

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS:**

**Efecto de promotores de crecimiento en la  
micropropagación de *Selenicereus monacanthus*  
(hort. ex Lem.) D.R.Hunt en condiciones *in vitro***

Para optar el título profesional de:  
**BIÓLOGO, ESPECIALIDAD: BIOTECNOLOGÍA**

PRESENTADO POR:  
**Bach. Brayán PEREZ POZO**

ASESOR:  
**Mg. Reynán CÓNDOR ALARCÓN**

COASESORA:  
**Mg. Paula GARCÍA GODOS ALCÁZAR**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

A mis padres Marina Pozo Mejía y Juan Perez Navarro, por creer en mí desde el principio y encaminarme en el sendero de la vida; a mis hermanos por su compañía y motivación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, la Facultad de Ciencias Biológicas y la Escuela Profesional de Biología por brindarme las enseñanzas y encaminarme como profesional responsable.

A la especialidad de Biotecnología por el acogimiento y brindarme los materiales necesarios para la realización de la presente investigación.

Agradezco a mis asesores Mg. Reynán Cóndor Alarcón y Mg. Paula García Godos Alcázar, por su paciencia, sabiduría y motivación constante durante todo el proceso de investigación. Su orientación y retroalimentación fueron fundamentales para el desarrollo de esta tesis.

A la bióloga Jenny Olga Arrea Paucar, miembro investigador del herbario San Cristóbal de Huamanga por la ayuda prestada en la identificación de la especie de la planta de "pitahaya".

## ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	4
2.3. Base teórica	5
2.4. Medio de cultivo	8
2.5. Reguladores de crecimiento	8
2.6. Clasificación taxonómica de la “pitahaya”	11
2.7. Distribución	11
2.8. Descripción botánica	11
2.9. Métodos de siembra	12
2.10. Polinización	12
2.11. Importancia de la pitahaya	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Ubicación del lugar de estudio	15
3.2. Recolección de material vegetal	15
3.3. Población	15
3.4. Muestra	15
3.5. Desinfección de la muestra	15
Preparación del medio de cultivo Murashige y	
3.6. Skoog (MS)	16
3.7. Introducción in vitro de las semillas	16
3.8. Tipo de investigación	16
3.9. Fase de multiplicación	16
3.10. Inducción de callo	17
3.11. Fase de enraizamiento	17

3.12.	Análisis estadístico	18
IV.	RESULTADOS	21
V.	DISCUSIÓN	27
VI.	CONCLUSIONES	33
VII.	RECOMENDACIONES	35
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS		43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Clasificación de las principales fitohormonas.	9
<b>Tabla 2.</b>	Clasificación taxonómica según Cronquist, (1981)	11
<b>Tabla 3.</b>	Multiplicación de <i>Selenicereus monacanthus</i> en el medio de cultivo MS, suplementado con promotores de crecimiento.	16
<b>Tabla 4.</b>	Inducción de callo de <i>Selenicereus monacanthus</i> en el medio de cultivo MS + 1,0 mg/L de BAP, suplementado con tres concentraciones de 2,4-D.	17
<b>Tabla 5.</b>	Enraizamiento <i>in vitro</i> de <i>Selenicereus monacanthus</i> en el medio de cultivo MS, suplementado con AIB.	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Efecto principal de promotores de crecimiento 2,4-D y BAP en la inducción de tamaño de brotes de "pitahaya" a 45 días de la multiplicación. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.	22
<b>Figura 2.</b>	Número de brotes de "pitahaya" a 45 días de la multiplicación, e interacción de los promotores de crecimiento 2,4-D y BAP. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.	23
<b>Figura 3.</b>	Tamaño de raíz de "pitahaya" a 20 días de enraizamiento, a concentraciones variables de AIB. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.	24
<b>Figura 4.</b>	Número de raíces de "pitahaya" a 20 días de enraizamiento, a concentración variables de AIB. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.	25
<b>Figura 5.</b>	Número de callos de "pitahaya" a 45 días de la multiplicación. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.	26

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo 1.</b>	Matriz de consistencia.	44
<b>Anexo 2.</b>	Prueba estadística ANOVA para el promotor de crecimiento 2,4-D, BAP y su interacción, para determinar diferencia significativa respecto al tamaño de brotes de <i>S. monacanthus</i> con un nivel de significancia $\alpha=0,05$ .	45
<b>Anexo 3.</b>	Comparación de promedios del efecto principal del promotor de crecimiento 2,4-D en la inducción de tamaño de brotes de “pitahaya” con la prueba de Tukey.	45
<b>Anexo 4.</b>	Comparación de promedios del efecto principal del promotor de crecimiento BAP en la inducción de tamaño de brotes de “pitahaya” con la prueba de Tukey.	45
<b>Anexo 5.</b>	Prueba estadística ANOVA para el promotor de crecimiento 2,4-D, BAP y su interacción, para determinar diferencia significativa respecto al número de brotes de <i>S. monacanthus</i> con un nivel de significancia $\alpha=0,05$ .	46
<b>Anexo 6.</b>	Comparación de promedios de la interacción de los promotores de crecimiento 2,4-D y BAP en la inducción de número de brotes de “pitahaya” con la prueba de Tukey.	46
<b>Anexo 7.</b>	Prueba estadística ANOVA para el promotor de crecimiento AIB, para determinar diferencia significativa respecto al tamaño de raíz de <i>S. monacanthus</i> con nivel de significancia $\alpha=0,05$ .	47
<b>Anexo 8.</b>	Comparación de promedios de tratamientos del promotor de crecimiento AIB en la inducción de tamaño de raíz de “pitahaya” con la prueba de Tukey.	47
<b>Anexo 9.</b>	Prueba de Kruskal Wallis para el promotor de crecimiento AIB, para determinar diferencia significativa respecto a número de raíz de <i>S. monacanthus</i> con un nivel de significancia $\alpha=0,05$ .	48
<b>Anexo 10.</b>	Prueba de Kruskal Wallis para el promotor de crecimiento 2,4-D, para determinar diferencia significativa respecto al número de callos de <i>S. monacanthus</i> con un nivel de significancia $\alpha=0,05$ .	48

<b>Anexo 11.</b>	Desinfección e introducción <i>in vitro</i> de semillas de “pitahaya”.	49
<b>Anexo 12.</b>	Desarrollo de plántulas de “pitahaya”.	49
<b>Anexo 13.</b>	Fase de multiplicación, inducción de brotes y enraizamiento.	50
<b>Anexo 14.</b>	constancia de identificación	51

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de los promotores de crecimiento en la micropropagación de *S. monacanthus* en condiciones *in vitro*. En la fase de multiplicación, se evaluaron las interacciones de tres concentraciones de BAP (0,0; 0,5 y 1,0 mg/L) y dos de 2,4-D (0,0 y 0,5 mg/L), obteniendo seis tratamientos, donde los indicadores a evaluar fueron: número y tamaño de brotes. En la fase de enraizamiento, se evaluó las concentraciones de AIB (0,0; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 mg/L) combinado con una concentración constante de BAP (0,5 mg/L), obteniendo seis tratamientos y los indicadores a evaluar fueron: número y tamaño de raíces. El medio de cultivo utilizado en la investigación fue Murashige y Skoog (MS) con la adición de 30 g/L de sacarosa, 7 g/L de agar y ajustado a un pH de 5,7. La investigación inició con la obtención de la semilla, la cual se secó por 24 horas al ambiente; para la introducción *in vitro* se trabajó en la cámara de flujo laminar donde se seleccionó y desinfectó las semillas con alcohol al 70% por 30 segundos; seguidamente, en hipoclorito de sodio al 2% por 10 minutos; se lavó por 5 minutos con agua estéril y finalmente se sembró 10 semillas por frasco. Como resultado se logró el 91% de semillas germinadas a los diez días. En la fase de multiplicación, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en las interacciones entre los promotores de crecimiento en la inducción de tamaño de brotes, no obstante, se encontró diferencia estadísticamente significativa en los efectos principales de los promotores de crecimiento (2,4-D y BAP); mientras que el mejor resultado en la inducción de número de brotes fue la interacción de 0,5 mg/L de 2,4-D + 0,5 mg/L de BAP, con un promedio de 5,2 brotes. En la fase de enraizamiento, el mayor tamaño de raíz se obtuvo con 0,5 y 0,2 mg/L de AIB, alcanzando promedios de 3,20 y 2,95 cm, respectivamente. Por otro lado, el mayor número de raíces se logró con las concentraciones de 2,0 y 1,5 mg/L de AIB, con medianas de 3 en ambas concentraciones.

**Palabras clave:** 2,4-Diclorofenoxiacético, 6-Bencilaminopurina, Ácido indol-3-butírico, "pitahaya", micropropagación.

## I. INTRODUCCIÓN

El fruto de *Selenicereus monacanthus* “pitahaya” es un producto de alto valor de exportación, es así que, para el primer trimestre del año 2025 se logró exportar 204 toneladas más que el año anterior, por lo cual, se espera que la producción de pitahaya continúe en crecimiento en los siguientes años. Sin embargo, existen necesidades que deberán ser subsanados como son: la mejora de las infraestructuras, transporte y almacenamiento; así como promover la investigación y desarrollo de nuevas variedades (Corvera y Velásquez, 2025). Para que la pitahaya peruana llegue a más mercados, la producción de plántulas deberá aumentar tanto en extensión y producción.

La planta de “pitahaya” presenta como zonas óptimas de desarrollo las estribaciones exteriores de la cordillera y las zonas subtropicales como es el caso de la selva central; las costas de Piura, Lima, Huaral, Cañete e Ica (Vargas et al. (2020). De igual manera se ha iniciado a introducir la “pitahaya” al VRAEM a través del PROVRAEM, donde las municipalidades realizan compras a grandes proporciones de material vegetal para su siembra (Alarcón y Zamudio, 2021), conllevando de esta manera la introducción de enfermedades que causan pérdidas en la producción; siendo las principales ocasionadas por hongos y bacterias como la pudrición de tallos, la antracnosis entre otros (Diaz, 2023; Valencia et al., 2003).

Para aumentar la producción de plantas de “pitahaya”, se debe generar plántulas con características fenotípicas y genotípicas deseables. Para ello, es necesario la polinización cruzada entre individuos que presenten características aceptables como: mayor tamaño de frutos, mayor porcentaje de Brix°, color intenso, resistencia a enfermedades (Hidalgo y Grández, 2013; Murillo et al., 2022); de las cuales, las nuevas plántulas obtenidas presentarán información genética variada

y estas semillas serán aprovechadas para su posterior propagación *in vitro* (Crespel y Mouchotte, 2003).

En este punto se da la importancia de la técnica de cultivo de tejidos vegetales donde a través de la micropropagación se puede reducir el tiempo de desarrollo de plántulas procedente de semillas, por tanto, se conseguirá plántulas libres de enfermedades y como consecuencia se disminuirá la tasa de diseminación en los campos de cultivo. Para ello se planteó los siguientes objetivos.

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de los promotores de crecimiento en la micropropagación de *Selenicereus monacanthus* en condiciones *in vitro*.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) y 6 Bencilaminopurina (BAP) en la fase de multiplicación de plántulas de *Selenicereus monacanthus* en condiciones *in vitro*.
- Enraizar plántulas de *Selenicereus monacanthus* utilizando Ácido indol-3-butírico (AIB) a concentraciones diferentes en condiciones *in vitro*.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

González & Vegas (2020), realizaron la micropropagación *in vitro* de “pitahaya amarilla” (*Selenicereus megalanthus haw*), obteniendo los mejores resultados en la fase de iniciación con la adición de 2 mg/L de BAP + 2 mg/L de kinetina (K) con 60% de brotación, en la fase de multiplicación con la adición 8 mg/L de K y en la fase de enraizamiento el desarrollo de raíz más óptimo fue, sin la adición de hormona.

