represents better income per hectare, a better cost-benefit, and a higher profit percentage than other foliar fertilizers.

Keywords: Plant height; cost-benefit; fertilizer; cucumber; economic analysis.

INTRODUCCIÓN

La producción y cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) es una actividad agrícola ampliamente practicada en muchos países del mundo. En el año 2021, se produjeron alrededor de 93.5 millones de toneladas, siendo este el año con la mayor producción registrada a nivel mundial. Se estima que alrededor de 198 países son productores de pepino, y entre los cinco principales productores se encuentran China en el primer lugar, con una producción de 75.548 millones de kilos, seguido por Turquía con 1.890 millones, Rusia con 1.649 millones, Ucrania con 1.079 millones y México con 1.039 millones de kilos ¹.

El pepino es una hortaliza importante y uno de los miembros más populares de la familia Cucurbitaceae ². Se considera que es una de las hortalizas más antiguas cultivadas por el hombre, con registros históricos que se remontan a hace 5.000 años ³. La necesidad de formas renovables de energía y la reducción de los costes de fertilización de los cultivos han reactivado el uso de abonos orgánicos en todo el mundo ⁴. Los abonos orgánicos pueden sostener los sistemas de cultivo mediante un mejor reciclaje de nutrientes y la mejora de los atributos físicos del suelo ⁵. Se ha recomendado el uso complementario de fertilizantes orgánicos con inorgánicos para mantener los cultivos a largo plazo en los trópicos ⁶. Los nutrientes de los fertilizantes inorgánicos mejoran el establecimiento de los cultivos mientras que los de la mineralización de los abonos orgánicos mejoran el rendimiento cuando se combinan ambos fertilizantes ⁷.

La mayor producción de pepino en el Ecuador registrada ha sido de 4.512 toneladas y ocupan el puesto 92 a nivel mundial. Aunque se considera un producto no tradicional en los cultivos estacionales del país, la mayor producción de pepino se concentra en las regiones costeras del Ecuador, principalmente en las provincias de Manabí, Santa Elena y Guayas. Sin embargo, también se cultiva en pequeñas cantidades en los valles cálidos de la sierra y en algunas áreas de la región Amazónica, aunque su producción en esta última región es limitada ⁸. En la Amazonía ecuatoriana, el cultivo de pepino es altamente demandado debido a su popularidad como hortaliza. Sin embargo, la producción de pepino en esta región es limitada debido a las condiciones climáticas principalmente (elevada humedad (94%) y temperatura (32°C)). Estudios realizados en la provincia de Orellana han determinado que es posible cultivar pepino en estas condiciones, pudiendo haber mejoras en la producción ⁹.

Específicamente, en la provincia de Orellana, en la región amazónica de Ecuador, la producción de pepino ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, pero este cultivo es fundamental llevarlo a cabo mediante prácticas sostenibles que minimicen el impacto ambiental y promuevan la conservación de los recursos naturales en la región ¹⁰. Concretamente, en la parroquia Nuevo Paraíso, no se lleva a cabo la siembra de pepino a gran escala, sino más bien en pequeñas parcelas para consumo local a base de fertilizantes orgánicos. Estudios de suelos de la zona han indicado condiciones edafológicas propicias para la producción de pepino debido a concentraciones adecuadas de nutrientes. Esto podría ofrecer una oportunidad económica para que los pequeños agricultores ¹¹ de la parroquia mejoren el desempeño del cultivo de pepino incorporando fertilizantes inorgánicos en el proceso productivo del cultivo

El cultivo de pepino es atractivo para muchos agricultores debido a su capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos y climas, lo que permite su cultivo en diversas regiones. Sin embargo, es importante tener en cuenta que cada región puede requerir prácticas de cultivo y manejo específicas para maximizar su rendimiento. Según la FAO el 46,21% y 46,27% de los participantes de un estudio indicaron que la fertilización adecuada y periódica en pepino, en tiempos oportunos, solamente es necesario, siempre y cuando se cuente con una asesoría profesional para determinar la composición adecuada del fertilizante ¹².

Los fertilizantes son sustancias que proporcionan nutrientes esenciales a las plantas para mejorar el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Contienen diferentes macroelementos como nitrógeno, fósforo, potasio esenciales para el crecimiento de las plantas y microelementos que son absorbidos por las raíces y utilizados en la síntesis de proteínas y otros compuestos esenciales¹³. Los fertilizantes también pueden mejorar la calidad de los cultivos y aumentar su resistencia a enfermedades y estrés ambiental¹⁴. La fertilización es un factor crítico en la agricultura, ya que proporciona los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas. Por lo tanto, llevar a cabo una evaluación de la aplicación de diferentes fertilizantes en el rendimiento del cultivo de pepino puede ser beneficioso para determinar la estrategia de fertilización más efectiva y obtener los mejores resultados en términos de productividad, calidad y retorno de inversión.

