

EFEECTO DE UN HIDROGEL NATURAL A BASE DE *Aloe vera* EN
DIFERENTES DOSIS SOBRE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DEL
Lycopersicum esculentum L.

EFFECT OF A NATURAL HYDROGEL BASED ON *Aloe vera* IN
DIFFERENT DOSES ON GROWTH PARAMETERS OF *Lycopersicum esculentum*
L.

Darien Miranda Pérez¹, Diosbel Maqueira Reyes², Maryory Solana Díaz López³, Yuneisy Ravelo Arteaga⁴, Katuska Ravelo Pimentel⁵

¹Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. <https://orcid.org/0000-0002-3601-2228>

²Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. <https://orcid.org/0000-0002-7239-0787>

³Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. <https://orcid.org/0000-0002-9811-0499>

⁴Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. <https://orcid.org/0000-0001-7123-3088>

⁵Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. <https://orcid.org/0000-0001-7622-6602>

*Autor para la correspondencia (e-mail): darien961103@gmail.com

Recibido para su publicación: 31/01/2023 - Aceptado para su publicación: 28/03/2023

Resumen

El trabajo experimental se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación foliar de diferentes dosis de extracto de *Aloe vera* Mill en la fase inicial del crecimiento del cultivo de *Lycopersicum esculentum* L, como una alternativa de bioestimulante para el desarrollo fenológico de la planta. El estudio se realizó en diciembre 2022, en la Cooperativa de Producción Agropecuaria Asalto al Moncada, la siembra se realizó en semilleros en bandejas bajo cubierta con un sustrato de una mezcla de 50 % de capa vegetal de un suelo pardo sin carbonato y 50 % de humus; como estimulador del enraizamiento el extracto de *A. vera* a diferentes concentraciones. Se utilizó semillas de tomate *S. Lycopersicum* var. *Mamonal*, utilizándose un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos y tres replicas. Las hojas seleccionadas para la obtención del gel de Aloe tenían 3 años de edad, puesto que es en ese momento se consideran ya adultas y la concentración de principios activos es mayor. Las hojas se seleccionaron de forma homogénea y representativa en cuanto a forma, peso, tamaño y color, desechándose aquellas que presentaban fisionarías, daños u otras alteraciones. Una vez concluida la investigación el análisis estadístico arrojó que el producto elaborado a partir del *Aloe vera* Mill, aplicado de forma foliar en las plántulas de tomate, produjo incrementos en la altura, número de hojas, así como, número de raíces, longitud y volumen radical, alcanzándose medias superiores con la dosis del 5%.

Palabras clave: bioestimulante, extracto, foliar, número de hojas, volumen radical.

Abstract

The experimental work was carried out with the objective of evaluating the effect of foliar application of different doses of *Aloe vera* Mill extract in the initial phase of the growth of the *Lycopersicum esculentum* L crop, as an alternative biostimulant for the phenological development of the plant. The study was carried out in December 2022, in the Cooperativa de Producción Agropecuaria Asalto al Moncada, sowing was carried out in seedbeds in trays under cover with a substrate of a mixture of 50 % vegetal layer of a brown soil without carbonate and 50 % of humus; as rooting stimulator the extract of *A. vera* at different concentrations. Seeds of tomato *S. Lycopersicum* var. *Mamonal*, using a randomized block experimental design with three treatments and three replicates. The leaves selected to obtain the Aloe gel were 3 years old, since it is at that time, they are considered adults and the concentration of active ingredients is higher. The leaves were selected in a homogeneous and representative way in terms of shape, weight, size and color, discarding those that presented physionary, damage or other alterations. Once the investigation was completed, the statistical analysis showed that the product made from *Aloe vera* Mill, applied foliarly to tomato seedlings, produced

increases in height, number of leaves, as well as number of roots, length and volume. radical, reaching higher averages with the 5% dose.

Keywords: *cocones; degradation; humus; physical parameters.*

INTRODUCCIÓN

Las plantas han cumplido un rol fundamental en la vida y desarrollo del hombre, quien las ha utilizado para satisfacer sus necesidades básicas desde alimentos hasta medicina. Los estudios etnobotánicos surgen como un instrumento para rescatar tradiciones milenarias sobre los diversos usos que el hombre le ha dado a las plantas y como alternativa para dar valor agregado a los recursos vegetales (Ali *et al.*, 2020).