Velázquez (2020), estableció y propagó variedades comerciales de “pitahaya” teniendo como explante areolas. Respecto al establecimiento de desinfección obtuvo un 15,63% de contaminación y en la fase de brotación la mejor respuesta lo obtuvo a 1,0 mg/L de BAP con 5,6 brotes por explante.

Navarro y Canales (2021), trabajaron con diferentes concentraciones de BAP en el establecimiento *in vitro* de *Hylocereus guatemalensis*. Los trabajos se realizaron con explantes obtenidos de areolas, obtuvieron mayor brotación después de noventa días con 0,5 mg/L de BAP.

Zeledón et al. (2020), trabajaron en la propagación de “pitahaya amarilla” (*Hylocereus undatus*) a partir de semilla botánica. En la fase de multiplicación obtuvieron una respuesta óptima con 1,0 mg/L de BAP + 0,5 o 1,0 mg/L de AIA y en la fase de enraizamiento lograron obtener 2,80 raíces en medio MS.

Mállap et al. (2021), evaluaron la factibilidad del establecimiento y multiplicación *in vitro* de “pitahaya amarilla” con explantes provenientes de plántulas germinadas *in vitro* y distintas fuentes de hormonas. Teniendo como resultado una germinación del 100% con medio MS al 50%, con más de tres raíces y dos brotes

por plántula. En la fase de multiplicación obtuvieron el mejor resultado con medio MS al 100%, agua de coco 20 ml/L y carbón activado 2g/L, teniendo 82,5% de enraizamiento.

Vargas y Caycho (2020), compararon diferentes concentraciones de BAP en la multiplicación de "pitahaya". Obteniendo como resultado 5,23 cm en tamaño de brote con la adición de 2 mg/L de BAP + 5 mg/L de AIA. De igual manera, a la misma concentración obtuvieron un promedio de 4,67 brotes por explante.

## **2.2. Marco conceptual**

Promotores de crecimiento: sustancias que promueven el crecimiento o desarrollo de células, tejidos u órganos en especial en vegetales.

Cultivo *In vitro*: consiste en aislar una parte (explante) de un organismo (planta) en frascos de vidrio en condiciones asépticas, y brindarle las condiciones adecuadas para su desarrollo (Roca & Mroginski, 1991).

Aséptico: libre de cualquier microorganismo (hongos, bacterias, virus, micoplasma), libre de gérmenes (Pierik, 1990).

Totipotencia: potencialidad de las células o tejidos para formar todo tipo de células y/o regenerar una planta (Pierik, 1990).

Explante: porción de tejido separado de una planta para iniciar un cultivo *in vitro* (Pierik, 1990).

6-Bencilaminopurina (BAP): También llamada benciladenina, regulador de crecimiento de las plantas de clase citocinina usado para promover la división celular, promueve el crecimiento y elongación de las células (Quimicompany, 2025).

Ácido Indol Butírico (IBA): es un promotor del tipo auxina, su principal uso es para promover raíces adventicias (Squeo et al., 2006).

2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D): es una hormona del tipo auxina que es usado principalmente en el cultivo *in vitro* para la formación de callos y la inducción de embriones somáticos (Rivero et al., 2008).

Medio Murashige y Skoog (MS): es un medio basal con sales minerales y constituyentes orgánicos que en la actualidad es usado mayormente en micropropagación *in vitro* de plantas (Murashige y Skoog, 1962).

## **2.3. Base teórica**

### **2.3.1. Cultivo de tejidos vegetales**

El cultivo de tejido vegetal se define como un conjunto de procesos biotecnológicos donde permite el crecimiento y la producción de plantas de manera aséptica, con el uso de medios de cultivos sintéticos, vitaminas y promotores de crecimiento. Estos cultivos son mantenidos con factores ambientales controladas y libres de microorganismos (Suárez, 2020; Tombion, 2023).

El cultivo de tejido vegetal está basado en la teoría de la totipotencialidad, donde cualquier célula vegetal, contiene el material genético de la planta donante, para lograr regenerar es necesario lograr desdiferenciar la célula y posteriormente rediferenciarlo y así poder obtener una planta completa (Ferl y Paul, 2000; Tombion, 2023).

El cultivo de tejidos vegetales permite establecer, propagar y así conservar las especies que se encuentran amenazadas u especies comerciales que necesiten mejorar su calidad de producción (Chávez Ávila, 2014). Se mencionan los siguientes usos de las técnicas del cultivo *in vitro*: 1) mejoramiento genético; 2) lograr obtener plántulas libres de enfermedades; 3) preservación de germoplasma; y 4) micropropagación (Roca y Mroginski, 1991).

### **2.3.2. Micropropagación**

La aplicación de la micropropagación presenta un alto uso dentro del cultivo de tejidos vegetales, donde denominamos a la micropropagación como la multiplicación masiva de explantes en lapsos de tiempos breves, en comparación a técnicas *ex vitro* la micropropagación se da de manera asexual, para la producción de plantas clonales. Además, la micropropagación permite obtener material vegetal durante todo el año. La técnica de micropropagación involucra varias etapas o fases (Amasifuen et al., 2021; González y Zawadski, 2019; Khan et al., 2019).

Esta metodología, en algunas especies muestra ventajas importantes a diferencia de los sistemas convencionales; siendo los usos más fundamentales: a) producción de plántulas en espacios reducidos y a grandes escalas; b) menor tiempo de producción; c) bajos costo de producción; d) control de sanidad eficiente

en los materiales propagados; e) facilidad en el transporte y f) propagación de plantas en vías de extinción (Roca y Mroginski, 1991).

### **Fases de la micropropagación**

#### **Fase 0: Selección y preparación de la planta madre**

En esta fase se realiza la selección de la planta donadora, con características óptimas para su multiplicación (buen porte, cantidad de fruto, tamaño de fruto). El fin de esta fase es establecer a la planta madre dentro de un invernadero para reducir la cantidad de patógenos que existen en la planta y que la planta entre en crecimiento proliferando nuevos brotes (Castillo, 2004; Núñez y Mariño, 2008). Las cuáles serán utilizados para realizar la introducción *in vitro*.

#### **Fase 1: Desinfección de los explantes y/o semillas**

Una vez elegido el explante (yema, tallos, raíces, hojas, semillas, etc.) se procede a la desinfección con agentes desinfectantes (alcohol al 75%, hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio), debido a que los hongos y bacterias principalmente se desarrollarán en el medio de cultivo y competirán por los nutrientes con el explante quien no prosperará. Todo este procedimiento se lleva a cabo dentro de una cabina de flujo laminar para mantener la asepsia (Castillo, 2004; Roca & Mroginski, 1991).

#### **Fase 2: Introducción del material seleccionado *in vitro***

Pasado por desinfección el explante elegido para propagar, se coloca en un medio de cultivo que previamente ha pasado por esterilización. En un periodo de tiempo inicia el proceso de regeneración de nuevos segmentos o tejidos vegetales, dando de esta manera el ciclo de cultivo *in vitro* (Castillo, 2004; Núñez y Mariño, 2008).

#### **Fase 3: Multiplicación de brotes**

Dentro de esta fase se espera obtener brotes nuevos a partir del explante introducido, este brote se obtiene de manera adventicio o axilar. Para obtener mayor número de brotes se realizan repiques a partir de los nuevos brotes, dentro de esta fase es posible mantener en conservación en bancos de germoplasma (Castillo, 2004; Roca & Mroginski, 1991).

#### **Fase 4: Enraizamiento**

El enraizamiento se realiza a los brotes obtenidos o explantes que presentaron desarrollo, por lo general el tamaño conveniente para iniciar esta fase es que los brotes tengan dos centímetros de altura. Estos explantes son transferidos a frascos con medio de cultivo sin reguladores o solo reguladores del tipo auxina, en algunas especies el enraizamiento ocurre dentro de la fase de multiplicación (Castillo, 2004; Núñez y Mariño, 2008).

#### **Fase 5: Aclimatación**

Es muy importante ya que todo el proceso realizado se enfoca en la fase de aclimatación, las plántulas enraizadas *in vitro* se encuentran con una humedad relativa alta a consecuencia de ello presenta estomas no muy desarrolladas, por otra parte, presentan la cutícula de cera escasa y como resultado de ello las plántulas trasplantadas directamente al ambiente perderían humedad rápidamente y se deshidratan con la consecuente muerte. Por ello la forma adecuada de realizar la aclimatación es bajar la humedad paulatinamente hasta adaptarse al entorno y finalmente ser trasladado a campo definitivo (Castillo, 2004; Núñez y Mariño, 2008).

#### **Principales factores que influyen en la micropropagación**

##### **Planta donadora**

Se ha observado que la fisiología de la planta donadora es influyente en el proceso de desarrollo del explante *in vitro* (Roca & Mroginski, 1991). La planta donadora debe gozar de un estado nutricional óptima sin deficiencia nutricional o hídrica, así mismo debe estar en una fase de crecimiento en este caso es recomendable el uso de brotes juveniles para tener explantes que lleguen a sobrevivir en la fase de introducción y desarrollar adecuadamente (Aguirre et al., 2010).

##### **El explante**

En teoría cualquier segmento de una planta puede presentar un uso adecuado para generar una planta nueva según la teoría de la totipotencialidad celular (Aguirre et al., 2010). Pero dentro de la práctica es recomendable el uso de segmentos meristemáticos o brotes juveniles las cuales presentarán mayor probabilidad para su desarrollo *in vitro*, además de ello la selección del explante se realizará de acuerdo al objetivo que busca el investigador (Aguirre et al., 2010;

Roca & Mroginski, 1991). En la investigación realizada por Pedroza et al. (2007) concluyeron que el explante adecuado para propagar *Dodonea viscosa* es el nudo con respecto a la yema apical que generaron brotes muy pequeños, y la lámina foliar que solamente manifestaron la aparición de callos.

### **Factores físicos**

Es necesario el uso de una cámara de cultivo para el control de la temperatura y la luz que son los factores físicos más controlados, en donde la temperatura no debe verse afectado por el cambio externo del ambiente. Por otro lado, la iluminación es suministrado por tubos fluorescentes que a la vez emiten calor, a consecuencia de ello se debe de controlar la temperatura optima que en la mayoría de plantas introducidas va de 24 a 28 °C, el termostato es quien se encarga de regular la temperatura que al llegar a un nivel máximo activará la refrigeración, dentro de esta cámara debe de haber suficiente ventilación para el suministro de oxígeno (Pierik, 1990; Roca & Mroginski, 1991). Es evidente que el uso de diferentes colores de luz provoca una reacción variada en cada tipo de especies y tipos de explante como lo concluye Vera (2014).

#### **2.4. Medio de cultivo**

Un medio de cultivo adecuado es fundamental para el buen desarrollo de un explante *in vitro*. Un explante para poder desarrollarse mínimamente va requerir de agua, macro y micro-elementos, sacarosa una fuente aprovechable de carbono y por lo general dos grupos de reguladores (auxinas y citocininas) (Aguirre et al., 2010; Pierik, 1990).

#### **2.5. Reguladores de crecimiento**

Cuando hablamos de reguladores de crecimiento también nos referimos a fitohormonas, promotores de crecimiento o sustancias reguladoras que son compuestos orgánicos sintetizados por la planta o de manera artificial. Son compuestos que actúan en proporciones mínimas, en las plantas actúan en lugares distintos de donde fueron sintetizados, donde actúan regulando el crecimiento desarrollo y metabolismo (Aguirre et al., 2010; Pierik, 1990; Roca & Mroginski, 1991).