En base a lo anteriormente mencionado, el presente estudio hipotetiza que los fertilizantes inorgánicos aplicados mejoran no solamente a altura de la planta sino también incrementa el número de flores y hojas, así como el diámetro del fruto y las características de peso, largo y número de frutos por planta. El propósito de este estudio fue comparar tres tipos de fertilizantes ofertados en el mercado nacional sobre el desempeño del cultivo de pepino realizando el respectivo análisis económico a fin de determinar el mejor costo-beneficio. Lo anterior permite a los agricultores mejorar la calidad de sus cosechas y la rentabilidad del cultivo en la parroquia Nuevo Paraíso

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el terreno del señor Bequer Aguirre (Figura 1), ubicado en el Km 8 de la parroquia Nuevo paraíso del cantón Orellana posicionada en las coordenadas, latitud $0^{\circ} 22' 9,5''$ S y una longitud de $77^{\circ} 1' 26,6''$ E. El terreno posee una superficie de 1200 m^2 y se encuentra a una altitud de 282 msnm. La zona donde se encuentra el terreno presenta temperaturas entre 25 a 36°C con precipitaciones de 2650 mm/año entre marzo a junio y 4500 mm/año entre octubre a diciembre, una humedad relativa media del 81% y 1217 mm/año de evo transpiración.

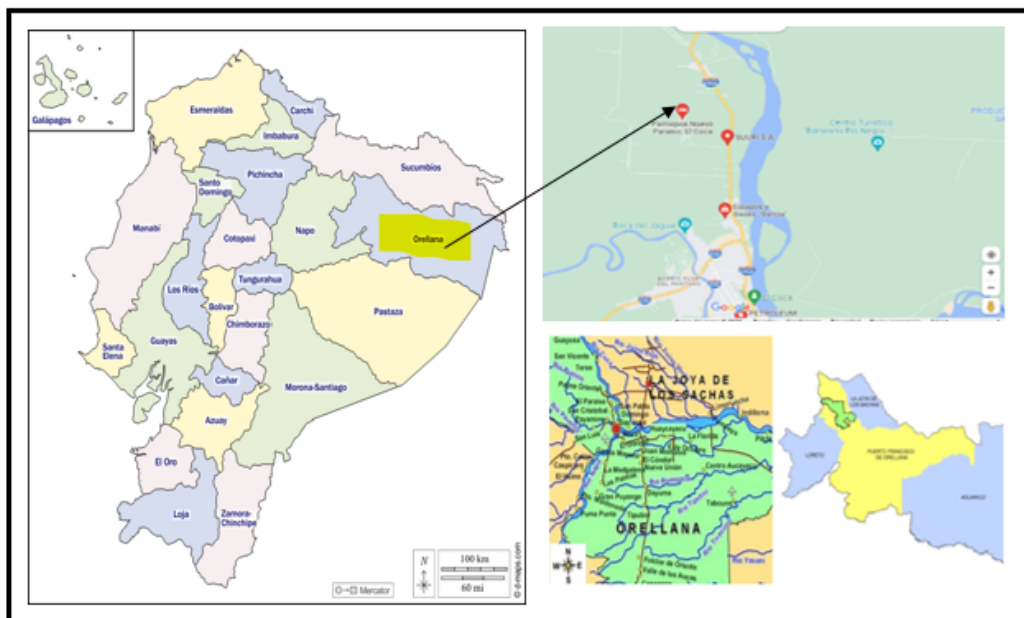


Figura 1. Localización del sitio de estudio

Se trabajó en 156 m^2 netos de los 1200 m^2 que tiene el terreno. Antes de iniciar la prueba piloto, se realizó una limpieza exhaustiva del terreno y se tomaron ocho muestras de suelo siguiendo una forma de zigzag por todo el terreno. Estas muestras fueron enviadas al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de la ciudad de Quito para su evaluación. Se determinó que el suelo tuvo una textura “franca”, con un nivel de pH de 6.14 y con deficiencia de calcio. En base a ello, se decidió aplicar cal a todo el terreno a

manera de enmienda de esta deficiencia. Una vez preparado el suelo, se desinfectaron las bandejas de germinación y se colocaron semillas certificadas de la empresa AGROSAD. Las semillas se remojaron diariamente durante cuatro días hasta que germinaron y desarrollaron las tres primeras hojas donde alcanzaron una altura aproximada de 7 cm hasta ser trasplantadas al lugar definitivo. Una vez que cumplieron estas dos características, las plantas se sembraron en camas de dimensiones (4,20 m de largo por 1,6 m de ancho) con una separación de 1,6 m entre camas. La distancia de siembra fue de 20 m entre hileras y 1,5 m entre plantas. La siembra se realizó al inicio del periodo lluvioso (marzo-julio), aplicando un diseño completamente al azar. Dentro de cada cama se sembraron dos hileras de pepino y en cada hilera se ubicaron 9 plantas, teniendo un total de 18 plantas por cama. Las plantas se sembraron en un total de 12 camas. En la tabla 1, se visualiza las características de las unidades experimentales.