En la actualidad, el uso de los biofertilizantes y los productos bioactivos constituye una práctica común en la agricultura para reducir el período de establecimiento de los cultivos y, a su vez, mejorar la productividad; entre los más utilizados para este fin se encuentran el FitoMas, E Azofert®, el EcoMic® y Pectimorf® (García *et al.*, 2019).

Los bioestimulantes agrícolas son unos de los productos más antiguos utilizados en la agricultura, sin embargo, el uso del término bioestimulante no llegó hasta la década de los noventa, empezaron a aparecer artículos e investigaciones donde se hablaban sobre bioactivadores agrícolas, a día de hoy el término ha crecido y tomado una fuerza exponencial. Se consideran que son cualquier sustancia o microorganismos que, al aplicarse a las plantas, son capaces de mejorar su eficacia, en absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico, abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente en el contenido de nutrientes (Ehtesham *et al.*, 2021), proporciona incrementos adicionales en los rendimientos de los cultivos, estimula y vigoriza desde la germinación hasta la fructificación. Reduce el ciclo del cultivo, potenciando la acción de los fertilizantes, lo que permite reducir entre 30 % y 50 % la dosis recomendada (Díaz *et al.*, 2016).

Estos bioproductos, están asociados a la nutrición, relaciones con el agua, estructura del suelo, pH, metales pesados y patógenos. Gracias a los bioestimulantes, las plantas obtienen nutrientes capaces de reducir los impactos no deseados al medio ambiente, a la vez que aseguran que los agricultores obtengan un mayor retorno en sus inversiones. Mejoran la calidad de los cultivos: Con su uso, el cultivo tiene una mayor calidad (contenido en azúcares, color, firmeza y absorción de nutrientes (González *et al.*, 2017).

El *Aloe vera* o conocido comúnmente como sábila es uno de estos productos naturales que brinda infinitas propiedades que se aplican a la industria tanto en área cosmética, alimenticia como farmacéutica, es una de las plantas medicinales más completas por su versatilidad y los beneficios que brindan, es económica y ecológica ya que al poseer en su composición polisacáridos puede actuar como biopolímeros naturales lo que le da la propiedad de revestimiento. La planta de sábila tiene hojas grandes que poseen una corteza y un gel mucilaginoso, este último es el que se utiliza en forma natural o ya procesada, para ser aplicada, es utilizado en la agroindustria como un aditivo alimentario o ingrediente funcional, adicionalmente tiene propiedades antibacterianas y antioxidantes, que complementa su potencial de revestimiento y bioestimulante (Kumar *et al.*, 2019).

El *Aloe vera* ya ha sido objeto de estudio debido a que tiene propiedades regenerativas de tejido que facilita el crecimiento de las raíces además es una fuente rica en aminoácidos, vitaminas y minerales que también favorecen la planta, la composición química del *Aloe vera* lo hacen un agente confiable para la regeneración y crecimiento de los tejidos. El mismo posee 12 vitaminas, 20 minerales, 18 aminoácidos, polisacáridos, enzimas entre las que tenemos oxidasa, catalasa, amilasa, lipasa (Aker, 2018). Por todo lo antes expuesto este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación foliar de diferentes dosis de extracto de *Aloe vera* Mill en la fase inicial del crecimiento del cultivo de *Lycopersicon esculentum* L., planteando como hipótesis que, si se determina la dosis de aplicación foliar de extracto de A. vera en la producción de posturas de tomate, se lograra incrementar los índices morfológicos y fisiológicos para una mayor calidad de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones del área de estudio

El área de estudio se encuentra enclavada en la comunidad de Sumidero. Consejo Popular perteneciente al municipio Minas de Matahambre en la provincia de Pinar del Río. Abarca un área de 173,83 Km² en el mismo centro montañoso de Pinar del Río, rodeado de las elevaciones de la Sierra de los Órganos, las pizarras del sur y del norte y el río Cuyaguaje. Es un valle intramontañoso con tierra fértiles, lo que hace que la agricultura sea su base económica fundamental, conjuntamente con la actividad forestal.