## Auxina

La primera auxina en ser descubierta fue el Ácido indolacético (AIA), es sintetizado de manera natural por las plantas y provienen del triptófano. En la actualidad se ha logrado sintetizar de manera artificial y son relativamente más activas, como ejemplos tenemos al IBA, NAA, 2,4-D. Las auxinas son de naturaleza ácida por tanto existe una teoría sobre el mecanismo de acción, donde indica que la elongación de la célula es debido a la disminución del pH en la pared celular, donde rompen los puentes de hidrogeno entre las fibras de celulosa y activa la enzima expansina que corta y une a las fibras de hemicelulosa, de esta manera permite la elongación. Los efectos fisiológicos que desencadena dependerá de la cantidad de auxina utilizada y el tipo de explante, donde presentarán los siguientes efectos: elongación celular, expansión de los tejidos, división celular, formación de raíces adventicias y frecuentemente embriogénesis (Aguirre et al., 2010; Cossio y Marasssi, 2013; Pierik, 1990; Roca et al., 1991).

## Citocininas

Se han descrito aproximadamente 35 especies de citocininas en las plantas, pero también existen microorganismos que pueden sintetizarlo, por lo general se puede sintetizar en cualquier punto de la planta, pero se menciona que la raíz es la que promueve la mayor síntesis de citocininas, por tanto, se sintetiza en puntos donde existe una intensa división celular. Las citocininas son utilizadas principalmente en la estimulación del crecimiento y desarrollo celular, presenta mayores resultados con acompañamiento de una auxina. Los efectos fisiológicos que promueven es la división celular, formación y crecimiento de brotes laterales, germinación en algunas semillas, maduración del cloroplasto, y retardan la senescencia de hojas (Aguirre et al., 2010; Cossio y Marasssi, 2013; Pierik, 1990; Roca et al., 1991).

**Tabla 1.** Clasificación de las principales fitohormonas.

Fitohormona	Varietades encontradas	Efecto a nivel vegetal	Efecto a nivel celular
Auxinas	AIA	Formación y desarrollo de tallos.	División y elongación celular. Diferenciación celular.
	AIB		Inducción en la división celular meristemática.
	2,4-D	Producción de variadas raíces adventicias. Aumento de la latencia apical.	Aumento en la osmosis celular.
	Ácido $\alpha$ -naftalenacético (NAA) (sintético)		Incrementa la permeabilidad celular.

			Mayor producción proteica. Resta la presión de la pared celular.
Giberelinas	AG <sub>1</sub> AG <sub>2</sub> AG <sub>3</sub>	Aumenta el desarrollo de tejidos de manera constante. Aumenta el tamaño de raíces, hojas jóvenes, floración. Crecimiento de segmentos nodales. Participan en procesos de iniciación floral. Vital en fertilidad de plantas masculinas y femeninas. Iniciación en la germinación de semillas.	Estimula elongación celular en respuesta a condiciones de luz y oscuridad. Promociona el crecimiento embrionario. Producida de manera endógena durante los procesos de germinación y desarrollo apical.
Citoquininas	Kinetina Zeatina Benciladenina 4-hidroxifeniletíl alcohol	Induce la iniciación y elongación de raíces. Activa la senescencia de las hojas. Estimulan desarrollo fotomorfológico vegetal. Estimula la generación de brotes axilares a nivel vegetal.	Pueden sustentar e iniciar la proliferación de tejidos vegetales madre. Permite producir un alta proliferación y división celular. Se produce con mayor abundancia en las células de los ápices radiculares.
Ácido abscísico	No Presenta	Regula y mantiene la dormancia de las semillas. Estimula la maduración de semillas. Puede inhibir el proceso de germinación vegetal. Regula la transpiración celular (estomas). Puede inducir la senescencia vegetal y floración vegetal.	Promociona la producción de tejidos cigotos. Tiene un fácil acceso a la membrana celular vegetal. Sintetizado en tejidos jóvenes como el endodermo de plantas madre y en algunos tejidos vegetales de las semillas (testa).
Ácido salicílico	No presenta	Potencia el desarrollo de la floración. Presenta mayor longevidad floral. Controla y protege de procesos de estrés. Maximiza la tolerancia de la germinación a temperaturas bajas. Aumenta resistencia en ambientes de alta salinidad o sequía.	Rol inhibitorio en la síntesis de etileno a nivel celular. Control de actividad Fotosintética. Control de la conductividad de las estomas.

Alcantara *et al.* (2019).

## 2.6. Clasificación taxonómica de la “pitahaya”

**Tabla 2.** Clasificación taxonómica según Cronquist, (1981)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Genero	Selenicereus
Especie	<i>Selenicereus monacanthus</i> (hort. ex Lem.) D.R. Hunt

## 2.7. Distribución

Originaria de América Central y parte de Sudamérica, *S. monacanthus* se distribuye entre Ecuador, Colombia, Trinidad y Tobago, Nicaragua, Panamá, Costa Rica y Perú. El rango de cultivo va desde los 500 a 1900 m s.n.m. a 18 y 25 °C de temperatura y con una humedad relativa entre 70 y 80% (Korotkova et al., 2017; Sotomayor et al., 2019; Vásquez. et al., 2016).

## 2.8. Descripción botánica

**Tallos.** Los tallos son verdes, triangulados con márgenes ondulados, areolas distantes, separadas a unos tres centímetros, tomentosas; espinas generalmente simples, a veces dos, rígidas muy hinchadas en la base (Britton y Rose, 1920).

**Raíz.** Presenta dos tipos de raíces. Raíz primaria: son las raíces que se ubican en contacto con el suelo, estas forman parches o mantos de raicillas, se encuentran de dos a diez pulgadas de profundidad con quince centímetros de radio alrededor del tallo principal. Raíz secundaria: llamado raíces adventicias se desarrollan fuera del suelo, este tipo de raíces cumplen la función de sostén en todo tipo de material que encuentra a su alcance (Bacalla et al., 2018).

**Fruto.** El fruto es una baya de forma ovoide, con un largo de 10-12 centímetros y 7 centímetros de ancho, además en la cubierta presenta brácteas y el color varía según la variedad (amarillo a rojo purpura), la pulpa es dulce y abundante que varía de un color blanco a rojo purpura (Huachi et al., 2015; Suárez, 2011).

**Flores.** Flores embutiformes grandes de 28 centímetros de largo, 17 centímetros de ancho; ovars y tubo cubierto de escamas grandes; segmentos externos del perianto estrechos de una coloración verdosa; segmentos internos del perianto oblongo-ovados; filamentos numerosos aproximadamente de 200, de 8 a 9 centímetros de largo, blancos, pero de color rosa en la base; estilo grueso, sobre extendido de color amarillo; lóbulos del estigma numeroso y extendidos (Britton y Rose, 1920).

**Semillas.** Son de color oscuro con forma obovada, presenta variación en el peso y tamaño en los diversos genotipos de pitahaya (Castillo et al., 2005; Suárez, 2011).

## **2.9. Métodos de siembra**

**Siembra con semillas.** Resulta conveniente, ya que se obtiene plantas con información genética variable debido a la polinización cruzada, presentando características diversas que en la mayoría podría ser aprovechado para poder mejorar la producción. Sin embargo el desarrollo de la semilla para llegar a la edad productiva puede transcurrir varios años, de 4 a 6 años (Jason, 2005).

**Siembra con esquejes o vegetativo.** Este método es la más utilizada en siembras a gran escala, es sencilla y económica. Se colecta tallos desarrollados de 20 a 50 cm de longitud sin enfermedad y ningún daño causado por insectos, se cortan en forma de V, las cuales se deja cicatrizar por una semana, se siembra de manera directa en el campo o en viveros (Jason, 2005).

**Propagación por injerto.** Se refiere a la unión de dos o más piezas de tejido vivo de plantas de la misma especie y/o especies diferentes, pero estrechamente relacionadas, las cuales, al desarrollarse, conforman un solo organismo. Este procedimiento tiene como objetivo promover un crecimiento más acelerado y facilitar la floración. Para realizar el injerto, es posible emplear plántulas que hayan sido cultivadas a partir de semillas (Jason, 2005).

## **2.10. Polinización**

Según Beltrán y Delmon (2015) la polinización manual cruzada en pitahaya presenta mayor porcentaje de desarrollo del fruto llegando al cien por ciento de fecundación, por tanto, obteniendo mayor producción; mientras que la autopolinización manual presentó un desarrollo menor del setenta por ciento. De

igual manera, Pereira y Brito (2025) confirmaron que *H. polyrhizus* presentó mayores atributos en los frutos que se obtuvieron al realizar la polinización cruzada manual. Así mismo, Castillo et al. (2003) menciona que la autocompatibilidad difiere dependiendo de la especie, como concluye en su investigación que la pitahaya amarilla abortó todas las flores autopolinizadas, mientras que en la polinización cruzada registró el cien por ciento de desarrollo.

### **2.11. Importancia de la pitahaya**

El fruto de la pitahaya posee fibras hidrosolubles que favorecen en la digestión, presenta altos niveles de vitamina C y B1, B2, B3, así como antioxidantes como la betalaínas que favorecen eliminado los radicales libres del sistema, hidroxicinamatos que reducen el riesgo de padecer cáncer, y flavonoides (Chavez y Rivadeneira, 2024). Además favorece en la disminución de peso corporal, reduce el colesterol LDL en la sangre, actúa como barrera protectora contra hongos y bacterias (Cueva, 2022).

La pitahaya contiene pectina la cual es utilizado como espesante de origen natural que es usado en la industria alimentaria, principalmente en bebidas de poca viscosidad (Chen et al., 2022).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación del lugar de estudio**

La investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga durante los meses de mayo 2024 a marzo 2025.

#### **3.2. Recolección de material vegetal**

Se recolectó frutos de “pitahaya” del centro poblado Puerto Ene, distrito Río Tambo, provincia de Satipo, ubicado en el departamento de Junín. Localizado en las coordenadas 12°13'22" S 73°59'25" W a 568 m.

#### **3.3. Población**

Frutos de *S. monacanthus* procedentes del centro poblado Puerto Ene.

#### **3.4. Muestra**

La muestra biológica se conformó por 200 semillas de *S. monacanthus*.

#### **3.5. Desinfección de la muestra**

Las semillas extraídas se dejaron secar por 24 horas al ambiente; en la cámara de flujo laminar se seleccionaron las semillas que presentaron una coloración negro brillante, semillas voluminosas y tamaño constante. Para la introducción se desinfectó las semillas en alcohol 70% durante 30 segundos, seguidamente se sumergió en hipoclorito de sodio al 2% durante 10 minutos y finalmente se lavó con agua destilada estéril (Mállap *et al.*, 2021).

### 3.6. Preparación del medio de cultivo Murashige y Skoog (MS)

Se utilizó el medio de cultivo MS suplementado con macronutrientes y micronutrientes. Por cada 4,43 g de MS, se realizó una disolución en un litro de agua destilada, a la cual se añadió sacarosa a una concentración de 30 g/L. Posteriormente, se ajustó el pH a 5,7 y se incorporó agar a una concentración de 7 g/L. La mezcla se calentó en el microondas para su disolución y luego se transfirió a frascos de vidrio, los cuales se esterilizaron mediante autoclave.

### 3.7. Introducción *in vitro* de las semillas

En la fase de introducción, se utilizó frascos de vidrio con medio de cultivo MS donde se introdujo 10 semillas por frasco.

### 3.8. Tipo de investigación

Básico experimental.

### 3.9. Fase de multiplicación

En esta fase, se repicó las plántulas germinadas durante 84 días a las cuales se realizaron cortes transversales de aproximadamente 0,5 cm de altura, los segmentos resultantes contenían aproximadamente de 4 a 6 areolas, que se colocaron en frascos de vidrio con medio de cultivo MS suplementado con dos concentraciones de 2,4-D (0,0 y 0,5 mg/L) y tres concentraciones de BAP (0,0; 0,5 y 1,0 mg/L) obteniendo seis tratamientos (ver tabla 3). Cada frasco contenía cuatro explantes. Después de 45 días, se evaluó el número y tamaño de brote.