Características de las unidades experimentales	unidades
Unidades experimentales	10
Número de repeticiones	3
Número de tratamientos	4
Número de plantas por tratamiento	54
Número de plantas por repetición	10
Número de plantas en la investigación	216
Área total de ensayo	156 m ²

Tabla 1. Características de las unidades experimentales

Durante la etapa de crecimiento y floración del cultivo se aplicaron tres tipos fertilizantes correspondientes a cada tratamiento (Tabla 2). Estas aplicaciones se realizaron cada ocho días, con un complemento de Yaramila para todas las plantas.

Tratamientos	Nombre comercial	Dosis	Nombre
L1	Evergreen	2.5 ml/2 litros	Evergreen
L2	Metalasote	2.5 ml/2 litros	Metalasote
L3	Agroestemin	1g	Ácidos húmicos
L4	Testigo	ninguna	Testigo

Tabla 2. Tratamientos aplicados en el sitio de estudio.

Una vez que las plantas alcanzaron una altura de 10 cm, se realizó la labor de tutorado para brindar soporte y favorecer el crecimiento vertical. Asimismo, se llevaron a cabo aplicaciones regulares de insecticidas para prevenir y controlar posibles plagas en el cultivo. La evaluación de los fertilizantes se los realizó a los 22, 37 y 49 días después del día de trasplante.

Para el conteo del número de hojas y flores se consideró los días fenológicos de la planta; es decir, al día cero (del trasplante), el día 22, día 37 y día 49. El conteo fue realizado manualmente eligiendo al azar el 60% de las plantas sembradas en cada cama durante días soleados en las primeras horas de la mañana (7 am) y registrando los datos en una libreta de campo. La altura de las plantas se midió con una regla matemática desde el día del trasplante, tomando en cuenta que la medida comenzó desde la base de la planta hasta el ápice de ésta. Se eligió el 60% de las plantas al azar sembradas en cada cama; estas plantas fueron otras, que las que se midió el número de hojas. Para el diámetro del tallo, se midió por medio de un calibrador de plástico de 1500 mm de modelo vernier obteniéndose la medida en cm². Estas mediciones fueron realizadas en otras plantas diferentes a la de las dos variables anteriores y realizadas a las primeras horas de la mañana (7am). En cuanto a la evaluación de los frutos, se tomaron medidas en cada cosecha, realizando un total de cuatro cosechas. Se

obtuvo un valor promedio para el número de frutos cosechados por planta, largo, diámetro y el peso de los frutos. Se seleccionó el 60% de plantas sembradas por cada cama. Toda la información recolectada en campo fue procesada en el programa IBM SPSS Statistics 26/libre 1989-2019 software estadístico.

RESULTADOS

Altura de planta

En la Tabla 3 se presentan las mediciones de la altura de las plantas de pepino en cuatro momentos distintos (al día 1, 22, 37 y 49), las cuales fueron medidas desde el ras del suelo hasta el ápice de la planta. En el día 1, se observó que el tratamiento L1 tuvo la mayor altura seguido por el tratamiento L4, L2 y L3. Al día 22, el tratamiento L1 se mantuvo con la mayor altura, seguido de los tratamientos L2, L3 y L4. A los 37 días y 49 días, los tratamientos se mantuvieron en este mismo orden, evidenciándose diferencias significativas en la altura de la planta, entre L1 y L2 con los tratamientos L3 y L4.

Tratamiento	Al día 1	A 22 días	A 37 días	A 49 días
L1	6,50 ± 0,09 b	12,83 ± 0,17 c	111,83 ± 1,30 c	137,23 ± 2,80 b
L2	6,13 ± 0,10 ab	10,19 ± 0,43 b	96,33 ± 1,92 b	129,17 ± 2,67 b
L3	5,87 ± 0,11 a	8,27 ± 0,14 a	86,83 ± 1,72 a	119,67 ± 2,42 a
L4	6,27 ± 0,12 b	8,10 ± 0,14 a	81,83 ± 1,16 a	114,83 ± 2,38 a

Las letras en minúscula (a,b) representan diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Tabla 3. Altura de planta de pepino por tratamiento

Número de hojas

En la figura 2, se registraron los datos correspondientes al número de hojas para los diferentes tratamientos de fertilizantes. El número de hojas fue similar para todos los tratamientos en el día 22, sin embargo, al día 37, el número de hojas fue mayor con el tratamiento L1 (27 hojas), en relación con los demás tratamientos. Finalmente, al día 49, el número de hojas siguió siendo mayor para el tratamiento L1 (34 hojas), seguido de L2, L4 y L3, evidenciando diferencias significativas entre L1 y los otros tratamientos, así como entre L2 con L3 y L4.