Sitio de estudio

El estudio se realizó entre diciembre 2022, en la Cooperativa Producción Agropecuaria Asalto al Moncada, la que se encuentra ubicada en el Consejo popular de Sumidero, la misma limita por el norte con Finca Ezequiel Candelaria, al Sur Empresa Agroforestal Minas, al Este con Arroyo Sumidero y al Oeste con el Caserío Canta Rana.

Datos edafoclimáticos de la zona de estudio.

Debido a la extensión del territorio, su patrimonio presenta gran variabilidad de relieve, ya que existen diferentes tipos en esta región. En los últimos años la temperatura promedio anual de la zona fue de 24,38 °C, julio fue el mes más cálido, con 28,60 °C y enero el más frío, con 20,6 °C. Las temperaturas máximas alcanzan 33,48 °C en agosto y las mínimas bajan hasta 14,24 °C en enero. La suma promedio de la precipitación anual es de 1 331,18 mm, con el mayor valor en junio (235,88 mm) y el menor en febrero, (solo 27,48 mm). La lluvia caída durante la estación lluviosa (mayo-octubre) representa como promedio el 79,80% del volumen total anual (Estación Meteorológica Santa Lucía 2022).

Descripción del experimento.

La siembra se realizó en semilleros en bandejas bajo cubierta con un sustrato de una mezcla de 50 % de capa vegetal de un suelo pardo sin carbonato y 50 % de humus; como estimulador del enraizamiento el extracto de *A. vera* a diferentes concentraciones. Se utilizó semillas de tomate *S. Lycopersicum var.* Mamonal, utilizándose un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos y tres replicas (Tabla 1).

En la Tabla 1 muestra la descripción de los tratamientos aplicados a base del *Aloe vera* con función de biofertilizante.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados.

Table 1. Description of the treatments applied.

Tratamientos	Experimento	Forma de aplicación	Momento de aplicación
T1	0 % Extracto de <i>A. vera</i> (control)	Foliar	15 y 22 días
T2	5 % Extracto de <i>A. vera</i>	Foliar	15 y 22 días
T3	8 % Extracto de <i>A. vera</i>	Foliar	15 y 22 días

Elaboración del hidrogel con función de biofertilizante a partir del Aloe vera

La elaboración del hidrogel con función de biofertilizante a partir del *Aloe vera*, para estimular el desarrollo vegetativo del cultivo de tomate se realizó en el laboratorio de química de la Universidad de Pinar del Río, haciendo las determinaciones de análisis organolépticos en el producto terminado.

Trabajo de campo

Obtención del material de vegetal para la elaboración del hidrogel con función de biofertilizante.

Las hojas seleccionadas para la obtención del gel de Aloe tenían 3 años de edad, puesto que es en ese momento se consideran ya adultas y la concentración de principios activos es mayor que en las hojas más jóvenes. Las hojas se seleccionaron de forma homogénea y representativa en cuanto a forma, peso, tamaño y color, desechándose aquellas que presentaban fisuras, rasguños o lesiones.

daños u otras alteraciones. El corte se realizó sobre las hojas más bajas, exteriores y más próximas a la tierra, ya que, además de ser las hojas de más edad, de esta forma se daña menos la planta. Antes de cortar la hoja, esta se lavaba con una solución de agua y etanol. Una vez recogidas las muestras, se llevaron inmediatamente al Laboratorio química de la Universidad de Pinar del Río.

Trabajo de laboratorio.

El lavado de las hojas de aloe se realizó en un baño con agua e hipoclorito sódico (100 ppm) durante 5 minutos, para así eliminar microorganismos y restos de materia orgánica proveniente del campo. Una vez que las hojas estuvieron lavadas y secadas, se pesaron individualmente para, posteriormente, obtener los rendimientos de piel y pulpa. El peso se determinó en una balanza analítica marca KERN ABJ-NM, con dos cifras decimales de precisión $\pm 0,01$ mg.