**Tabla 3.** Multiplicación de *Selenicereus monacanthus* en el medio de cultivo MS, suplementado con promotores de crecimiento.

2,4-D (mg/L)	BAP (mg/L)	TRATAMIENTO
0,0	0,0	M1
	0,5	M2
	1,0	M3
0,5	0,0	M4
	0,5	M5
	1,0	M6

### 3.10. Inducción de callo

se repicó las plántulas germinadas durante ochenta y cuatro días a las cuales se realizaron cortes transversales de aproximadamente 0,5 cm de altura, los segmentos resultantes contenían aproximadamente de 4 a 6 areolas, que se colocaron en frascos de vidrio con medio de cultivo MS + 1,0 mg/L BAP suplementado con tres concentraciones de 2,4-D (0,0; 0,5 y 1,0 mg/L).

**Tabla 4.** Inducción de callo de *Selenicereus monacanthus* en el medio de cultivo MS + 1,0 mg/L de BAP, suplementado con tres concentraciones de 2,4-D.

2,4-D (mg/L)	TRATAMIENTOS
0,0	C1
0,5	C2
1,0	C3

### 3.11. Fase de enraizamiento

En esta fase, los brotes obtenidos durante la fase de multiplicación se enraizaron en frascos de vidrio con medio de cultivo MS + 0,5 mg/L BAP, suplementado con seis concentraciones diferentes de AIB (ver tabla 4). Durante este periodo, se evaluó el número y tamaño de raíces.

**Tabla 5.** Enraizamiento *in vitro* de *Selenicereus monacanthus* en el medio de cultivo MS, suplementado con AIB.

AIB (mg/L)	TRATAMIENTO
0,0	E1
0,2	E2
0,5	E3
1,0	E4
1,5	E5
2,0	E6

### 3.12. Análisis estadístico

#### 3.12.1 Fase de multiplicación

Para evaluar los tratamientos en la fase de multiplicación se empleó el diseño completamente aleatorizado (DCA) con arreglo factorial AxB:

- Factor A: 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D), a concentraciones de 0,0 y 0,5 mg/L.
- Factor B: 6-Bencilaminopurina (BAP), a concentraciones de 0,0; 0,5 y 1,0 mg/L.

La combinación de los niveles de los factores permitió establecer seis tratamientos, y se realizó 3 repeticiones por cada tratamiento.

El modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde

$Y_{ijk}$ : Respuesta observada.

$\mu$ : La media general.

$\alpha_i$ : Efecto de los niveles del 2,4-D en el i-ésimo nivel.

$\beta_j$ : Efecto de los niveles del BAP en el j-ésimo nivel.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción en el i-ésimo nivel y j-ésimo nivel.

$\varepsilon_{ijk}$ : Error experimental.

#### 3.12.2 Fase de enraizamiento

Para evaluar el efecto de los tratamientos en la fase de enraizamiento se empleó el diseño completamente aleatorizado (DCA) con un solo factor, siendo el factor de estudio concentraciones de AIB con seis niveles (0,0; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 mg/L) lo cual constituyen seis tratamientos.

El modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$ : Respuesta observada.

$\mu$ : La media general.

$\tau_i$ : Efecto del tratamiento AIB  $i$ -ésimo nivel.

$\varepsilon_{ijk}$ : Error experimental.

### 3.12.3 inducción de callo

Para evaluar el efecto de los tratamientos en la inducción de callos se empleó el diseño completamente aleatorizado (DCA) con un solo factor, siendo el factor de estudio concentraciones de 2,4-D con tres niveles (0,0; 0,2 y 0,5 mg/L) lo cual constituyen tres tratamientos.

El modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$ : Respuesta observada.

$\mu$ : La media general.

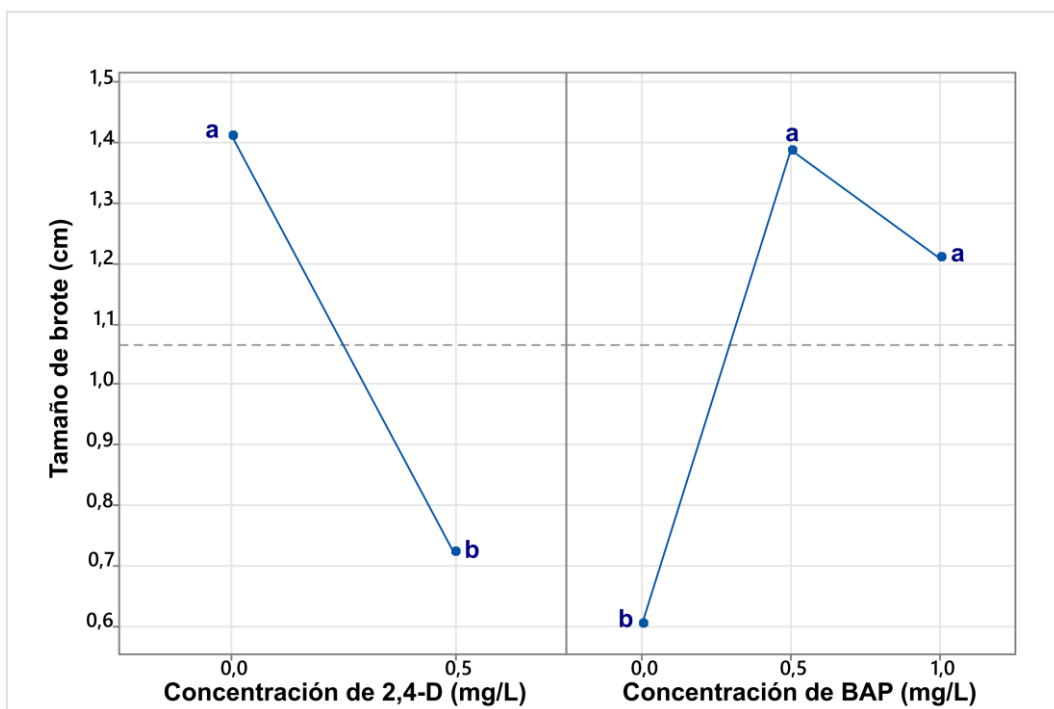
$\tau_i$ : Efecto del tratamiento 2,4-D  $i$ -ésimo nivel.

$\varepsilon_{ijk}$ : Error experimental.

Los datos obtenidos de los experimentos se organizaron en tablas y figuras estadísticas. El efecto de los tratamientos se evaluó mediante el análisis de varianza (ANVA) y para las comparaciones múltiples de promedios se empleó la prueba de Tukey con nivel de significación de 0,05. También se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con un nivel de confianza del 95% y comparaciones de a pares entre las medias de los rangos de tratamiento.

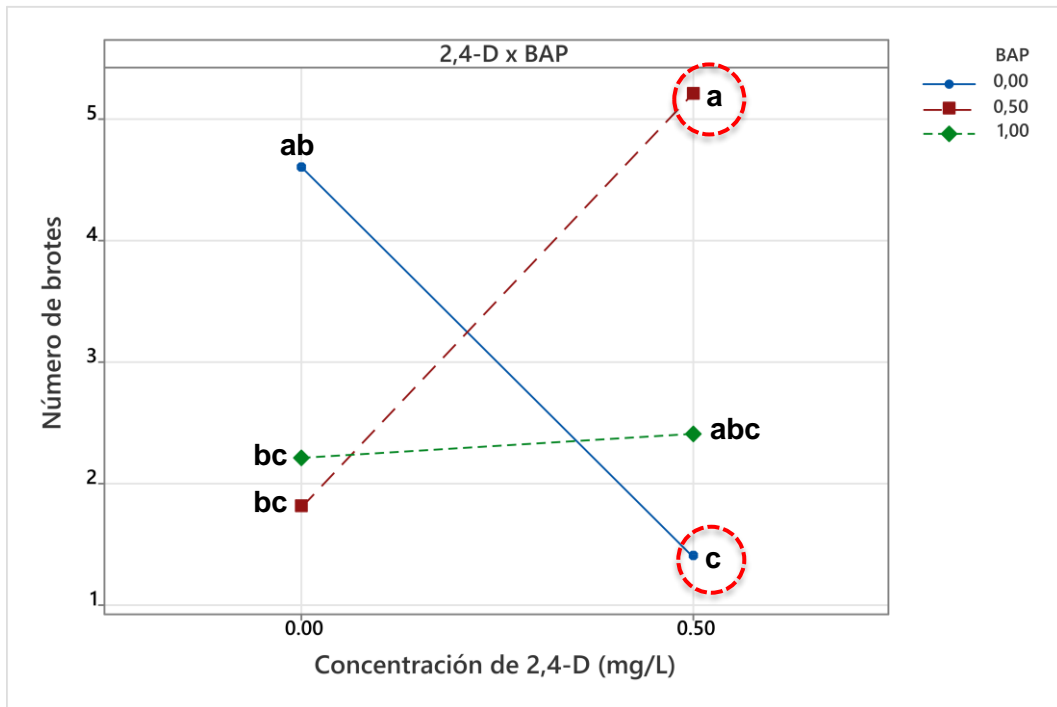
El análisis estadístico se realizó con el programa InfoStat (versión 29 09 20) y el lenguaje de programación R (versión 4.5.1).

#### **IV. RESULTADOS**



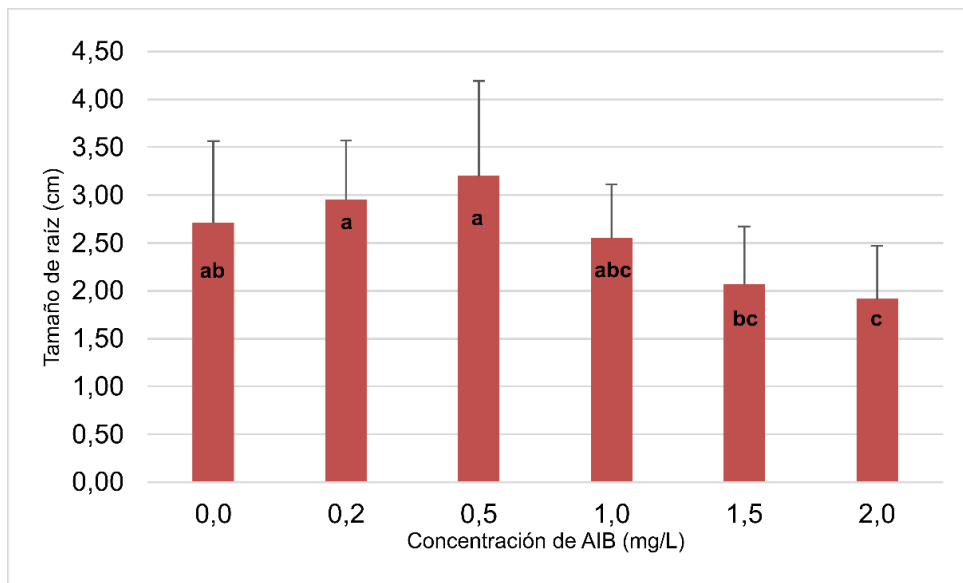
Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ): Letras iguales no difieren significativamente.

**Figura 1.** Efecto principal de promotores de crecimiento 2,4-D y BAP en la inducción de tamaño de brotes de "pitahaya" a 45 días de la multiplicación. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.