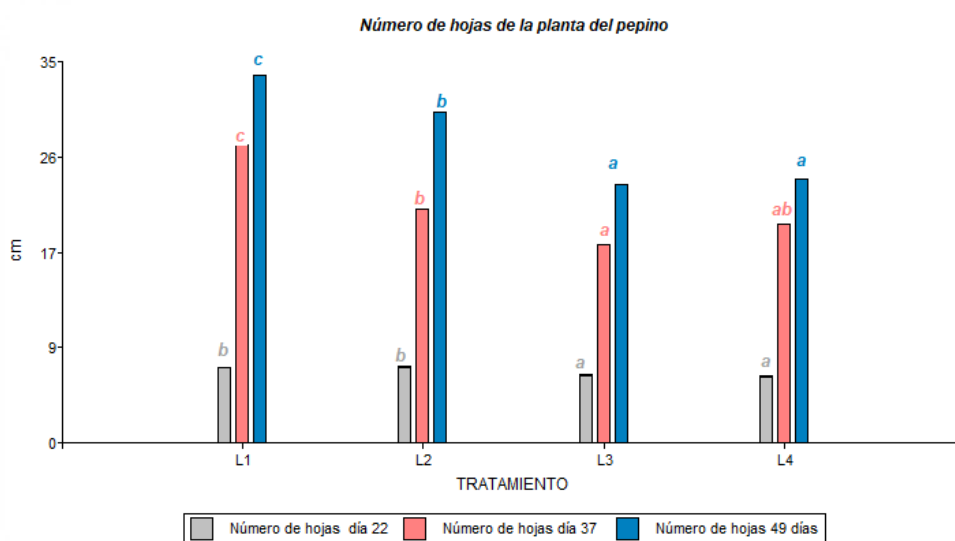


Figura 2. Número de hojas de pepino por cada tratamiento medidas en diferentes días

Diámetro del tallo

Según los resultados obtenidos después de 22 días, se observó una diferencia significativa en el diámetro del tallo entre los tratamientos. Específicamente, el tratamiento L2 mostró un mayor diámetro de tallo en esta etapa, seguido por el tratamiento L1, L3, y el tratamiento L4. Sin embargo, en los días 37 y 49, se produjeron cambios en el orden de los tratamientos, logrando el tratamiento L1 el mayor diámetro ($11,17 \pm 0,20$ cm) frente a los demás tratamientos. El tratamiento L2 registró un diámetro de $10,73 \pm 0,14$ cm, seguido de L3 ($9,63 \pm 0,17$) y L4 ($9,40 \pm 0,09$ cm). Similarmente a las características anteriores, se evidenciaron diferencias significativas entre los dos primeros tratamientos (L1 y L2) frente a los dos últimos (L3 y L4).

Tratamiento	A 22 días	A 37 días	A 49 días
L1	$0,51 \pm 0,01$ b	$1,25 \pm 0,03$ b	$11,17 \pm 0,20$ b
L2	$0,53 \pm 0,01$ b	$1,14 \pm 0,03$ b	$10,73 \pm 0,14$ b
L3	$0,43 \pm 0,01$ a	$0,89 \pm 0,05$ a	$9,63 \pm 0,17$ a
L4	$0,41 \pm 0,02$ a	$0,90 \pm 0,01$ a	$9,40 \pm 0,09$ a

Las letras (a,b) en minúscula representan las diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Tabla 4. Diámetro del tallo de pepino por tratamiento

Número de flores

En la figura 3, se presentan los datos correspondientes al número de flores bajo la aplicación de los diferentes fertilizantes. Se pudo observar que los días 22 y 37, el tratamiento L1 mostró un mayor número de flores, seguido por el tratamiento L2, L3 y L4. Al día 37, se mantuvieron los tratamientos L1 y L2 con mayor número de flores, mientras que el tratamiento L4 superó al L3 en esta etapa. Finalmente, al día 49 el tratamiento L2 fue el que más flores se contabilizó (23) con respecto a los demás tratamientos, evidenciando diferencias significativas entre todos los fertilizantes.