A continuación, se realizó la separación de la piel y la pulpa. Para esto se empleó un cuchillo afilado con el que se cortaron las hojas longitudinalmente sobre una bandeja de gran tamaño y, seguidamente, con una cuchara, se raspo suavemente el mucilago hasta quedar completamente separado del parénquima cortical o piel. Posteriormente, se pesaron de forma individual la piel y la pulpa obtenidas de cada hoja. Se continuó cortando la pulpa obtenida, tras la separación de las partes de la hoja, en trozos muy pequeños para facilitar el posterior triturado. Tras el triturado se realizó el filtrado de la pulpa. Una vez hecho esto, ya se pudo realizar la caracterización de sólidos solubles.

Una vez concluidas esta determinación el gel de aloe obtenido se almaceno en tubos Falcon que se congelaron para posteriores extracción y elaboración del biofertilizante.

Elaboración del hidrogel con función de biofertilizante:

Se preparó las soluciones de la forma siguiente:

Aloe al 5 %.

Aloe al 8 %.

Se tomó 50 ml y 80 ml del extracto de Aloe obtenido y se enrazó en 1000 ml con H₂O en un matraz aforado.

Variables a evaluar:

Se tomaron 20 plántulas al azar de cada réplica, determinando los indicadores que se describen a continuación:

Longitud del tallo: Se midió la altura (cm) con una cinta métrica.

Diámetro del tallo: Se midió el grosor del tallo (mm) con un pie de rey.

Número de hojas: Se contó el número de hoja de cada postura.

Número de raíces: Se contó el número de raíces de cada planta.

Longitud de las raíces: Con una regla graduada se midió las longitudes de las raíces en (cm).

Volumen radical: Para determinar el volumen radicular se utilizó el método de Arquímedes, que consiste en sumergir la raíz en un envase con volumen de agua conocido y aforado a tope, después de sumergir la raíz un volumen de agua debe haber derramado por el envase, la medida inicial menos la final del envase nos dará como resultado el volumen radicular tomado en cm³.

Análisis estadístico

Después de obtener los resultados se procedió a realizar un análisis de varianza de clasificación simple. Las diferencias entre las medias se realizaron mediante la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan con una significación de un 5% en los casos en que el ANOVA resultó significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del hidrogel con función bioestimulante sobre los parámetros de crecimiento longitud del tallo, diámetro del tallo y número de hojas.

Cuando se analiza el efecto del hidrogel aplicado con función bioestimulante en diferentes concentraciones sobre los parámetros morfológicos evaluados, se evidencia que los mayores valores de desarrollo se reportaron con el tratamiento T₂ (Tabla 2). En cuanto a la longitud del tallo se observa una diferencia significativa entre los tratamientos aplicados con 17,8 cm para el T₂, 13,5 cm para el T₃ y 11,4 cm para el T₁ el cual mostro los valores más bajos de desarrollo, lo que pudo estar dado por ser el tratamiento control en el cual no se aplicó el hidrogel. Igual comportamiento se observa cuando se analiza el número de hojas por planta, donde el T₂ mostro de igual forma los mejores valores con 10 hoja, el T₃ siete hojas y el T₁ solamente cuatro hojas; no ocurriendo así en cuanto el diámetro del tallo donde la diferencia significativa la marco el tratamiento T₃ con 4,1 mm de diámetro, mientras que el dos solo reporto 3,7 mm y el T₁ 2,4 mm respectivamente; existiendo una correlación, donde quedando demostrado que el T₂ elaborado a base de Aloe vera al 5 % permitió un mayor un incremento en estos parámetros, lo que puedo estar avalado por la composición química del Aloe y que de forma foliar estos compuestos se incorporan más rápido a la planta.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre la longitud del tallo, diámetro del tallo y número de hojas
 Table 2. Effect of treatments on stem length, stem diameter and number of leaves.

Parámetros morfológicos evaluados			
Tratamientos	Longitud del tallo (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Número de hojas
T1	11.4 ^c	2.4 ^b	4 ^c
T2	17.8 ^a	3.7 ^{ab}	10 ^a
T3	13.0 ^b	4.1 ^a	7 ^b

Las letras diferentes entre cada columna indican diferencias estadísticas para ($p < 0,05$) según Prueba de rangos múltiples de Duncan.