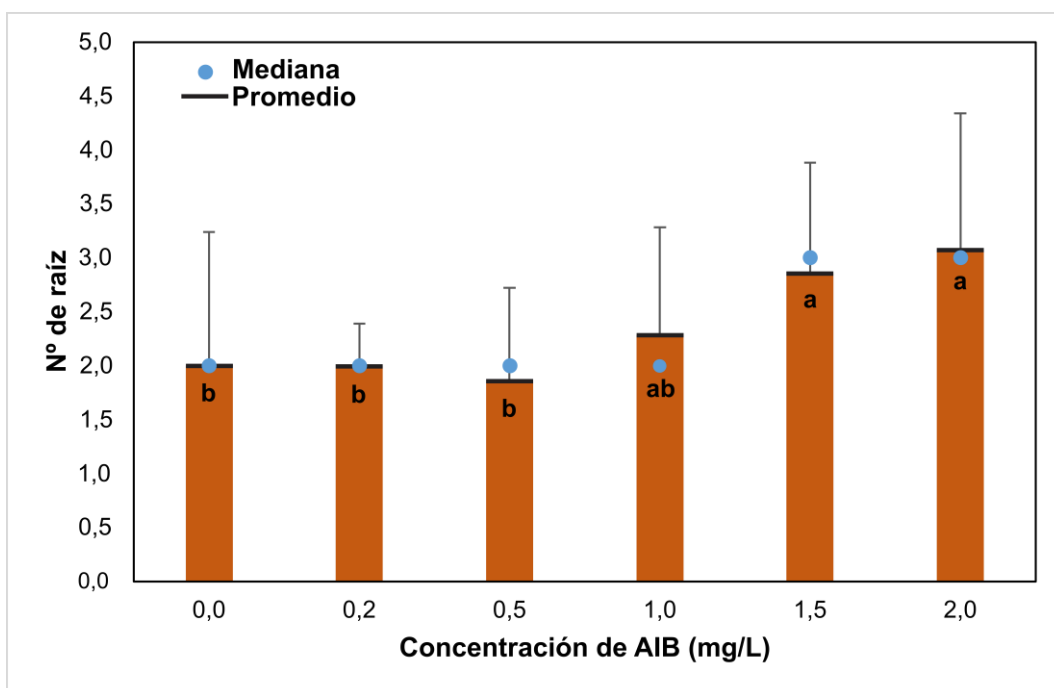
Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ): Letras iguales no difieren significativamente en los efectos simples dentro de los niveles de la concentración de 2,4-D (lectura vertical).

**Figura 2.** Número de brotes de "pitahaya" a 45 días de la multiplicación, e interacción de los promotores de crecimiento 2,4-D y BAP. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.



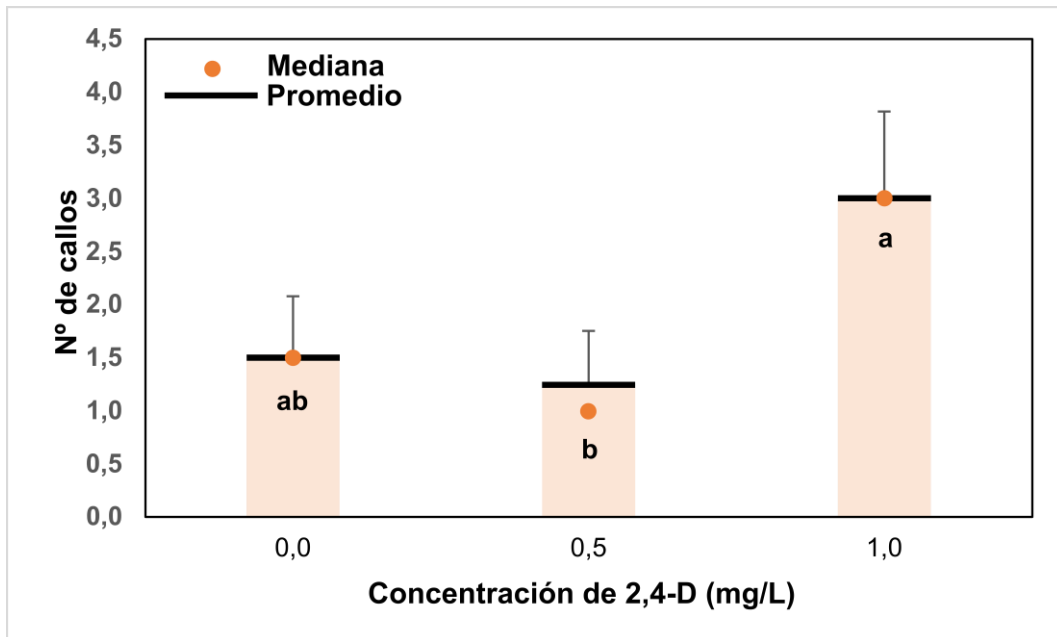
Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ): Letras iguales no difieren significativamente.

**Figura 3.** Tamaño de raíz de "pitahaya" a 20 días de enraizamiento, a concentraciones variables de AIB. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.



Prueba de Kruskal Wallis ( $\alpha = 0,05$ ). Comparaciones de a pares entre las medias de los rangos de tratamiento. Letras iguales no difieren significativamente.

**Figura 4.** Número de raíces de "pitahaya" a 20 días de enraizamiento, a concentración variables de AIB. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.



Prueba de Kruskal Wallis ( $\alpha = 0,05$ ). Comparaciones de a pares entre las medias de los rangos de tratamiento. Letras iguales no difieren significativamente.

**Figura 5.** Número de callos de "pitahaya" a 45 días de la multiplicación. Laboratorio de Biotecnología, Ayacucho, 2024.

## V. DISCUSIÓN

Para la germinación de las semillas se utilizó el medio de cultivo MS + sacarosa 30 g/L y agar 7 g/L. Como resultado se obtuvo 91% de éxito a los diez días de germinación. Estos resultados superan los reportados por Montiel et al. (2016) y Mállap et al. (2021) donde lograron germinar semillas de *Hylocereus monacanthus* y *Hylocereus megalanthus* alcanzando el 70 y 85% respectivamente. Por otra parte, Suárez (2011) indicó que, tras un almacenamiento de 24 horas, las semillas germinaron para el duodécimo día tanto para *S. megalanthus* "pitahaya amarilla" y *H. polyrhizus* "pitahaya roja". Sin embargo, se observó una diferencia estadísticamente significativa en el poder germinativo en los días cuatro y cinco; la variedad "amarilla" presentó un poder germinativo del 68%, mientras que la variedad "roja" alcanzó un mayor porcentaje del 78%. Coincidiendo con lo obtenido en esta investigación, donde la pitahaya roja presentó mayor porcentaje de germinación.

El resultado correspondiente a la fase de multiplicación se evaluó a los 45 días, las cuales se sometieron al análisis de varianza (ANVA). Este análisis permitió

determinar el tamaño de brote (figura 1) en el que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la interacción de los promotores de crecimiento 2,4-D y BAP. Sin embargo, los efectos principales de estos promotores de crecimiento mostraron diferencia estadísticamente significativa; donde se observó mayor longitud de brote sin la adición del 2,4-D con una media de 1,41 cm. Mientras que al adicionar 0,5 mg/L de 2,4-D retardó el crecimiento del brote con una media de 0,72 cm. Asimismo, se evidenció diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de BAP, siendo 0,5 mg/L la que mostró mayor longitud de brote, con una media de 1,39 cm. Vargas y Caycho, (2020) reportaron, a los 90 días, un promedio de longitud de brote 2,94 cm en *Hylocereus undatus* tras la adición de 0,5 mg/L de BAP. Por otro lado, Navarro y Canales (2021) determinaron que a los 90 días, la incorporación de 0,5 mg/L de BAP permitió obtener una media de 2,29 cm de longitud de brote en *Hylocereus guatemalensis*. De igual manera, Zambrano (2015) obtuvo a los 45 días una longitud de brote de 2,1 cm en *Hylocereus megalanthus* con una concentración de 0,5 mg/L de BAP. Estos resultados demuestran que el uso del promotor de crecimiento BAP a una concentración de 0,5 mg/L es óptimo para promover la elongación de los brotes de “pitahaya”, dado que favorece la división celular. Mientras que, la auxina 2,4-D presenta como acción general inducir el crecimiento del tallo (Alcantara et al. 2019), sin embargo, cuando sobrepasa la concentración óptima, reduce el crecimiento e incluso puede inhibirlo (Squeo et al. 2006). Como indica Criollo et al. (2016) la incorporación de 2,4-D inhibió la formación de brotes de *Solanum betaceum* conocido como “tomate de árbol”.

Para la determinación del número de brotes en la fase de multiplicación (figura 2), el análisis estadístico mostró diferencia estadísticamente significativa para las medias, en la interacción de los promotores de crecimiento 2,4-D y BAP. El tratamiento M5 (0,5 mg/L de 2,4-D + 0,5 mg/L de BAP) estimuló mayor promedio de brotes (5,20), siendo esta interacción significativamente superior al tratamiento M4 (tabla 3), la cual presentó 1,4 brotes respectivamente. Mientras que, Zambrano (2015) logró obtener un promedio de 5,30 brotes en *Hylocereus megalanthus*, utilizando una concentración de 1,0 mg/L de BAP. De manera similar, Velázquez (2020), reportaron que, a una concentración de 1,0 mg/L de BAP, lograron 5,6 brotes en *Hylocereus* spp. No coincidiendo con los obtenidos en esta investigación. Sin embargo, coinciden con Squeo et al. (2006), donde mencionan que las citocininas y las auxinas interactúan y promueven la formación y crecimiento de nuevos brotes laterales.

En la fase de enraizamiento, se evaluaron seis concentraciones de AIB, distribuidas en seis tratamientos (tabla 4). El mejor resultado en cuanto a la inducción en longitud radicular se obtuvo en el tratamiento control (E1) con una media de 2,71 cm respecto al tratamiento E6 (2,0 mg/L AIB) que presentó menor longitud radicular, con una media de 1,91 cm. Por el contrario, Zambrano (2015) logró enraizar *Hylocereus megalanthus* con una media de 7,89 mm en tamaño da raíz, utilizando una combinación de 0,5 mg/L de BAP + 0,3 mg/L de AIA; siendo menor al resultado obtenido en esta investigación. Mientras que, Garcia y Guivin (2023), reportaron la mayor longitud de raíz en *Hylocereus* sp con una media de 4,12 cm a una concentración de 1,0 mg/L de AIB. De manera similar Montiel et al. (2016) lograron obtener una longitud de 4,50 cm en la inducción radicular de *Hylocereus monacanthus*, empleando una concentración de 0,1 mg/L de AIB con 50% de MS. Los resultados obtenidos en esta investigación se aproximan a los de

los autores citados, evidenciando que el uso de AIB como promotor de crecimiento a concentraciones inferiores a 1,0 mg/L favorece el desarrollo en la longitud de la raíz. Por el contrario, a medida que la concentración de esta hormona aumenta, la longitud radicular tiende a disminuir, como se observó en el tratamiento E5 y E6.

En la determinación de número de raíces, se aplicó la prueba Kruskal Wallis (figura 4) en la cual se evidenció diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Evidenciando que, los tratamientos E6 y E5 promovieron mayor número de raíces, con medianas de 3 raíces en ambos tratamientos. Respecto al tratamiento control (E1) que indujo menor cantidad de raíces, con una mediana de 2,0 raíces por brote. Por el contrario, Zeledón et al. (2020), reportaron que el tratamiento más efectivo en su estudio fue el empleo del medio MS sin promotores de crecimiento, alcanzando una media de 2,80 raíces en *Hylocereus undatus*. Mientras que, García y Guivin (2023) lograron obtener un promedio de 3,26 raíces en *Hylocereus* sp utilizando medio MS suplementado con 1,0 mg/L de AIB. Por consiguiente, Con base en nuestros resultados se demuestra que, a 1,5 y 2,0 mg/L de AIB se puede inducir mayor número de raíces en brotes de *S. monacanthus*.