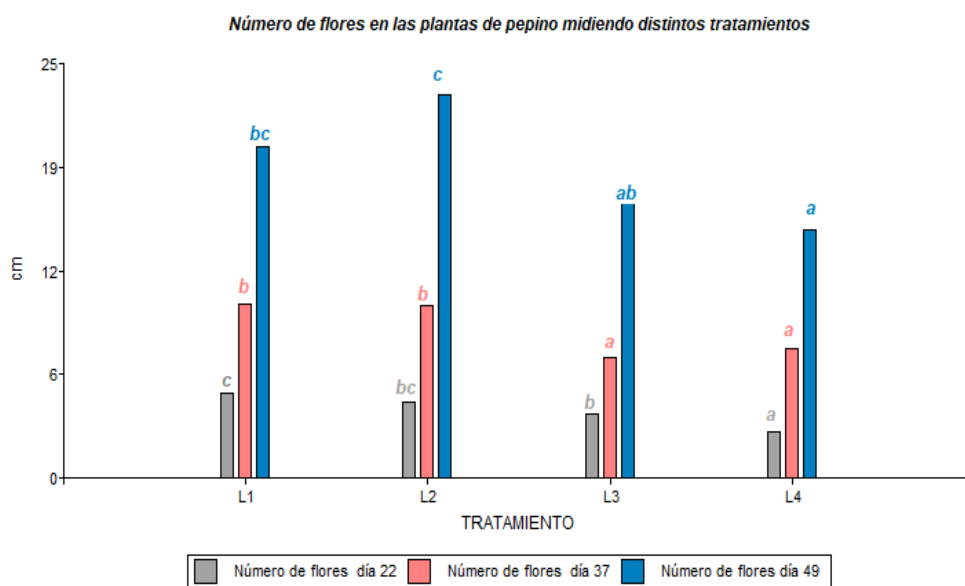


Figura 3. Número de flores de pepino por cada tratamiento

Medición del fruto

La tabla 5, evidenció que en todas las características con respecto al fruto (largo, diámetro, peso, número), el tratamiento L1 obtuvo los mejores resultados, seguido del tratamiento L2. El tratamiento L4 dio mejores resultados que el L3 en todas las características, exceptuando en el largo del fruto, sin embargo, esta diferencia no fue significativa.

Tratamiento	Números de frutos por planta	Largo (cm) promedio del fruto	Diámetro (cm) promedio del fruto	Peso (kg) promedio del fruto
L1	4,47± 0,20 b	21,71 ± 0,09 c	5,48 ± 0,07 b	0,50 ± 0,01 c
L2	3,67 ± 0,15 a	19,63 ± 0,15 b	5,00 ± 0,06 a	0,46 ± 0,01 a
L3	3,17 ± 0,15 a	19,39 ± 0,08 a	4,86 ± 0,11 a	0,43 ± 0,01 a
L4	3,50 ± 0,17 a	19,06± 0,13 a	5, 07 ± 0,05 a	0,45 ± 0,01 ab

Las letras en minúscula representan diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Tabla 5. Medición del fruto del pepino por tratamiento

Finalmente, se realizó un análisis económico del cultivo de pepino para los diferentes tratamientos aplicados en campo, a fin de determinar el de mayor rentabilidad. Para el análisis económico se tomó en cuenta la inversión inicial del saco de fertilizante el cual tuvo un costo promedio de \$38. En base a esta inversión y sumada al costo de producción (\$15) se determinó el costo total por tratamiento. Los ingresos promedio por cada fertilizante estuvieron en el rango entre \$USD 46,00 a \$73,50 siendo el que obtuvo mayores ingresos el tratamiento L1 con una producción de 147 pepinos. Finalmente, se calculó el costo-beneficio de cada tratamiento para determinar cuál fue el más rentable.

Tratamiento	Ingresos/ha	Costo /ha	Costo beneficio	Porcentaje
Fertilizantes Evergreen (L1)	\$ 73,50	\$46,76	\$ 1,57	27,50%
Fertilizante Agrostemin (L2)	\$ 55,00	\$35,93	\$1,53	26,80%
Fertilizantes Metalosate (L3)	\$ 47,50	\$40,28	\$1,18	20,67%
Testigo (L4)	\$ 46	\$32,38	\$1,43	25,04%
Total	\$222	\$155,35	\$5,71	100%

Tabla 6. Análisis económico de cada tratamiento

Se determinó que el fertilizante Evergreen (L1) tuvo una mayor rentabilidad, con un costo-beneficio de \$1,57 y un porcentaje de ganancia del 27,50%, seguido del fertilizante Agrostemin (L2), con un ingreso de \$1,53 y un porcentaje de ganancia del 26,80%. Como una tercera alternativa de uso, fue para el testigo (L4), con un ingreso de \$1,43 y un porcentaje de ganancia del 25,04% y finalmente el fertilizante Metalosate el cual obtuvo el costo-beneficio más bajo (\$1,18) con un porcentaje de ganancia inferior (20,67%) que los demás fertilizantes.

DISCUSIÓN

El estudio permite un reconocimiento amplio sobre los beneficios de los fertilizantes foliares en estudio, analizando cuales han obtenido mejores resultados que otros, así como contrastando con lo que se ha obtenido en otros estudios similares. En cuanto a la altura de la planta, en el día 49, fueron entre 114 y 137 cm que se asemejan con los resultados de un estudio llevado a cabo por Reyes et al.¹⁵ en el cual reportaron la altura de la planta a los 45 días entre 113 y 129 cm. La medición de la altura es importante para monitorear el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como para planificar el espacio en el cultivo y prevenir problemas como la densidad poblacional.

El número de hojas es otro aspecto relevante que se midió en los días 22, 37 y 49. El número de hojas contabilizadas entre el día 37 y 49 fueron entre 27 y 33 hojas, valores similares a las presentados por Marcano et al.¹⁶, en donde a los 42 días registró un promedio de 29 hojas. Esto indica un patrón durante el desarrollo de las plantas de pepino durante la quinta y sexta semana. El registro y conteo preciso del número de hojas son fundamentales para evaluar el progreso vegetativo y la salud de las plantas, que a su vez sirve como una interfaz para controlar señales ambientales como la luz, temperatura, agua e insectos¹⁷. Una mayor cantidad de hojas indica un crecimiento vigoroso y saludable, mientras que un número reducido podría sugerir estrés por deficiencia de agua, deficiencias nutricionales o la presencia de plagas o enfermedades¹⁸. Por tanto, esta variable es esencial para tomar decisiones informadas en el manejo y cuidado de los cultivos.

El diámetro del tallo en el día 49 también mostró consistencia con los hallazgos de Erreyes-Jara et al.⁸ quienes estudiaron el rendimiento del cultivo de pepino bajo condiciones de mulch plástico y reportaron diámetros similares en los días 30 y 65; lo que coincide con el día de medición número 49 para el presente estudio. Estudios han reportado que la aplicación de Evergreen en pepino a una dosis de 1 L/ha alcanzaron diámetros de 5 cm y una longitud de 23,9 cm¹⁹. Sin embargo, otras investigaciones encontraron que cuando se aplicó el fertilizante Evergreen a una dosis mayor de 1.5 L ha⁻¹, los frutos tuvieron mayores diámetros ecuatoriales y polares con respecto a fertilizantes de origen orgánico²⁰. A una dosis de 1.5 L el diámetro obtenido del fruto fue de 5.52 cm, similar al valor obtenido en el presente estudio que fue de 5.48 cm a pesar de que se aplicó una dosis mayor (2.5 cm). Esto indica que no necesariamente una dosis mayor tendrá una relación directa y lineal con el aumento del diámetro del fruto.

El número de flores también fue evaluado en el día 49, revelando diferencias entre los tratamientos L1, L2, L3 y L4. Estos resultados contrastan con los hallazgos de Hidalgo et al.²¹, donde el uso de biofertilizantes mostró los mejores resultados en cuanto al número de flores. Sin embargo, en el presente estudio, el tratamiento L2 destacó con un número más considerable de flores, lo que sugiere una mayor efectividad en la producción floral en comparación con los otros tratamientos. La medición precisa y detallada de las flores es esencial para comprender la salud de las plantas, la producción potencial y la eficacia de los tratamientos aplicados, lo que permite a los agricultores tomar decisiones más informadas para obtener un cultivo exitoso y rentable.

En cuanto a la evaluación de los frutos en cada cosecha, se observaron diferencias significativas en el diámetro promedio del fruto entre todos los tratamientos. Estas diferencias pueden influenciar la calidad final del fruto. La calidad final a su vez puede verse influenciado por las características propia de la hortaliza como el color sabor, defectos, textura, firmeza, estado de madurez, composición nutricional, entre otras²². A la luz de los resultados, el diámetro máximo del pepino registrado fue de 5.48 cm a los 49 días, valor que fue mayor al reportado por Marcano et al, donde registraron diámetros entre 2.08 y 3.78 cm¹⁶. Asimismo, el peso promedio del fruto que fue entre 430-500 g se encontró dentro del rango informado por Chacón & Monge¹. En términos de número de frutos por planta, con Evergreen se contabilizaron en promedio 4 frutos al día 49, estos resultados son relativamente menor a los obtenidos por Solís²³ sin embargo, la longitud del fruto fue similar durante la última etapa de desarrollo (24.75 cm vs 21,71 cm). De igual manera el diámetro del fruto (5,65 cm) concuerda con lo medido en el presente estudio (5,48 cm). Estas concordancias con estudios previos validan y respaldan la precisión y consistencia de los datos experimentales obtenidos en este estudio.

En términos de costo-beneficio, se identifica que el tratamiento L1 ofrece la mayor rentabilidad, seguido por el L2, L4 y L3. Estos datos pueden ser valiosos para los agricultores al tomar decisiones informadas sobre qué

tratamiento es más eficiente en términos de ingresos y ganancias. Sin embargo, no se han reportado estudios que utilicen los mismos fertilizantes de prueba para poder contrastar los resultados de esta investigación, lo cual motiva a realizar más trabajos que impliquen este aspecto importante a considerarse dentro del cultivo de pepino. Se enfatiza que para lograr una agricultura sustentable y amigable con el ambiente se recomienda no abusar del uso de fertilizantes comerciales foliares o de suelo, dado que su uso irracional y excesivo puede provocar contaminación ambiental, reducir la fertilidad de la tierra y afectar directa o indirectamente la salud humana²⁴. Es por ello, que actualmente se está dando paso a la nano fertilización como una alternativa a los fertilizantes químicos dada su capacidad para regular la liberación de nutrientes en función de la demanda del cultivo lo que aumenta la eficiencia de uso de nutrientes y reduce la contaminación ambiental^{24,25}.

CONCLUSIONES

En la parroquia Nuevo Paraíso de la provincia de Orellana, se llevó a cabo un estudio sobre el cultivo del pepino utilizando diferentes tratamientos de fertilizante. Se encontró que el tratamiento con la aplicación de Evergreen (L1) al 2.5 cm por cada 2 lt mostró el mejor desempeño del cultivo en relación con la altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo, número de flores, número de frutos por planta, largo promedio del fruto, diámetro promedio del fruto y peso promedio del fruto. Con ello, se comprueba la hipótesis planteada inicialmente de que la aplicación de fertilizantes foliares no solamente mejora la altura de planta sino también otras características fenotípicas del cultivo de pepino. Este estudio sugiere la aplicación del fertilizante Evergreen en la etapa de crecimiento y floración del cultivo de pepino dado que representa mejores ingresos por hectárea, un mejor costo-beneficio y mayor porcentaje de ganancia respecto a los demás fertilizantes. Sin embargo, se sugiere no abusar del uso de fertilizantes de origen químico ya que su utilización excesiva puede generar contaminación ambiental y daño a la salud humana. Como futura línea de investigación, se enfatiza el estudio de los nano fertilizantes como una alternativa de agricultura verde para mejorar aun mas la eficiencia en el uso de nutrientes en cultivos.

Contribución de los autores: Conceptualización, Lourdes Aguirre-Cobeña.; Metodología, Lourdes Aguirre-Cobeña, Diego Salguero, Amanda Bonilla y Rodrigo Salazar.; Validación, Lourdes Aguirre-Cobeña y Rodrigo Salazar.; Análisis formal, Lourdes Aguirre-Cobeña y Diego Salguero.; Investigación, Lourdes Aguirre-Cobeña y Diego Salguero.; Análisis de datos Lourdes Aguirre-Cobeña, Amanda Bonilla y Rodrigo Salazar.; Escrito borrador del manuscrito, Lourdes Aguirre-Cobeña y Diego Salguero.; Revisión y edición, Lourdes Aguirre-Cobeña.; Supervisión, Rodrigo Salazar. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de organismos de financiación de los sectores público, comercial o sin ánimo de lucro.

Agradecimientos: Los autores agradecen a los colegas de diversas disciplinas que aportaron con su conocimiento para la versión final del manuscrito.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCES

1. Chacón-Padilla K, Monge-Pérez J.E. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: Comparación entre tipos de pepino. *Tecnol. Marcha*. 2020; 33:17-35.
2. Thoa, D.K. Cucumber seed multiplication and characterization. AVRDC/ARC Training Thailand. Research Report. 1998. Bangkok.
3. Wehner T.C, Guner N. Growth stage, flowering pattern, yield and harvest date prediction of four types of cucumber tested at 10 planting dates. *Proc. xxvi IHC. Advances in Vegetable Breeding (Eds) J.D Mc.Creight and E. J Ryder Acta. Hort.*, 637, 2004. ISHS.

4. Ayoola O.T, Adeniran O.N. Influence of poultry manure and NPK fertilizer on yield and yield components of crops under different cropping systems in Southwest Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.* 2006; 5:1336-1392.
5. El-Shakweer M.H.A, El-Sayad E.A, Ewees M.S. Soil and Plant analysis as a guide for interpretation of the improvement efficiency of organic conditioners added to different soils in Egypt. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 1998; 29:2067-2088.
6. Ipimoroti R.R, Daniel M.A, Obatolu C.R. Effect of organic mineral fertilizer on tea growth at Kusuku Mabila Plateau Nigeria. *Moor J. Agric. Res.* 2002; 3:180-183.
7. Fuchs W, Rauch K, Wiche H.J. Effect of organic fertilizer and organo mineral fertilizing on development and yield of cereals. *Abrecht- Thaer. Arch.* 1970; 14:359-366.
8. Erreyes-Jara J.B, Montoya-Alejandro J, Luna-Romero Á.E. Rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de mucho plástico, Ecuador. *Rev. Cient Agroeco.* 2023; 11: 44-51.
9. Ortiz K.M, Cachipueno G.I. Evaluación de parámetros morfo-fisiológicos y productivos en el cultivo de pepino. Tesis de Grado, Universidad Estatal Amazónica, Lago Agrio, Ecuador.
10. Morán J.H, Pibaque M.S, Peñafiel J.F, Parrales J.E. Los recursos naturales y su incidencia en la responsabilidad social. *Dominio de las Ciencias.* 2021; 7: 1243-1261.
11. Olmedo P.J. Comportamiento agronómico del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) con diferentes dosis de biol en el cantón La Maná provincia de Cotopaxi. Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador.
12. Adekiya A.O, Dahunsi S.O, Ayeni J.F, Aremu C, Aboyeji C.M, Okunlola F, Oyelami, A.E. Organic and in-organic fertilizers effects on the performance of tomato (*Solanum lycopersicum*) and cucumber (*Cucumis sativus*) grown on soilless medium. *Sci. Rep.* 2022; 12:12212.
13. Pahalvi H.N, Rafiya L, Rashid S, Nisar B, Kamili A.N. Chemical Fertilizers and Their Impact on Soil Health. En G. H. Dar, R. A. Bhat, M. A. Mehmood, K. R. Hakeem (Eds.), *Microbiota and Biofertilizers, Vol 2: Ecofriendly Tools for Reclamation of Degraded Soil Environs* (pp. 1-20). 2021. Springer International Publishing.
14. Diacono M, Persiani A, Testani E, Montemurro F, Ciaccia, C. Recycling Agricultural Wastes and By-products in Organic Farming: Biofertilizer Production, Yield Performance and Carbon Footprint Analysis. *Sustainability.* 2019; 11: 3824.
15. Reyes J, Luna R, Reyes M, Yépez A, Abasolo F, Espinosa K, López R, Vázquez V, Zambrano D, Cabrera D, Torres, J. Uso del humus de lombriz y jacinto de agua sobre el crecimiento y desarrollo del pepino (*Cucumis sativus*, L). *Biotecnia.* 2017; 2: 30-35.
16. Marcano C, Acevedo I, Contreras J, Jiménez O, Escalona A, Pérez P. Crecimiento y desarrollo del cultivo pepino (*Cucumis sativus* L.) en la zona hortícola de Humocaro bajo, estado Lara, Venezuela. *Rev Mex Cienc Agríc.* 2012; 3(8):1629-1636.
17. Li J, Cao J, Wang C, Hao N, Zhang X, Liu M, Wu, T. Research Progress on the Leaf Morphology, Fruit Development and Plant Architecture of the Cucumber. *Plants.* 2022; 11(16), 2128.
18. Jagadish S.V.K, Way D.A, Sharkey T.D. Plant heat stress: Concepts directing future research. *Plant, Cell & Environment.* 2021; 44(7): 1992-2005.
19. León J.A. Respuesta del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al empleo de productos orgánicos en la zona de Quevedo. 2015. [Tesis de Grado, UTEQ].
20. Holguín R.V. Estudio de tres biorreguladores orgánicos en comparación con un fertilizante foliar comercial, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). 2021. [Tesis de Grado, UTEQ].
21. Hidalgo P, Sindoni M, Medina Y, Castellano G. Efecto de diferentes abonos químicos y orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del pepino (*Cucumis Sativus*). *Geomina.* 2014; 42(64): 139-141.
22. Gebretsadik K, Qiu X, Dong S, Miao H, Bo K. Molecular research progress and improvement approach of fruit quality traits in cucumber. *Theoretical and Applied Genetics.* 2021;134(11):3535-3552.
23. Solís, E. V. (2018). Estudio comparativo de la aplicación de varios bioestimulantes en el cultivo de *Cucumis sativus* (pepino) bajo riego por goteo. [Tesis de Grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí].
24. Rahman Md. H, Haque K.M.S, Khan Md. Z.H. A review on application of controlled released fertilizers influencing the sustainable agricultural production: A Cleaner production process. *Environ. Technol. Innov.* 2021; 23: 101697.
25. Zulfiqar F, Navarro M, Ashraf M, Akram N.A, Munné-Bosch S. Nanofertilizer use for sustainable agriculture: Advantages and limitations. *Plant Sci.* 2019; 289: 110270.

Received: October 9th 2023/ **Accepted:** January 15th 2024 / **Published:** 15 February 2024

Citation: Aguirre-Cobeña L, Salguero-Ramos D, Bonilla-Bonilla A, Salazar- López R. Evaluación del desempeño del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) frente a tres fertilizantes foliares en la parroquia Nuevo Paraíso, Orellana, Ecuador. Bionatura journal 2024; 1 (1) 11. <http://dx.doi.org/10.21931/BJ/2024.01.01.11>

Additional information Correspondence should be addressed to [.aguirre@epoch.edu.ec](mailto:aguirre@epoch.edu.ec)

Peer review information. Bionatura Journal thanks anonymous reviewer(s) for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

All articles published by Bionatura Journal are made freely and permanently accessible online immediately upon publication, without subscription charges or registration barriers.

Publisher's Note: Bionatura Journal stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2024 by the authors. They were submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).