Dichos resultados contrastan con lo planteado por Rivero, (2018) el cual evaluó en el efecto del Aloe vera en solanáceas, argumenta que aplicaciones de sábila o Aloe vera aumenta el crecimiento vegetal, ya que en su composición química se encuentra el fosfato de manosa y su principal función es estimular el crecimiento de los tejidos.

De igual forma Del Ángel (2017), señala que la sábila contiene hormonas como la giberelina y auxinas que incrementa la división celular, el fosfato de manosa que ejerce un grado de estimulación sobre las células y se evidencia la interacción entre el polisacárido y los receptores celulares, contiene manosa y glicoproteínas que estimulan la actividad celular del sistema inmune y así el crecimiento de la planta.

Estos resultados pueden ser comparados con los descrito por Syngenta, (2019), quienes consiguieron un crecimiento para el híbrido Nathalie cultivado en invernadero tratado con estimulante de Aloe vera durante 180 días, por un máximo de 15.8 mm, donde se consiguió de igual forma un incremento del grosor de tallo. De igual forma Jo *et al.*, 2020 en su investigación sobre la adaptación de vitroplantas de plátano con el uso de extracto de *Aloe vera* L., reporto valores similares a los de este estudio cuando se aplicaba de forma foliar el producto, observando incremento en el número de hojas, diámetro y longitud del seudo tallo; donde los mejores valores se reportaron para las concentraciones de 4 y 6 % de *Aloe* en el extracto aplicado, coincidiendo con los de este estudio donde los mejores resultados se reportaron en las concentraciones más bajas de Aloe vera.

De la misma forma, Almeida Zambrano (2010) en su trabajo Efecto del extracto de *Aloe Vera* L. en la producción de plántulas de *Solanum lycopersicum* L. (tomate), en condiciones de Cepellón realizado en Latacunga-Ecuador. Concluye que la aplicación foliar del extracto de *A. vera* en las plántulas de tomate, en casas de cultivo, produjo incrementos en la altura y número de hojas, así como número de raíces, longitud y volumen radicular, alcanzando promedios superiores con las dosis del cuatro al seis por ciento. La utilización de extracto de *A. vera* permite obtener plántulas de mayor calidad para el trasplante con dosis de cuatro y seis por ciento.

Quedando demostrado así que los extractos obtenidos de forma natural tienen una tendencia beneficiosa tanto como aquellos que son más comerciables, por lo que es muy aconsejable su uso para la propagación de especies (Guamán *et al.*, 2019).

Efecto del hidrogel con función bioestimulante sobre el número, longitud y volumen de las raíces.

En cuanto los parámetros agromorfológicos evaluados del sistema radical y su comportamiento ante el bioestimulante aplicado a base de Aloe vera el T₂ (Aloe vera al cinco por ciento) obtuvo mejores resultados en cuanto número, longitud y volumen de las raíces (Tabla 3), cuando se analiza el número de raíces por planta se evidencia que el T₂ reporta los mejores valores con 25 raíces siendo estadísticamente superior al T₃ que reporto 22 y al T₁ que solo reporto 17, 43 raíces respectivamente. Igual sucede para el caso de la longitud de las raíces y el volumen de estas, donde el T₂ muestra los mejores comportamientos sobre dichas variables, dejando claro que dicho producto es capaz de estimular el desarrollo radicular de la planta, pero que a medida que aumentan las concentraciones de sábila se produce una reducción de los parámetros evaluados, en este caso los resultados coinciden con lo reportado por Morales *et al.*, (2014) quienes indican que al incrementar las dosis obtuvieron efectos negativos en las variables estudiadas mientras que a bajas concentraciones observaron efectos positivos. Pero se puede plantear que el control fue el tratamiento con el cual se obtuvieron peores resultados, lo que nos permite interpretar que de alguna manera todos los extractos tienen un efecto en el enraizamiento.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre el número, longitud, peso fresco y volumen de las raíces.
 Table 3. Effect of the treatments on the number, length, fresh weight and volume of the roots.