Es importante destacar que la inducción de callos ocurrió durante la fase de multiplicación (figura 5). Se empleó una concentración constante de 1,0 mg/L de BAP, más la adición de tres niveles de 2,4-D (0,0; 0,5 y 1,0 mg/L). Se observó que a 1,0 mg/L de 2,4-D presentó mayor significancia en el desarrollo de número de callos. En este contexto, Vargas y Caycho (2020) reportaron que no se observó formación de callos en *Hylocereus undatus*. Del mismo modo, Navarro y Canales (2021) indicaron que, al utilizar concentraciones bajas de BAP, no fue posible inducir la formación de callos en *Hylocereus guatemalensis*. Por otro lado, Montiel et al., (2016) y Velázquez et al., (2020) observaron que, a medida que aumentaba

la concentración de BAP, la formación de callos en la base del explante de *Hylocereus monacanthus* y *Hylocereus* spp también incrementaba, Estos resultados concuerdan con lo observado en esta investigación, donde al aumentar las concentraciones de BAP favorece el desarrollo de los cuerpos callosos. Mientras que, el promotor de crecimiento 2,4-D representa un factor crucial en la inducción de callos, tal como indicaron Caetano et al. (2014), quienes demostraron que la utilización de 2,4-D, ya sea solo o en combinación con BAP, produjo la formación de callo entre el 70 y 100 %, respectivamente. En consecuencia, se puede afirmar que el 2,4-D actúa como un potente inductor de callos a altas concentraciones, y que el incremento en la concentración de BAP también determina una mayor formación de los mismos, como lo reflejan nuestros resultados.

## VI. CONCLUSIONES

- Se logró evaluar los efectos de los promotores de crecimiento en la micropropagación de *S. monacanthus* en condiciones *in vitro*.
- En la fase de multiplicación el uso del BAP a una concentración de 0,5 mg/L promovió mayor longitud de brote. Se logró mayor número de brotes al emplear 0,5 mg/L de 2,4-D + 0,5 mg/L de BAP con una media de 5,2 brotes.
- El mayor número de brotes enraizados de *S. monacanthus* se logró con una concentración de 1,5 y 2,0 mg/L de AIB con una mediana de 3 raíces en ambas concentraciones. Por el contrario, se logró promover mayor tamaño de raíz en el tratamiento control (E1) de AIB con una media de 2,71 cm.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Para una futura investigación se recomienda el uso de menores concentraciones del promotor de crecimiento 2,4-D con el objetivo de observar los efectos en la longitud de los brotes.
- Se recomienda investigar la influencia del tamaño y número de raíces en la fase de aclimatación con el objetivo de determinar que parámetro es recomendable priorizar en la fase de enraizamiento.
- Estudiar más especies y/o variedades de pitahaya que presenten importancia económica y ecológica.
- Continuar con la obtención de embriones somáticos, aprovechando los resultados que se logró, al inducir callos.
- Se recomienda realizar la aclimatación en diferentes sustratos.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, G., Baudoin, J. P., Leigue, L., Ugarte, C., Villarroel, C. L., Aguirre, G., & State, M. (2010). Capítulo 6 Medios de Cultivo. En *aplicación del cultivo de tejidos en la multiplicación y conservación de los recursos fitogenéticos* (xxx ed.). Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias.  
<https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/212904/1/Aguirre%2C%20Baudoin%2C%20Leigue%20UMSS%202016.pdf>
- Alarcón, A., & Zamudio, J. (2021). *¡Ahora la "pitahaya" es del VRAEM!* [Sitios de noticia]. gob.pe. <https://www.gob.pe/institucion/provraem/noticias/503930-ahora-la-pitahaya-es-del-vraem>
- Alcantara Cortes, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. D., & Sánchez Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129. <https://doi.org/10.22490/24629448.3639>
- Amasifuen, A. D. H., Lázaro, A. J. P., Chávez, J. A. R., & Pillasca, H. B. D. (2021). Regeneración *in vitro* de arnaucho (*Capsicum chinense* Jacq.) a partir de yemas apicales. *Manglar*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.009>
- Bacalla Fernández, Y. C., Vasquez Limay, M. J., & Reina Marin, Y. (2018). *Propuesta de modelo de negocio para mejorar el posicionamiento de mercado, asociación la flor de la "pitahaya", Distrito de Churuja—Amazonas- 2017* [Tesis, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1653>
- Beltrán Zepeda, M. S., & Delmon, B. B. (2015). *Evaluación de compatibilidad sexual de cinco genotipos de "pitahaya" (Hylocereus undatus) en la finca El Socorro ubicada en el Km 27 carretera el Crucero-Nicaragua en el periodo de Mayo- Junio del 2014* [Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León]. <https://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4024/1/229322.pdf>
- Britton, N. L., & Rose, J. N. (1920). *The Cactaceae: Descriptions and illustrations of plants of the cactus family: Vol. II*. The Carnegie Institution of Washington. <https://www.elblogdelatabla.com/the-cactaceae-descripciones-ilustraciones-plantas-familia-cactus/>
- Caetano Nunez, D. G., Escobar, R., Caetano, C. M., & Vaca Vaca, J. C. (2014). Estandarización de un protocolo de regeneración en "pitahaya amarilla" (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel) Moran). *Acta Agronómica*, 63(1), 31-41. <https://doi.org/10.15446/acag.v63n1.36051>
- Castillo, A. (2004). *Propagación de plantas por cultivo in vitro: Una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo*. INIA Las Brujas.

<http://inia.uy/en/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807102417.pdf>

- Castillo M, R., Livera M, M., Brechú F, A. E., & Márquez-Guzmán, J. (2003). *Compatibilidad sexual entre dos tipos de Hylocerus (Cactaceae)*. 51(3-4), 699-705. <https://www.redalyc.org/pdf/449/44911882010.pdf>
- Castillo Martínez, R., Livera Muñoz, M., & Márquez Guzmán, G. J. (2005). Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de "pitahaya" (*hylocereus undatus*). *Agrociencia*, 39(2), 183-194.
- Chávez Ávila, V. M. (2014). *Cultivan en la UNAM tejidos vegetales para conservar plantas mexicanas en peligro de extinción*. [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2014\\_010.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2014_010.html)
- Chavez, C. L. L., & Rivadeneira, A. A. D. (2024). Potencial uso de la "pitahaya roja" (*Hylocereus monacanthus*) en la industria alimentaria. *Revista multidisciplinaria de desarrollo agropecuario, tecnológico, empresarial y humanista.*, 6(2), 8-8. <https://doi.org/10.61236/dateh.v6i2.829>
- Chen, H., Liu, Y., Zhang, J., Jiang, Y., & Li, D. (2022). Pectin extracted from dragon fruit Peel: An exploration as a natural emulsifier. *International Journal of Biological Macromolecules*, 221, 976-985. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.09.069>
- Cortes, J. S. A., Godoy, J. A., Cortés, J. D. A., & Mora, R. M. S. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32), Article 32. <https://doi.org/10.25058/24629448.3639>
- Corvera, L., & Velásquez, B. (2025, enero 19). Remesas de "pitahaya" siguieron en ascenso durante 2024. *FreshFruit*. <https://freshfruit.pe/2025/01/19/remesas-de-pitahaya-siguieron-en-ascenso-durante-2024/>
- Cossio, L., & Marasssi, M. A. (2013). *Reguladores de crecimiento*. UNNE. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guiadeestudio-reguladoresdecrecimiento.pdf>
- Crespel, L., & Mouchotte, J. (2003). BREEDING | Methods of Cross-Breeding. En A. V. Roberts (Ed.), *Encyclopedia of Rose Science* (pp. 30-33). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227620-5/00015-X>
- Criollo E., H., Insuasti, K., & Delgado, W. (2016). Regeneración *in vitro* de plántulas de "tomate de árbol" (*Solanum betaceum* (Cav.) Sendt.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 252-261. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5750>
- Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press. <http://archive.org/details/integratedsystem0000cron>
- Cruz Pizarro, F. (2012). *Micropropagación (Manual de prácticas)* (p. 36). Universidad Nacional Autónoma de México facultad de estudios superiores Cuautitlán. [https://portal.cuautitlan.unam.mx/manuales/micropropagacion\\_manualprac.pdf](https://portal.cuautitlan.unam.mx/manuales/micropropagacion_manualprac.pdf)
- Cueva Calle, R. M. (2022). *Evaluación de las propiedades físico químicas y microbiológicas, en la harina de cáscara de "pitahaya" (Selenicereus undatus)*

- (haw) dr hunt) para uso de raciones alimenticias de animales [Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/878>
- Del Rivero Bautista, N., Agramante Peñalver, D., Barbón Rodríguez, R., Camacho Chiu, W., Collado López, R., Jiménez Ferry, F., Pérez Peralta, M., & Gutiérrez Martínez, O. (2008). Embriogénesis somática en (*Anthurium andraeanum* Lind.) variedad 'Lambada'. *Ra Ximhai*, 135-150. <https://doi.org/10.35197/rx.04.01.2008.08.nr>
- Díaz León, J. L. (2023). *Incidencia en la Pudrición del Tallo en el Cultivo de "Pitahaya" (Selenicereus spp)* [bachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2023]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14855>
- Ferl, R., & Paul, A. L. (2000). *Genome organization and expression. En: Buchanan B., Gruissem W., Jones R.* (Biochemistry and Molecular Biology of Plants. USA: American Society of Plant Physiologists).
- Garay Arroyo, A., Álvarez Buylia, E. R., & Gutiérrez, C. (2014). *La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de Arabidopsis thaliana*. 33(1), 13-22.
- García Saavedra, J. M., & Guivin Corazon, M. A. (2023). *Micropropagación de "pitahaya naranja de Churuja" (Hylocereus sp.) a partir de fragmentos de cladodios en condiciones in vitro* [Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/2d76a0d8-cd68-41e8-a251-90624f6eece89>
- González Burgas, G. A., & Vegas García, A. (2020). *Micropropagación in vitro de "pitahaya amarilla" (Selenicereus megalanthus Haw) a partir de tallos seleccionados de siembras comerciales, Limoncito-Santa Elena* [Universidad Agraria del Ecuador facultad de ciencias agrarias]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZALEZ%20BURGAS%20GUSTAVO%20ANDRES.pdf>
- González Coria, J. C., & Zawadski, K. J. (2019). Aplicación de la biotecnología en cítricos para el desarrollo de plantas libres de patógenos en Paraguay. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 31, 1-10.
- Hidalgo Meléndez, E., & Grández López, S. O. (2013). *Mecanismo de polinización para el mejoramiento de "piñón blanco" (Jatropha curcas L.)* (1; p. 10). INIA. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/6b823546-e808-49ae-a772-292ac7636fd8/content>
- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M. F., Coronel, D., Verdugo, K., & Santamaría, P. (2015). Desarrollo de la «pitahaya» (*Cereus* SP.) en Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 22(2), 50-58.
- Jason, C. S. (2005). *Mnual del Cultivo de la "Pitahaya"*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Pitaya/Manual%20del%20cultivo%20de%20la%20Pitaya.pdf>
- Khan, M. F., Hoque, H., Islam, M. Q., Ashrafuzzaman, M., & Prodhan, S. H. (2019). An Efficient Regeneration System for Native Orange (*Citrus reticulata*) through *In-Vitro* Culture Technique. *Agricultural Sciences*, 10(7), Article 7. <https://doi.org/10.4236/as.2019.107074>