Parámetros morfológicos evaluados del Sistema radical			
Tratamientos	Número de raíces	Longitud de las raíces (mm)	Volumen de las raíces (cm ³)
T1	17.43 ^b	4.9 ^{bc}	0.07 ^{bc}
T2	25 ^a	8.4 ^a	0.19 ^a
T3	22 ^{ab}	5.2 ^b	0.10 ^b

Las letras diferentes entre cada columna indican diferencias estadísticas para ($p < 0,05$) según Prueba de rangos múltiples de Duncan.

El Aloe vera ya ha sido objeto de estudio debido a que tiene propiedades regenerativas de tejido que facilita el crecimiento de las raíces además es una fuente rica en aminoácidos, vitaminas y minerales que también favorecen la planta, la composición química del Aloe vera lo hacen un agente confiable para la regeneración y crecimiento de los tejidos. El mismo posee 12 vitaminas, 20 minerales, 18 aminoácidos, polisacáridos, enzimas entre las que tenemos oxidasa, catalasa, amilasa, lipasa (Aker, 2018).

Según Almeida Zambrano, (2010) en su trabajo “Efecto del extracto de *Aloe Vera* L. en la producción de plántulas de *Solanum lycopersicum* L. (tomate), en condiciones de Cepellón el extracto de *Aloe* al 5% en comparación con el testigo promovió el enraizamiento en tomate, no con tanta efectividad como con el agua de coco, además el mismo autor destaca como mejor tratamiento al extracto de sábila al 10%, pero en la presente investigación esto difiere ya que a medida que aumento a las concentraciones de sábila se produce una reducción de los parámetros evaluados.

En el trabajo realizado por González (2017), en el enraizamiento de estacas de acerola *Malpighia emarginata*, utiliza del Bioestimulante extracto de Aloe vera a dosis de 4, 6,8,10 y 12 % comparado con el testigo con aplicación del (BIBUI) al 8% elaborado a partir del ácido indol butírico IBA, el resultado mostró que la utilización de *A. vera* garantiza un buen enraizamiento de las estacas, favorece la fitomasa fresca y seca de estas, así como los índices de fracción y eficiencia radical con extracto de aloe vera al 8 %.

Rodríguez, (2006), plantea que el gel de *A. vera* ha demostrado su eficacia en la sustitución de reguladores sintéticos. Refiere además la utilización del *A. vera* como enraizador en condiciones de campo, con experiencias en plántulas de mora, donde se recomienda extraer el cristal de las hojas y colocarlo en contacto con la parte vegetativa de la plántula de mora para enraizar, refiere además que se encontraron efectos estimulantes del crecimiento con el extracto de gel de *A. vera*, particularmente con relación a la formación de raíces superando incluso a los reguladores usados.

Queda demostrado así que los biofertilizantes entre otras funciones estimulan la germinación de semillas y enraizamiento por la producción de reguladores de crecimiento y vitaminas, así como también mejoran la estructura del suelo al formar agregados estables, actúan como biorremediadores al ayudar a eliminar productos xenobióticos (pesticidas, herbicidas, entre otros); son mejoradores eco fisiológicos al incrementar la resistencia al estrés de las plantas, aportan con agentes de control biológico de patógenos mediante procesos de antagonismo. Además, el uso de biofertilizantes permite el uso eficiente de nutrientes mediante prácticas de conservación y reducción de pérdidas en campo, el reciclaje de nutrientes orgánicos al aprovechar residuos de animales y vegetales y el acceso a fuentes alternas de nitrógeno que es el nutriente de mayor demanda en la agricultura (Gutiérrez *et al.* 2015).

CONCLUSIONES

El hidrogel con función bioestimulante a base de *Aloe vera* aplicado de forma foliar produjo incrementos en la altura, diámetro del tallo y el número de hojas, alcanzándose medias superiores con la dosis del 5 %, quedando demostrado así que los extractos obtenidos de forma natural tienen una tendencia beneficiosa tanto como aquellos que son más comerciables, por lo que es muy aconsejable su uso para la propagación de especie.