- Korotkova, N., Borsch, T., & Arias, S. (2017). A phylogenetic framework for the Hylocereeae (Cactaceae) and implications for the circumscription of the genera. *Phytotaxa*, 327(1), Article 1. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.327.1.1>
- Mállap Detquizán, G., Vilca Valqui, N. C., Meléndez Mori, J. B., Huaman Huaman, E., & Oliva, M. (2021). Multiplicación *in vitro* de "pitahaya amarilla" (*Hylocereus megalanthus*) a partir de plántulas obtenidas *in vitro*. *Agronomía Mesoamericana*, 13. <https://doi.org/10.15517/am.v33i1.45472>
- Montiel Frausto, L. B., Valle, J. R. E. del, & Cisneros, A. (2016). Propagación *in vitro* de *Hylocereus monacanthus* (Lem.) Britton y Rose. *Biotecnología Vegetal*, 16(2), Article 2. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/516>
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Murillo Coronado, A. C., Manjarrés Hernández, E. H., Pedreros Benavides, M. C., Sanabria Huguera, D. I., Lizarazo Forero, L. M., Morales Castaño, I. T., Nelly Pérez, R., Ruíz Rosas, I. D., & Velasquez Arias, J. O. (2022). *Plan de Manejo Tecnológico del Cultivo de la "Pitahaya"*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a8bb2b34-56ad-487e-bc5d-2b12848fba5b/content>
- Navarro-Sandoval, B. G., & Canales-Carrera, E. E. (2021). Efecto de diferentes concentraciones de benzilaminopurina (BAP) sobre el establecimiento *in vitro* de "pitahaya" (*Hylocereus guatemalensis*). *Revista de Innovación y Transferencia Productiva*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.54353/ritp.v2i1.e002>
- Núñez, L. M., & Mariño, J. G. (2008). *Micropropagación vegetal*. Rebigo. [https://revbigo.webs.uvigo.es/images/revbigo/2008/Rebigo\\_2008\\_07.pdf](https://revbigo.webs.uvigo.es/images/revbigo/2008/Rebigo_2008_07.pdf)
- Pedroza Manrique, J. A., González Molina, S. R., & Téllez Ortiz, D. C. (2007). *Micropropagación de Dodonea viscosa (L) Jacq: Una especie en vías de extinción*. IX(2), 33-44.
- Pereira, T. S., & Brito, E. A. da S. (2025). Avaliação da qualidade de frutos de diferentes variedades de "pitaya" (*hylocereus polyrhizius*) com ou sem polinização artificial. *Cuadernos de Educación y Desarrollo - QUALIS A4*, 17(2), e7486-e7486. <https://doi.org/10.55905/cuadv17n2-037>
- Pierik, R. L. M. (1990). *Cultivo in vitro de las plantas superiores* (tercera). Ediciones Mundi-Prensa. <https://bibliotecadigital.uce.edu.ec/s/L-D/item/1393#?c=&m=&s=&cv=>
- quimicompany. (2025). 6 Bencilaminopurina. *Quimicompany*. <https://quimicompany.com.co/productos-2/medios-para-cultivos-vegetal/hormonas-y-reguladores-de-crecimiento-2/citoquininas/6-bencilaminopurina/>
- Roca, W. M., & Mroginski, L. A. (1991). Capítulo 1 establecimiento de un laboratorio para el cultivo de tejidos vegetales. En *Cultivo de Tejidos en la Agricultura Fundamentos y Aplicaciones* (pp. 127-142). CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). <http://ciat->

library.ciat.cgiar.org/Articulos\_Ciat/biblioteca/Cultivo\_de\_tejidos\_en\_la\_agricultura.pdf

- Sotomayor, A., Pitzaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Díaz, A., Nicolalde, J., Viera, W., Caicedo, C., & Vargas, Y. (2019). Evaluación físico química de fruta de "pitahaya" (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE*, 10(1), 89-96. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>
- Squeo, F. A., Cardemil, L., Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). Capítulo XV Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. En *Fisiología Vegetal* (primera, p. 28). Universidad de La Serena. <http://www.biouls.cl/librofv/web/index03.php>
- Suárez Padrón, I. E. (2020). *Cultivo de tejido vegetal*. Fondo Editorial Universidad de Córdoba. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/800256e3-9997-4159-aae4-a0a2c5522852>
- Suárez Román, R. S. (2011). *Evaluación de métodos de propagación en pitahaya amarilla Selenicereus megalanthus (Haw.) Britt and Rose y "pitahaya roja" Hylocereus polyrhizus (Haw.) Britt and Rose* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7991>
- Tombion, L. (2023). El cultivo de tejidos vegetales y su empleo en plantas y cultivares ornamentales. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 44.
- Valencia Botín, A. J., Cruz Hernández, P., & Rodríguez Canto, A. (2003). Avances en la etiología y manejo de la pudrición blanda de tallos de pitahaya, *Hylocereus undatus* (Cactaceae). *Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal*, 7(2), 11-17.
- Vargas Gutiérrez, Kryss Aracely, López Montañez, R. N., & Gómez Vergaray. Jorge Luis. (2020). *Guía técnica del cultivo de "pitahaya" (Hylocereus megalanthus) en la región Amazonas*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.
- Vargas Ramírez, I. K., & Caycho Medrano, N. P. (2020). *Comparación de diferentes concentraciones de bencilaminopurina (BAP) en la fase de multiplicación de "pitahaya roja" (hylocereus undatus), en el laboratorio de cultivo de tejidos In Vitro*, FCA- UNASAM, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Ancash – 2019 [Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4411>
- Vásquez C., W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri D., P., Viera, W., & Valencia-Chamorro, S. (2016). *Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de "pitahaya amarilla" (Selenicereus megalanthus Haw.) en Ecuador*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4860>
- Velázquez Jiménez, A. A. (2020). *Establecimiento y propagación in vitro de variedades comerciales de pitahaya (Hylocereus spp.)* [Universidad Autónoma De Aguas Calientes]. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/2046>
- Velázquez Jiménez, A. A., Pérez Molphe Balch, E. M., & Vázquez Martínez, O. (2020). *Establecimiento y propagación in vitro de variedades comerciales de pitahaya (Hylocereus spp.)* [Universidad Autónoma de Aguas Calientes].

<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/2046/449929.pdf?sequence=1>

- Vera Bravo, C. D. (2014). Micropropagación de árboles adultos de *Corymbia citriodora* subsp. *Variegata* (F. Muell.) A. R. Bean & M. W. McDonald: Efecto de Ag<sup>+</sup>, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>-2</sup> y tipo de luz para el enraizamiento. *INTA*, *IV*, 26-29.
- Zambrano Forero, C. J. (2015). Evaluación de reguladores de crecimiento en la propagación in vitro de *Hylocereus megalanthus* (pitahaya amarilla). *Tumbaga*, *1*(10), 5.
- Zeledón Matute, E. E. Z., Arauz Andino, B. A. A., Aguilar Maradiaga, M. D. A., & Ríos Peralta, H. T. R. (2020). *Micropropagación de "pitahaya amarilla" (Hylocereus undatus) a partir de semilla botánica* [Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4184/>

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Matriz de consistencia.

**Título:** Efecto de promotores de crecimiento en la micropropagación de *Selenicereus monacanthus* (hort. ex Lem.) D. R. Hunt en condiciones *in vitro*.

**Autor:** Bach. Bryan PEREZ POZO

**Asesores:** Mg. Reynán CÓNDOR ALARCÓN y Mg. Paula GARCÍA GODOS ALCÁZAR

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Qué efecto tendrá la combinación de distintos promotores de crecimiento a concentraciones variables en la micropropagación de <i>Selenicereus monacanthus</i> en condiciones <i>in vitro</i> ?	<p>Evaluar el efecto de los promotores de crecimiento en la micropropagación de <i>Selenicereus monacanthus</i> en condiciones <i>in vitro</i></p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el efecto de 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) y 6 Bencilaminopurina (BAP) en la fase de multiplicación de plántulas de <i>Selenicereus monacanthus</i> en condiciones <i>in vitro</i>.</li> <li>- Enraizar plántulas de <i>Selenicereus monacanthus</i> utilizando Acido indol-3-butirico (AIB) a concentraciones diferentes en condiciones <i>in vitro</i>.</li> </ul>	<p>2.1 Antecedentes.</p> <p>2.2. Marco conceptual.</p> <p>2.3. Base teórica.</p> <p>2.4. Medio de cultivo.</p> <p>2.5. Reguladores de crecimiento.</p> <p>2.6. Clasificación taxonómica.</p> <p>2.7. Distribución.</p> <p>2.8. Descripción botánica.</p> <p>2.9. Métodos de siembra.</p>	<p><b>Hipótesis</b></p> <p>La combinación de distintos promotores de crecimiento a concentraciones variables presentará respuestas variadas en la micropropagación de <i>Selenicereus monacanthus</i> en condiciones <i>in vitro</i>.</p>	<p><b>Variables independientes</b></p> <p><b>A. Multiplicación: Factor A:</b> BAP Niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,0 mg/L BAP.</li> <li>- 0,5 mg/L BAP.</li> </ul> <p><b>Factor B:</b> 2,4-D Niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,0 mg/L 2,4-D.</li> <li>- 0,5 mg/L 2,4-D.</li> <li>- 1,0 mg/L 2,4-D.</li> </ul> <p><b>B. Enraizamiento: Factor:</b> AIB Niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0,0 mg/L AIB + 0,5 mg/L BAP.</li> <li>0,2 mg/L AIB + 0,5 mg/L BAP.</li> <li>0,5 mg/L AIB + 0,5 mg/L BAP.</li> <li>1,0 mg/L AIB + 0,5 mg/L BAP.</li> <li>1,5 mg/L AIB + 0,5 mg/L BAP.</li> <li>2,0 mg/L AIB + 0,5 mg/L BAP.</li> </ul> <p><b>Variables dependientes</b></p> <p><b>A. Multiplicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de brotes.</li> <li>• Longitud de brotes (cm).</li> </ul> <p><b>B. Enraizamiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de raíces principales.</li> <li>• Longitud de raíces (cm).</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación</b> Básica-experimental.</p> <p><b>Régimen de investigación</b> Libre.</p> <p><b>Población:</b> Frutos de <i>S. monacanthus</i> procedentes del centro poblado Puerto Ene, distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, ubicado en el departamento de Junín.</p> <p><b>Muestra:</b> conformada por 200 semillas de <i>Selenicereus monacanthus</i>.</p> <p><b>Análisis estadístico</b> Se evaluará mediante el análisis de varianza, con un nivel de confianza del 95%, y aplicando luego la prueba de Tukey. El análisis de varianza no paramétrico se realizó con la prueba de Kruskal-Wallis.</p>

**Anexo 2.** Prueba estadística ANOVA para el promotor de crecimiento 2,4-D, BAP y su interacción, para determinar diferencia significativa respecto al tamaño de brotes de *S. monacanthus* con un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
2,4D	1	3,5635	3,5635	9,13	0,006
BAP	2	3,3791	1,6896	4,33	0,025
2,4D*BAP	2	0,4705	0,2352	0,6	0,556
Error	24	9,3718	0,3905		
Total	29	16,785			

**Anexo 3.** Comparación de promedios del efecto principal del promotor de crecimiento 2,4-D en la inducción de tamaño de brotes de "pitahaya" con la prueba de Tukey.

2,4D	N	Media	Agrupación
0,0	15	1,41067	A
0,5	15	0,72137	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Anexo 4.** Comparación de promedios del efecto principal del promotor de crecimiento BAP en la inducción de tamaño de brotes de "pitahaya" con la prueba de Tukey.

BAP	N	Media	Agrupación
0,5	10	1,38707	A
1,0	10	1,20823	A
0,0	10	0,60275	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Anexo 5.** Prueba estadística ANOVA para el promotor de crecimiento 2,4-D, BAP y su interacción, para determinar diferencia significativa respecto al número de brotes de *S. monacanthus* con un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
2,4D	1	0,133	0,1333	0,05	0,833
BAP	2	7,267	3,6333	1,25	0,306
2,4D*BAP	2	54,467	27,2333	9,34	0,001
Error	24	70	2,9167		
Total	29	131,867			

**Anexo 6.** Comparación de promedios de la interacción de los promotores de crecimiento 2,4-D y BAP en la inducción de número de brotes de "pitahaya" con la prueba de Tukey.