Se evaluó el efecto del extracto de sábila sobre parámetros morfológicos del sistema radical evidenciando en cuanto el número de raíces, longitud de las raíces y volumen radical, los mejores comportamientos para el extracto de *Aloe vera* al 5 %, llegando a concluir que el mejor tratamiento para estimular el sistema radical es el T₂, lo que nos conduce a una forma barata y ecológica de estimular el sistema radical de la especie, usando una sustancia de origen natural que además de ser amigable con el medio ambiente, es muy efectiva.

ÉTICA Y CONFLICTO DE INTERESES

Las personas autores del manuscrito en cuestión, declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

REFERENCIAS

- Ali, S., Akbar Anjum, M., Nawaz, A., Naz, S., Hussain, S., Ejaz, S., y Sardar, H. (2020). Effect of pre-storage ascorbic acid and Aloe vera gel coating application on enzymatic browning and quality of lotus root slices. *Journal of Food Biochemistry*, 44(3), 1–12. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13136>.
- Almeida Zambrano, D. M. (2010). Efecto del extracto de Aloe Vera L. en la producción de plántulas de *Solanum lycopersicum* L. (tomate), en condiciones de Cepellón. LATACUNGA / UTC. (2010). Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3528>.
- Ángel, A. E. (2017) Acción biomédica y potencial económico de la sábila *Aloe vera barbadensis* M Tesis repositorio (Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo), UAA "Antonio Navarro".
- Aker, C. (2018). Proyecto de gestión del conocimiento para la producción sostenible de hortalizas. Recuperado de https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_chiltoma.pdf.
- Díaz, H.M., Navarro, D., Valero D., Martínez-Romero, D., Serrano, M. (2016). Recubrimientos con geles de *Aloe sp.* retrasan la maduración Post-recolección de ciruelas "Santa Rosa". En VI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. VI CYTA. Valencia.

- Ehtesham, A., Taghipour, S., y Siahmansour, S. (2021). Pre-harvest application of chitosan and postharvest Aloe vera gel coating enhances quality of table grape (*Vitis vinifera* L. cv. 'Yaghouti') during postharvest period. *Food Chemistry*, 347(January), 129012. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129012>.
- García, A., Ayala-Aponte, A., y Sánchez-Tamayo, M. (2019). Effect of Aloe vera and sodium alginate edible coatings on postharvest quality of strawberry. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 22(2). <http://doi.org/10.31910/rudca>.
- González, R. B. (2017). Efecto bioestimulante del *Aloe vera* L. en la fase de enraizamiento para esquejes de *Malpighia emarginata* D.C. (Acerola) (Tesis en opción al Título de Especialista en Fruticultura Tropical). Universidad de Pinar del Río. 39 p.
- Guamán, R., Leython, S., y Martínez, T. (2019). Enraizantes Naturales en Coffe canephora var. robusta (L. Linden) A. *Chev. Investigatio* (12), 93 - 102. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.31095/investigatio.2019.12.6>
- Gutiérrez-Castorena EV, Gutiérrez-Castorena MC, Ortiz-Solori CA. (2015) Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos. 6(1); 201-15.
- Jó-García, M., Hernández, R. y Estévez, M. (2020). Extracto de Aloe vera L. en la adaptación de vitroplantas de plátano. *Avances*, 22(1), 110-122. Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/513/1598>
- Kumar, R., Singh, A. K., Gupta, A., Bishayee, A., y Pandey, A. K. (2019). Therapeutic potential of Aloe vera—A miracle gift of nature. *Phytomedicine*, 60(June), 152996. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.152996>
- Rivero, J. (2018). Efecto del extracto de Aloe Vera en la producción de tomate. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/semilleros-tomate/semilleros-tomate.pdf>
- Rodríguez (2006). Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) N. L. Burm. Estación Experimental de Plantas Medicinales " Dr. Juan Tomás Roig ". San Antonio de los Baños. Provincia La Habana, Cuba. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962004000200006.
- Syngenta. (2019). Pimienton híbrido Nathalie, rusticidad y ayuda al productor. Recuperado de <http://www.granex.com.ve/productos/productos/mostrar/idProducto/8/Piment%C3%B3n%20H%C3%ADbrido>.