2,4D*BAP	N	Media	Agrupación		
0,5 + 0,5	5	5,2	A		
0,0 + 0,0	5	4,6	A	B	
0,5 + 1,0	5	2,4	A	B	C
0,0 + 1,0	5	2,2		B	C
0,0 + 0,5	5	1,8		B	C
0,5 + 0,0	5	1,4			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Anexo 7.** Prueba estadística ANOVA para el promotor de crecimiento AIB, para determinar diferencia significativa respecto al tamaño de raíz de *S. monacanthus* con nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
AIB	5	17,42	3,4847	6,77	0,00
Error	78	40,15	0,5147		
Total	83	57,57			

**Anexo 8.** Comparación de promedios de tratamientos del promotor de crecimiento AIB en la inducción de tamaño de raíz de “pitahaya” con la prueba de Tukey.

<b>AIB</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>	
0,5	14	3,198	A	
0,2	14	2,954	A	
0,0	14	2,710	A B	
1,0	14	2,550	A B	C
1,5	14	2,068	B	C
2,0	14	1,913	C	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Anexo 9.** Prueba de Kruskal Wallis para el promotor de crecimiento AIB, para determinar diferencia significativa respecto a número de raíz de *S. monacanthus* con un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .

VD	AIB	N	Promedio	D.E.	Medianas	H	P
N° de raíz	0,00	14	2,00	1,24	2,00	14,65	0,01
N° de raíz	0,20	14	2,00	0,39	2,00		
N° de raíz	0,50	14	1,86	0,86	2,00		
N° de raíz	1,00	14	2,29	0,99	2,00		
N° de raíz	1,50	14	2,86	1,03	3,00		
N° de raíz	2,00	14	3,07	1,27	3,00		

AIB	Medianas	Ranks	
0,50	2,00	31,46	B
0,00	2,00	32,75	B
0,20	2,00	36,50	B
1,00	2,00	42,14	B A
1,50	3,00	55,21	A
2,00	3,00	56,93	A

**Anexo 10.** Prueba de Kruskal Wallis para el promotor de crecimiento 2,4-D, para determinar diferencia significativa respecto al número de callos de *S. monacanthus* con un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .

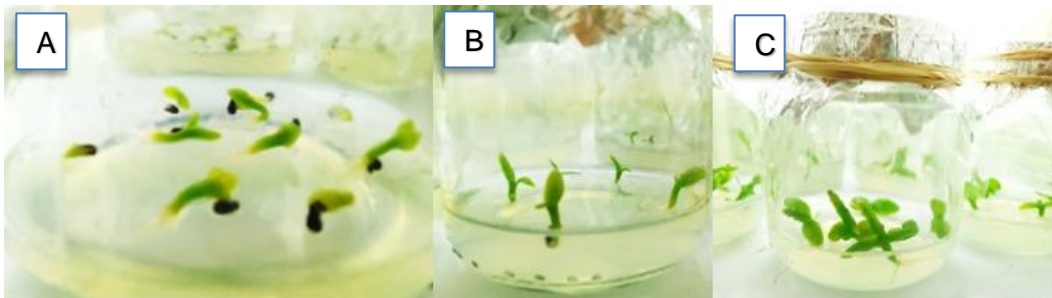
VD	2,4-D	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
N° de callos	0,00	4	1,50	0,58	1,50	6,26	0,04
N° de callos	0,50	4	1,25	0,50	1,00		
N° de callos	1,00	4	3,00	0,82	3,00		

2,4-D	Medianas	Ranks	
0,50	1,00	4,13	B
0,00	1,50	5,25	B A
1,00	3,00	10,13	A

**Anexo 11.** Desinfección e introducción *in vitro* de semillas de “pitahaya”.

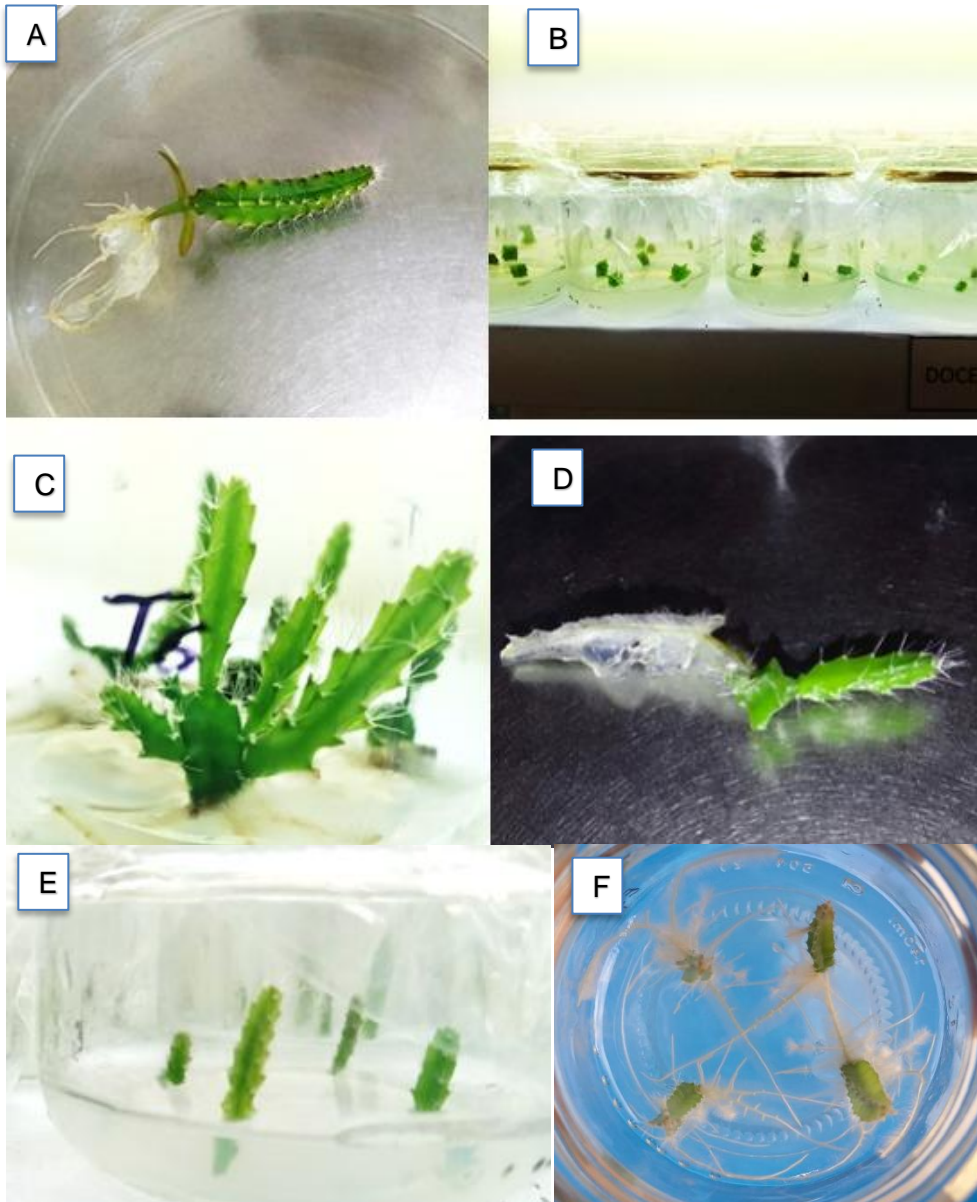


**Anexo 12.** Desarrollo de plántulas de “pitahaya”.



Nota: A) y B) a diez días de germinación; C) a cuarenta y cuatro días posterior a la germinación.

**Anexo 13.** Fase de multiplicación, inducción de brotes y enraizamiento.



Nota: A) plántula de pitahaya proveniente de semilla a ochenta y cuatro días de siembra, B) inicio de la fase de multiplicación, C) inducción de brotes a 45 días posterior a la multiplicación, D) inicio de la fase de enraizamiento y F) brotes enraizados a los veinte días.



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana.”

### CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN

La que suscribe, **Jenny Olga Arrea Paucar**, investigadora CONCYTEC, código de registro P0135916, miembro investigador del Herbario San Cristóbal de Huamanga y docente de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Por el presente hago constar que el ejemplar botánico objeto de trabajo de investigación titulado: Efecto de promotores de crecimiento en la micropropagación de *Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R.Hunt en condiciones in vitro, ha sido identificado como:

Nombre científico: *Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R.Hun

Familia: Cactaceae

Nombre común: Pitahaya

Esta identificación se ha realizado con fines académicos y forma parte del desarrollo de una tesis, llevada a cabo por el **Bach. Brayan Perez Pozo**.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 15 de mayo de 2025

Bilga. Jenny Olga Arrea Paucar  
Miembro investigador del Herbario San Cristóbal de Huamanga  
HSCH



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Bach. Brayan PEREZ POZO

#### RESOLUCIÓN DECANAL N° 347-2025-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del día viernes veintiséis de setiembre del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente el Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista, el Dr. Jesús De La Cruz Arango (miembro – jurado), el Dr. Gilmar Peña Rojas (miembro – jurado), la Mg. Jenny Olga Arrea Paucar (miembro – jurado), el Mg. Reynan Condor Alarcón (miembro – asesor) y el Mg. Luis Uriel Moscoso García actuando como secretario docente, para presenciar la sustentación de tesis titulada: Efecto de promotores de crecimiento en la micropropagación de *selenicereus monacanthus* (hort. ex Lem.) D.R. Hunt en condiciones *in vitro*. presentado por el Bach. Brayan PEREZ POZO; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando al sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones correspondientes; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Jesús De La Cruz Arango	16	16	16
Dr. Gilmar Peña Rojas	17	14	16
Mg. Jenny Olga Arrea Paucar	17	16	17
PROMEDIO			16

El sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso del sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis con cuarenta minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

  
Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista  
Presidente

  
Dr. Jesús De La Cruz Arango  
Miembro - jurado

  
Dr. Gilmar Peña Rojas  
Miembro – jurado

  
Mg. Jenny Olga Arrea Paucar  
Miembro – jurado

  
Mg. Reynan Condor Alarcón  
Miembro – asesor

  
Mg. Luis Uriel Moscoso García  
secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 058-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Efecto de promotores de crecimiento en la micropropagación de *Selenicereus monacanthus* (hort. ex Lem.) D.R. Hunt en condiciones *in vitro***, por BRAYAN PEREZ POZO; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 11%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 31 de octubre del 2025.

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Escuela Profesional de Biología  
Dr. Fidel R. Mujica Lengua  
DIRECTOR

# Efecto de promotores de crecimiento en la micropropagación de *Selenicereus monacanthus* (hort. ex Lem.) D.R.Hunt en condiciones in vitro

*por* Brayan PEREZ POZO

---

**Fecha de entrega:** 28-oct-2025 10:25p. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2796350322

**Nombre del archivo:** PEREZ\_POZO-\_Brayan-\_pregrado-\_2025\_TURNITIN.docx (1.66M)

**Total de palabras:** 6406

**Total de caracteres:** 34623

# Efecto de promotores de crecimiento en la micropropagación de *Selenicereus monacanthus* (hort. ex Lem.) D.R.Hunt en condiciones in vitro

## INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://investigacionyposgrado.ues.mx">investigacionyposgrado.ues.mx</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://www.biblioteca.usac.edu.gt">www.biblioteca.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://orton.catie.ac.cr">orton.catie.ac.cr</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://bdigital.zamorano.edu">bdigital.zamorano.edu</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec">repositorio.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://dspace.unl.edu.ec">dspace.unl.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%

10	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://dspace.espech.edu.ec">dspace.espech.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://doaj.org">doaj.org</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec:8080">repositorio.espe.edu.ec:8080</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo