

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZADORES PARA LA  
PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA ROJA  
(*Hylocereus undatus*)

Trabajo de graduación presentado por Bryan Oswaldo Catalán Barrios  
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Agrícola y  
Pecuaria.

GUATEMALA  
2022



EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZADORES PARA LA  
PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA ROJA  
(*Hylocereus undatus*)

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZADORES PARA LA  
PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA ROJA  
(*Hylocereus undatus*)


Trabajo de graduación presentado por Bryan Oswaldo CatalánBarrios  
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Agrícola y  
Pecuaria.

GUATEMALA  
2022

Vo. Bo

(f)   
Ingeniera Claudia María Meléndrez García  
Asesora

Tribunal Examinador

  
(f) \_\_\_\_\_  
Ingeniero Santos Danilo Carrillo Barrera  
Evaluador

(f)   
Ingeniera Susana Abigail García Escobar  
Directora

(f)   
Ingeniera Claudia María Meléndrez García  
Evaluadora

Fecha de aprobación del examen de graduación:

Guatemala, 02 de noviembre del 2022

## DEDICATORIA

A

Dios: Por darme la bendición de vivir plenamente, por la sabiduría, el entendimiento y la oportunidad de ayudarme en mi proceso de estudio y nunca dejarme solo en el camino.

Mi Padre: Por apoyarme de forma económica y ayudarme a comprender que las cosas buenas necesitan un sacrificio y con perseverancia se puede lograr.

Mi Madre: Por apoyarme en momentos económicos y brindarme su ayuda. Por el consejo que me proponía a salir adelante y que todo sería mejor conforme al paso del tiempo.

Mis hermanos: Por darme ese anhelo de apoyo mutuo y enseñarme que juntos podemos ser mejores y salir adelante.

Mi Primo: Para mi Primo Luis Villatoro que me apoyó desde siempre con las herramientas que necesitaba para cumplir mis metas.

## AGRADECIMIENTOS

UVG Campus Sur: Agradezco a la entidad de la Universidad del Valle de Guatemala por ser parte importante en mi formación, crecimiento profesional y en darme las herramientas necesarias para defenderme y tener un mejor futuro.

Asesor: Inga.Agr Claudia Melendrez, por apoyarme en mi proceso de investigación y darme de su importante tiempo para enseñarme las directrices que debería de seguir para lograr lo propuesto, de corazón le agradezco su sabiduría y su tiempo otorgado a mi persona, le agradezco sus consejos de asesor.

Catedráticos: A todos los catedráticos que formaron parte de mí de mi formación profesional, le agradezco por el tiempo brindado, ayuda y paciencia en sus explicaciones que hoy me ayudan en esta etapa de mi vida.

Donantes: Por la entidad o persona que confió ciegamente en mí, le agradezco su apoyo. Fue de mucha ayuda para poder seguir adelante.

Amigos: A mis colegas de estudios, por su apoyo le agradezco rotundamente: Abraham García, Víctor Jumique, Erick Lara, Cesar Solorzano, Juda Peña y a mi primo Luis Villatoro le doy muchas gracias.

## PREFACIO

Este trabajo se elaboró con la ayuda de Dios y seguidamente mis padres que me apoyaron en el proceso para lograr mi formación profesional.

Esta investigación se realizó con el fin de dar información relevante sobre el desarrollo de la planta en vivero, debido a que es escasa la información de este cultivo en la costa sur. Es por ello que se decidió investigar sobre el efecto que pueda tener los enraizadores y si estos mejoran o no el surgimiento, la cantidad de raíces y el crecimiento de los mismos.

Es necesario recalcar que los pequeños y los medianos productores desconocen este cultivo en la costa sur y por ende suelen dejar a un lado todos los aportes que este mismo les puede generar si solamente lo toman en cuenta para un proyecto de largo plazo de un cultivo exótico que les pueda ayudar económicamente por la demanda mundial que este tiene para la creación de yogures, bebidas, alcohólicas, productos de belleza, helados y el consumo fresco de la fruta.

Esta investigación se enfocó en analizar el efecto de dos enraizantes con las variables que se describirán a continuación del documento, debido a la escasez de información que se tiene de este cultivo en la zona de la costa sur y la limitación que existe de la misma para dar a conocer el cultivo y que forme parte de la agricultura de la zona.

Por esta razón esta investigación aportará información técnica y científica a los agricultores para que fomente este cultivo como una alternativa de producción y que conozcan si es necesario o no utilizar productos enraizadores donde se determine una relación beneficio costo, otorgando un mejor uso de los materiales para mejorar cualquier ámbito con el ambiente sus recursos escasos.

# ÍNDICE

PREFACIO.....	i
LISTA DE TABLAS.....	iv
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	v
LISTA DE GRÁFICOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMMARY.....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.JUSTIFICACIÓN.....	2
III.OBJETIVOS.....	3
3.1 Objetivo general.....	3
3.2 Objetivos específicos.....	3
IV.HIPÓTESIS.....	4
V.MARCO TEORICO.....	5
5.1. Generalidades de Pitahaya.....	5
5.1.1 Origen y distribución geografía actual del cultivo.....	5
5.1.2 Clasificación taxonómica.....	5
5.1.3 Morfología.....	5
5.1.4 Propagación asexual.....	6
5.1.5 Reguladores de crecimiento.....	7
5.1.6 Principales hormonas vegetales.....	7
5.1.7 Auxinas.....	7
5.1.8 Citocininas.....	8
5.1.9 Giberelinas.....	8
5.1.10 Ácido abcísico.....	8
VI. METODOLOGÍA.....	9
6.1 Localización del estudio.....	9
6.1.1 Área experimental.....	9
6.2 Zona de vida.....	10
6.3 Análisis financiero.....	10
6.4 Plan experimental.....	11
6.4.1 Materiales.....	11
6.5 Diseño experimental.....	11

6.5.1 Descripción de los tratamientos .....	12
6.6 Unidad experimental .....	13
6.7 Manejo del experimento .....	14
6.7.1 Análisis de datos .....	14
6.7.2 Modelo estadístico de bloques al azar.....	15
6.8 Croquis de campo .....	15
6.9 Variables de respuesta.....	16
6.9.1Tiempo de enraizamiento de los esquejes.....	16
6.9.2Medición de raíces .....	16
6.9.3Relación beneficio/costo .....	16
6.10 Desarrollo de la investigación.....	17
6.10.1 Preparación del terreno .....	17
6.10.2 Preparación de embolsado .....	17
6.10.3 Recolección de material vegetativo .....	17
6.10.4 Aplicación de enraizantes .....	17
6.10.5 Control de malezas.....	17
6.10.6 Recolección de datos.....	17
6.11 Estimación de la muestra .....	18
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
7.1 Porcentaje de esquejes enraizados y no enraizados .....	20
7.2 Cantidad de raíces .....	22
7.3 Longitud de raíces.....	22
7.4 Relación Beneficio Costo ( $R=B/C$ ) .....	25
<b>VIII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>XI. ANEXOS.....</b>	<b>36</b>
<b>XII. GLOSARIO .....</b>	<b>58</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Zona de vida del departamento de Escuintla y del municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa .....	10
Tabla 2. Identificación de los tratamientos .....	12
Tabla 3. Valores de Z (Porcentajes de confianza). .....	19
Tabla 4. Análisis de varianza para Longitud de raíces .....	24
Tabla 5. Análisis de varianza para Cantidad de raíces.....	25
Tabla 6. Beneficio/costo por tratamiento.....	25
Tabla 7. Detalle de costo por tratamiento .....	28
Tabla 8. Base de datos de los muestreos en campo .....	43

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Imagen satelital del área experimental .....	9
Ilustración 2. Dimensiones de la unidad experimental y de la parcela experimental .....	13
Ilustración 3. Distribución de los distintos tratamientos y repeticiones que se llevaron a cabo en campo definitivo. ....	15
Ilustración 4. Toma de medición de raíces en longitud y cantidad.....	24
Ilustración 5. Cronograma de actividades .....	36
Ilustración 6. Demostración de enraizadores y la medición de su dosis.....	37
Ilustración 7. Composición química del bioestimulante radicular Pivotal .....	37
Ilustración 8. Composición química del bioestimulante radicular Fosfoest.....	38
Ilustración 9. Composición química del bioestimulante radicular Disprinsa Humus a base de ácidos Fúlvicos y Húmicos .....	38
Ilustración 10. Preparación del terreno, limpieza y sobra.....	39
Ilustración 11. Recolección de la semilla y preparación de los esquejes.....	39
Ilustración 12. Siembra de esquejes en la parcela experimental .....	40
Ilustración 13. Rotulado de la parcela experimental.....	40
Ilustración 14. Enraizado de esquejes.....	41
Ilustración 15. Crecimiento de brotes en esqueje de pitahaya.....	41
Ilustración 16. Demostración de la parcela experimental de Pitahaya roja ( <i>Hylocereus undatus</i> ) .....	42

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de esquejes enraizados .....	21
Gráfico 2. Porcentaje de esquejes no enraizados .....	21
Gráfico 3. Cantidad de raíces .....	22
Gráfico 4. Longitud de raíces .....	23
Gráfico 5. Resultado estimado del índice de beneficio/costo de cada tratamiento.....	27

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad del valle de Guatemala campus sur, específicamente en el área de campo agrícola; vivero en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. Se evaluó el efecto de dos enraizadores que se detallan a continuación, el primero es el producto Pivotal que está conformado a base de nitrógeno y fosforo con acompañantes como potasio, azufre, magnesio y zinc. Y el segundo producto es el Fosfoest que está conformado a base de nitrógeno, fósforo y potasio con acompañantes como magnesio, azufre, boro, cobre, hierro, manganeso y zinc; más humus que se conforma a base de ácidos húmicos y ácidos fúlvicos que de igual manera tiene acompañantes como potasio, calcio, hierro y nitrógeno. Las variables de respuestas fueron el tiempo de enraizamiento de los esquejes, la medición en longitud y cantidad de raíces, y la relación beneficio/costo. Se compararon los dos enraizadores y además un testigo absoluto, y se implementó un diseño de bloques al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones.

Conforme a la evaluación de los tratamientos no se presentó una diferencia entre medias significativa por ende una comparación entre medias utilizando LSD mencionado en este trabajo no es necesario; ya que por ende los tratamientos son iguales estadísticamente. Encuanto al indicador económico de beneficio/costo, el tratamiento 2 a base de Fosfoest+humus su  $R=B/C$  es de Q4.25, es decir que de cada Q1 invertido se genera unaganancia de Q3.25, siguiéndole el tratamiento 1 a base de Pivotal donde su  $R=B/C$  es de Q3.77, es decir solamente una diferencia de 0.48 centavos y el tratamiento 3 que era el testigo absoluto dio un beneficio costo de Q2.33; con margen de ganancia de Q1.33, con estos comparándolos se demostró que al no ver una significancia entre los tratamientos y que poseen un beneficio positivo para los tres se puede optar por cualquiera de los tratamientos para poder generar una retribución positiva económicamente, siendo el mejor el tratamiento 3 que no genera gran riesgo económico en cuestiones de inversión por ende dependiendo del capital de inversión que posea el agricultor o proveedor interesado puede aplicar cualquier tratamiento para las condiciones edafoclimáticas en Santa Lucia Cotzumalguapa a los 30 días de tiempo transcurrido de la investigación.

## SUMMARY

The present investigation was carried out in the facilities of the Universidad del Valle de Guatemala campus Sur, specifically in the agricultural field area; nursery in the municipality of Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. The effect of two rooters that are detailed below was evaluated, the first is the Pivotal product that is made up of nitrogen and phosphorus with companions such as potassium, sulfur, magnesium and zinc. And the second product is Fosfoest, which is made up of nitrogen, phosphorus and potassium with companions such as magnesium, sulfur, boron, copper, iron, manganese and zinc; more humus that is made up of humic acids and fulvic acids that also have companions such as potassium, calcium, iron and nitrogen. The response variables were the rooting time of the cuttings, the measurement in length and number of roots, and the benefit/cost ratio. The two rooters and an absolute control were compared, and a randomized block design with 3 treatments and 4 repetitions was implemented.

Regarding the evaluation of the treatments, there was no difference between means significant therefore a comparison between means using LSD mentioned in this work is not necessary; since therefore the treatments are statistically equal. As for the economic benefit/cost indicator, treatment 2 based on Fosfoest+humus, its  $R=B/C$  is Q4.25, that is, for each Q1 invested, a profit of Q3.25 is generated, following the treatment 1 based on Pivotal where its  $R=B/C$  is Q3.77, that is, only a difference of 0.48 cents and treatment 3, which was the absolute control, gave a cost benefit of Q2.33; with a profit margin of Q1.33, with these comparing them it is highlighted that by not seeing a significance between the treatments and that it has a positive benefit for all three, you can opt for any of the treatments to be able to generate a positive economic retribution, being the better treatment 3 that does not generate great economic risk in investment matters therefore depending on the investment capital that the interested farmer or supplier has, they can apply any treatment for the edaphoclimatic conditions in Santa Lucia Cotzumalguapa 30 days after the investigation.

# I. INTRODUCCIÓN

La pitahaya es el fruto de una planta rústica xerofítica de la familia de las cactáceas; la sub-familia Cereoidae, la tribu Hylocereae, la sub-tribu Hylocereinae y los géneros *Hylocereus* y *Selenicereus*. Es cultivada en Centroamérica, América tropical, las Antillas y sur de Florida, también cultivada en otras regiones tropicales. (León, 2003)

Se realizó la evaluación de la propagación asexual de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en base al efecto de respuesta empleando a los enraizadores Pivotal (a base de nitrógeno y fosforo con acompañantes como potasio, azufre, magnesio y zinc) y Fosfoest (a base de nitrógeno, fósforo y potasio con acompañantes como magnesio, azufre, boro, cobre, hierro, manganeso y zinc) más humus (a base de ácidos húmicos y ácidos fúlvicos con acompañantes como potasio, calcio, hierro y nitrógeno) contra el testigo absoluto; en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

La metodología de evaluación consideró los parámetros de la propagación asexual de pitahaya mediante esquejes utilizando enraizadores, se utilizó el diseño de bloques al azar, dividiendo en tres tratamientos, combinados con sustrato, tierra y arena, previamente estos fueron esterilizados con luz solar.

Hoy en día el uso de enraizadores es muy común, ya que el fin de este es fortalecer y promover un mejor desarrollo de las raíces para que puedan crecer sanas y fuertes. El enraizante estimula la raíz haciendo que crezca más y mejore sus niveles de absorción de nutrientes y agua. Gracias al uso de enraizantes la planta crece más fuerte y protegida de cualquier daño o adversidad natural por la que se pueda ver afectada.

Con esta investigación se pretende brindar a los agricultores información de interés, para un bien común y que ayude a fomentar el interés por este cultivo.

## II. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala el cultivo de pitahaya no es muy conocido por la mayoría de población en general, la única forma de movimiento de producción de éste se basa en pequeños productores que comercializan en mercados cantonales; las investigaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) han contribuido en gran parte al conocimiento generalizado de la especie, debido a que existe falta de información en el país; que enriquezca de manera generalizada sobre la siembra, cultivo, cosecha y venta, siendo este un fruto comercial en otros países México, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Estados Unidos, Brasil, España, etc.

Debido a las brechas de información escasas sobre el cultivo, específicamente en la zona costera por ende es necesario estudiar su desarrollo en Guatemala, siendo un territorio potencial para mercados extranjeros que consumen pitahaya. Por lo tanto, es crucial el desarrollo de paquetes tecnológicos en los que el presente estudio; abarca para el caso del establecimiento en vivero en referencia al enraizamiento.

El enfoque del estudio es evaluar el cultivo en Santa Lucía Cotzumalguapa, por la necesidad de dar a conocer el potencial de dicho cultivo a los productores locales, para que estos puedan darles mejor uso a los recursos naturales e implementar una agricultura sostenible.

## III. OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de dos enraizadores en la propagación asexual de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*)

### 3.2 Objetivos específicos

- Cuantificar la cantidad de raíces presentes en los esquejes de pitahaya a los 10, 15 y 30 días de su establecimiento en vivero.
- Medir la longitud de las raíces de los esquejes en centímetros.
- Calcular la relación beneficio/costo de los tres tratamientos.

## IV. HIPÓTESIS

4.1 Hipótesis nula: Los 2 tratamientos químicos no tendrán efecto sobre el surgimiento radicular del cultivo en estado de vivero.

4.2 Hipótesis alternativa: Al menos uno de los tratamientos a utilizar tendrá un efecto sobre el surgimiento de raíces en los esquejes de pitahaya.

## V. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Generalidades de Pitahaya

#### 5.1.1 Origen y distribución geografía actual del cultivo

El origen de *Hylocereus* spp. son los bosques tropicales y subtropicales de México y Centro y Sudamérica (incluyendo el sur de México, el lado del Pacífico de Guatemala, Costa Rica, El Salvador, Venezuela, Colombia, Ecuador, Curaçao, Nicaragua, Panamá, Brasil y Uruguay) Desde su centro de origen la pitahaya se ha dispersado hacia América tropical y subtropical, Asia, Australia y el Medio Oriente, siendo *Hundatus* la especie más cosmopolita. (Gunasena. 2007).

Estos frutos no son muy cultivados a escala comercial fuera de Colombia, Costa Ricay Nicaragua. Sin embargo, en Vietnam *H. undatus* ha tenido un desarrollo extenso con casi 2000 ha cultivadas. En otros lugares, las pitahayas son consideradas “frutos nuevos”, con un futuro prometedor y son cultivadas a largas escalas en Australia e Israel (Le Bellec,

F. Vaillant, F. Imbert, E. 2006)

#### 5.1.2 Clasificación taxonómica

Nombre Científico: *Hylocereus* spp.

Reino: Plantae

División: Magnoliophita

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllale

Familia: Cactaceae - cactácea

Tribu: Hylocereeae

Género: *Hylocereus*

Especie: *H. extensus* (Salm-Dyck ex De Candolle) *H. setaceus* (Salm-Dyck ex De Candolle) *H. tricae* (Hunt) *H. minutiflorus* Br. and R. *H. megalanthus* (Schum. ex Vaupel) *H. stenopterus* (Weber) Br. and R. *H. calcaratus* (Weber) Br. and R. *H. undatus* (Haw.) Br. and R. *H. escuintlensis* (Kimn.) *H. ocamponis* (Salm-Dyck) Br. and R. *H. guatemalensis* (Eich.) Br. and R. *H. purpusii* *H. costaricensis* (Weber) Br. and R. *H. trigonus* (Haw.) Safford *H. triangularis* (L.) Br. and R. *H. monacanthus*

Fuente: Esquivel y Araya. (2012); Bauer (2003)

#### 5.1.3 Morfología

Se trata de una planta perenne de carácter epífita o terrestre, de porte rastrero y abundante ramificación. Pueden llegar a alcanzar de 0,5 a 2m de largo. (Agro, s.f)

- Raíz: La pitahaya presenta dos tipos de raíces: 1) Las raíces primarias forman un sistema de raíces delgadas y superficiales con función de absorción y 2) las raíces secundarias o adventicias se desarrollan en la parte aérea con función de sostén. (Agro, s.f.)

- Tallo: Los tallos o vainas son muy ramificados, de color verde, suculentos, con tres aristas o caras y articulados por secciones rectas. Los bordes de las vainas presentan areolas, en las cuales se encuentran grupos de espinas de 2 a 4mm, consideradas hojas modificadas. De la parte superior de las areolas nacen flores y ramificaciones. El tallo actúa como regulador hídrico y participa en la fotosíntesis. (Agro, s.f.)

- Flor: Presenta flores hermafroditas, grandes (15-30cm de largo), tubulares y de color blanco, amarillento o rosado. De la parte inferior de la flor nacen grandes segmentos lanceolados, delgados y acuminados de color crema. Sus flores abren durante la noche, las cuales se encuentran orientadas hacia la luz de la luna. Pueden darse 5-6 ciclos de floración, donde en una misma planta pueden coincidir varios estadios fenológicos. Muchas de las especies requieren polinización cruzada, aunque son autofértiles. (Agro, s.f.)

- Fruto: Se trata de una baya con forma oval, de unos 6-12cm de diámetro y de color rojo o amarillo. La mayoría de las especies presentan una epidermis carnosa con brácteas triangulares de aspecto ceroso. La pulpa del fruto es translúcida, conteniendo en su interior numerosas semillas negras. Concretamente, la especie *Selenicereus megalanthus* presenta una epidermis amarilla, tuberosa y provista de espinas. (Agro, s.f.)

#### 5.1.4 Métodos de propagación

La multiplicación más usual de la pitahaya es mediante propagación vegetativa por medio de estacas. La propagación por semillas no es aconsejable, ya que es un proceso muy lento, pudiendo transcurrir para ser una planta productiva, al menos 7 años. (Agro, s.f.)

#### 5.1.4 Propagación asexual

La propagación vegetativa por esquejes consiste en cortar tallos de unos 25-30cm de longitud procedentes de plantas madre. Los tallos seleccionados deben ser de al menos dos años de edad. Seguidamente, se deben dejar cicatrizar durante 3-7días a la sombra. A posterior se procede a la siembra en bolsas de vivero de 20x30cm. Antes de esta labor es recomendable la desinfección de las vainas con fungicidas y bactericidas y el sustrato

empleado debe tener una buena capacidad de drenaje y ser rico en materia orgánica. Además, resulta importante inocularlo con micorrizas. (Agro, s.f.)

Las estacas se deben colocar con la misma orientación que tenían en la planta madre, cortando el extremo apical para interrumpir la dormancia y que la emisión de brotes sea más rápida. Los riegos han de ser periódicos, así como la eliminación de malas hierbas. En estas condiciones, el material vegetal debe permanecer unos 3-4 meses antes del trasplante definitivo. (Agro, s.f.)

### 5.1.5 Reguladores de crecimiento

Los reguladores del crecimiento vegetal son sustancias que actúan sobre el desarrollo de las plantas y que, por lo general, son activas a concentraciones muy pequeñas. Dentro de este grupo de moléculas podemos diferenciar entre las que son producidas por la planta y aquellas de origen sintético. Las que se encuentran de forma natural en las plantas se denominan fitohormonas u hormonas vegetales. (Research, 2021)

### 5.1.6 Principales hormonas vegetales

Las sustancias consideradas como fitohormonas son: auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno, aunque también se incluyen en ocasiones a brasinosteroides, ácido salicílico, jasmonatos, sistemina, poliaminas, óxido nítrico y péptidos señal. (Research, 2021)

### 5.1.7 Auxinas

El principal efecto de las auxinas es la elongación de las células, debido principalmente a que la pared celular se hace más plástica. Son sintetizadas en los ápices meristemáticos y en menor cantidad en las raíces. La auxina principal sintetizada de forma natural por las plantas es el ácido indol acético (AIA), aunque se han encontrado otras como el ácido fenilacético, los cloroindoles y más recientemente, el ácido indolbutírico (AIB). El movimiento de estas fitohormonas por la planta es desde los ápices hasta las raíces (translocación basipétala) y viceversa (acropétala). Sin embargo, el movimiento basipétalo es mucho más rápido que el acropétalo. (Research, 2021)

### 5.1.8 Citocininas

El descubrimiento de estas fitohormonas se debe, principalmente, a los estudios que se realizaron en cultivos *in vitro*. Al principio, se vio como la “leche de coco” (endospermo del fruto) promovía el crecimiento de varios tejidos cultivados *in vitro*. La primera citocinina natural que se aisló e identificó fue la zeatina, nombre que se le puso debido a que se aisló de semillas de maíz (*Zea mays*). La principal función de las citocininas es provocar la división celular y el retraso de la senescencia. Como ya hemos mencionado, las citocininas, en combinación con las auxinas, provocan la formación de masas celulares indiferenciadas denominadas callo. También estimulan el desarrollo de las yemas laterales cuando se aplica exógenamente, rompiendo la dominancia apical. (Research, 2021)

### 5.1.9 Giberelinas

Estas fitohormonas son, en parte, responsables de la división celular y la elongación del tallo y de otros tejidos. Su descubrimiento se debe a los estudios que investigadores japoneses hicieron sobre una enfermedad del arroz. Dicha enfermedad consistía en que las plántulas recién germinadas adquirían una tonalidad amarilla y se producía una gran elongación del tallo, lo que conllevaba a la caída y muerte de la planta. Los investigadores descubrieron que estos síntomas eran causados por un hongo denominado *Gibberella fujikuroi*. Dicho hongo produce gran cantidad de estas fitohormonas que son introducidas en el vegetal que parasita. Desde entonces, se han aislado y descubierto varios tipos de giberelinas. Cada una de ellas se identifica con un número conforme se van descubriendo, de forma que tenemos la GA1, GA2, GA3 y así sucesivamente. La GA3 corresponde al ácido giberélico. Las giberelinas son sintetizadas principalmente en órganos meristemáticos y tejidos en desarrollo. (Research, 2021)

### 5.1.10 Ácido abscísico

Como su nombre indica, esta hormona está implicada directamente en la senescencia y abscisión de hojas, flores y frutos, así como en la latencia de algunas semillas. Al igual que el etileno, esta fitohormona induce la expresión de genes de resistencia a diversos tipos de estrés. Un efecto del ABA es que provoca el cierre de los estomas ante situaciones de sequía, lo que evita la deshidratación de la planta. (Research, 2021)

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1 Localización del estudio

La investigación se efectuó en el área de vivero del campo agrícola experimental de la Universidad del Valle de Guatemala campus sur, ubicado en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa Escuintla, situado a una altitud de 291 m.s.n.m y geográficamente entre las coordenadas 14°19'52" latitud Norte, 91°03'33" latitud Oeste.

#### 6.1.1 Área experimental



*Ilustración 1. Imagen satelital del área experimental*

La temporada de lluvia es opresiva y nublada, la temporada seca es húmeda y mayormente despejada y es muy caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 17 °C a 33 °C y la precipitación anual promedio es de 162 milímetros.

## 6.2 Zona de vida

Tabla 1. Zona de vida del departamento de Escuintla y del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa.

		Escuintla	Santa Lucía Cotzumalguapa
Código Departamento y Municipio	Código Campo	501	502
Bosque Húmedo montano bajo (bh-MB)	(bh-MB)	14.77	0.00
Bosque Húmedo subtropical (cálido) sur (bh-S ( c ) sur)	(bh-S ( c ) sur)	0.00	0.00
Bosque Húmedo subtropical templado (bh-S ( t ))	(bh-S ( t ))	0.00	0.00
Bosque muy húmedo subtropical templado bajo (bmh-MB)	(bmh-MB)	8.39	0.00
Bosque muy húmedo subtropical (cálido) sur (bhm-S ( c ) sur)	(bhm-S ( c ) sur)	523.56	454.86
Bosque seco subtropical (bs-S)	(bs-S)	0.00	0.00

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021)

## 6.3 Análisis financiero

Se determinó el costo de cada tratamiento en base a los materiales utilizados según su valor económico, así mismo se calculó el ingreso por la comercialización de las plantas según sus características.

Para extrapolar los costos a manzana se procedió a multiplicar el área que tiene una manzana en m<sup>2</sup> por el costo total del área experimental, dividido entre el área de la parcela.

$$\frac{(7,000m^2 * Costo\ total\ del\ área\ experimental)}{\área\ total\ de\ la\ parcela} = Costo/manzana$$

Igualmente, para el beneficio por manzana se extrapolo el número de plantas del experimento a una manzana, para luego proceder a multiplicar el total de esquejes con el valor del precio otorgado por cada tratamiento.

$$\frac{Esquejes\ de\ la\ parcela * 7000m^2}{(\área\ de\ la\ parcela)m^2} = Esquejes\ por\ manzana$$

$$Total\ de\ esquejes\ por\ manzana * valor\ de\ unidad\ por\ tratamiento = Beneficio/manzana$$

Y por último se estimó el beneficio de unidad monetaria, dividiendo el beneficio/manzana entre el costo/manzana.

$$\frac{Beneficio/manzana}{Costo/manzana} = Beneficio\ por\ unidad\ monetaria$$

## 6.4 Plan experimental

### 6.4.1 Materiales

Esquejes de Pitahaya de 30cm de longitud 4cm.

Dos enraizadores, Pivotal y Fosfoest combinado con humus y un testigo absoluto (sin aplicación de producto enraizador)

Bolsas de polietileno color negro de 2 libras

Arena negra

Suelo

Palas 2

Sarán color negro

Guantes para podas

Tijeras de podar manuales

Machetes

Balanza

Probeta

1 cubeta de 5 galones

Letreros

1 regadera para jardín manual

1 regla de 30 cm de longitud

1 boleta de registro

1 lapicero

1 azadón

1 flexómetro o cinta métrica

1 rollo de pita

18 estacas de 50 cm de largo

## 6.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones

### 6.5.1 Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1: Enraizador Pivotal. Se realizó una solución de 2.5ml de producto en un litro de agua; dosis recomendada por la casa productora, en el cual se remojaron los esquejes pasando los tres días de curado.

Tratamiento 2: Enraizador Fosfoest + humus. Se realizó una solución de 1.5ml del producto Fosfoest en un litro de agua y 5gr de ácidos húmicos en un litro de agua; dosis recomendada por la casa productora, en el cual se remojaron los esquejes pasando los tres días de curado.

Tratamiento 3: A este tratamiento no se le aplicó ningún regulador de crecimiento, el cual será el testigo absoluto.

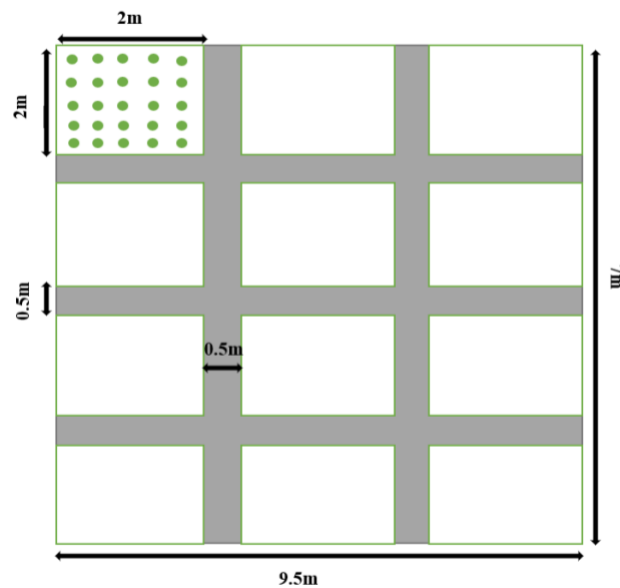
*Tabla 2. Identificación de los tratamientos.*

No.	Tratamientos por evaluar	Código
1	Enraizador Pivotal (nitrógeno y fósforo)	T1
2	Enraizador Fosfoest (nitrógeno, fósforo y potasio) + humus (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos)	T2
3	Sin aplicación de enraizador (testigo absoluto)	T3

## 6.6 Unidad experimental

Cada unidad experimental consistió de 2m de ancho por 2m de largo. Esta estuvo conformada de 25 bolsas y sus esquejes. Cada bolsa se colocó en un área de 0.40m \* 0.40m.

La parcela donde se realizó la investigación tenía una medición de 66.5 m<sup>2</sup>. Tomando en cuenta los 3 tratamientos y las 4 repeticiones el total de plantas utilizadas fueron 300.



*Ilustración 2. Dimensiones de la unidad experimental y de la parcela experimental*

## 6.7 Manejo del experimento

### 6.7.1 Análisis de datos

Para el análisis estadístico de datos se utilizó ANDEVA, apoyado con el software Infostat y por último para el análisis económico se necesitó utilizar un análisis de beneficio/costo.

No fue necesario utilizar el método de comparación de medias LSD, ya que todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

#### Especificaciones de diseño

Longitud de la parcela	2.00m
Ancho de la parcela	2.00m
Área de la parcela	4.00m <sup>2</sup>
Área entre planta	0.16m <sup>2</sup>
Número de plantas por parcela	25
Número de plantas/ensayo	300
Número de tratamientos	3
Número de bloques	4
Distancia entre bloques	0.5m
Área total del ensayo	66.5m <sup>2</sup>

Cada unidad experimental consto de 25 esquejes puestos en bolsas rellenas de sustrato ya mencionado con posicionamiento agrupado.

En la Ilustración 3 se muestra la ubicación aleatoria de las unidades experimentales, ejecutándose así a los requerimientos del modelo estadístico de bloques al azar.

### 6.7.2 Modelo estadístico de bloques al azar

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + ee$$

Donde:

$Y_{ij}$ = Valor de la  $ij$ . ésima unidad experimental

$M$ = Media general

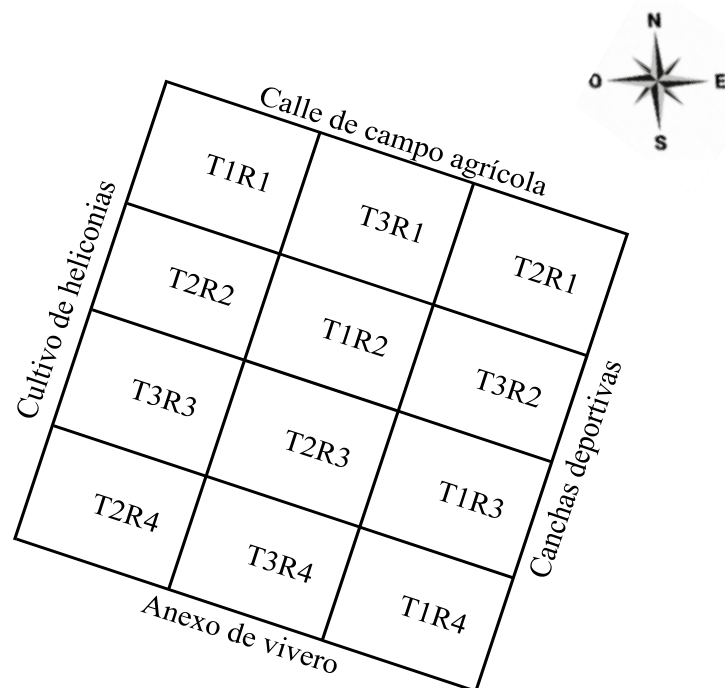
$T_i$ = Efecto de la  $i$ . ésimo tratamiento

$B_j$ = Efecto de  $j$ -ésimo bloque

$ee$ = Error experimental

### 6.8 Croquis de campo

*Ilustración 3. Distribución de los distintos tratamientos y repeticiones que se llevaron a cabo en campo definitivo.*



## 6.9 Variables de respuesta

### 6.9.1 Tiempo de enraizamiento de los esquejes

Se contó el tiempo en días que transcurre para el surgimiento de raíces en los esquejes de pitahaya a los 10, 15 y 30.

### 6.9.2 Medición de raíces

Se midió la longitud y cantidad de las raíces generadas por los esquejes según su tratamiento en los días antes mencionados.

### 6.9.3 Relación beneficio/costo

Se llevó un registro económico de los tratamientos a evaluar, para analizar el beneficio/costo.

Esta investigación es de tipo experimental de bloques al azar. La cual consto de 3 tratamientos y 4 repeticiones, teniendo un total de 12 unidades experimentales y el análisis se basó en un modelo de análisis de varianza de bloques al azar, utilizando una metodología cuantitativa para medir el fenómeno, cuantificar, expresar en cifras, los parámetros estudiados.

La metodología cuantitativa de acuerdo con Tamayo (2007), consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio.

Se trabajó en un enfoque cuantitativo con el objetivo de establecer la propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en el tiempo de surgimiento de raíces con productos enraizadores contra testigo absoluto en Santa Lucia Cotzumalguapa.

Para la realización del estudio se crearon parcelas demostrativas-experimentales en las cuales se pretendió evaluar el proceso de enraizamiento utilizando los productos enraizantes, creando bloques con un monitoreo constante y sistematizado.

Para la evaluación de los avances se utilizó la observación y anotación de la cantidad de días en que el enraizamiento del esqueje va evolucionando.

## 6.10 Desarrollo de la investigación

### 6.10.1 Preparación del terreno

Las labores de preparación del terreno iban orientadas a la eliminación de maleza, darle una cobertura uniforme al sarán que se utilizó, este con la finalidad que proporcionara un 70% luz y un 30% de sombra, sobre las plantas que fueron establecidas en el vivero.

### 6.10.2 Preparación de embolsado

La preparación del embolsado consistió en esterilizar el suelo y arena por medio de luz solar, para luego de esto preparar una mezcla homogénea de tres paladas de tierra por una palada de arena, haciendo una proporción 3/1. Para luego de esto mezclarlas y colocarlas en las bolsas de polietileno.

### 6.10.3 Recolección de material vegetativo

Se recolectó el material en el caserío finca San Juan, camino a parcelamiento Velazquitosen unos sembradíos que tenía de forma rustica.

### 6.10.4 Aplicación de enraizantes

La aplicación de enraizantes se llevó a cabo en sumergir los esquejes en una cubeta, donde la dosis ya está preparada, previo a esto, se utilizó una pesa eléctrica para el enraizante que tenía una estructura en forma de granos y una probeta para los enraizantes de forma líquida.

### 6.10.5 Control de malezas

Cada 10 días se realizó un monitoreo de eliminación de malezas, para evitar la competencia de agua, luz y espacio, este control se llevó a cabo de forma manual y con la ayuda de azadones y rastrillos.

### 6.10.6 Recolección de datos

Los datos fueron recolectados a los 10, 15 y 30 días después de la siembra de los esquejes en las bolsas, analizando y tomando mediciones en la longitud de las raíces y la cantidad de las mismas; la cual se registró de forma manual en un cuaderno utilizando.

Donde se humedeció el sustrato con agua para sacar el esqueje y no dañar sus raíces, luego se contaban las raíces y para la medición de la raíces se tomaron las 3 raíces más grandes y se estipulo una media entre ellas, para tal medición se utilizó una regla y cinta métrica.

### 6.11 Estimación de la muestra

N=300	$n = \frac{N * (Z)^2 * p * q}{(e^2 * (N-1)) + Z^2 * p * q}$
Z=1.699	$n = \frac{300 * (1.669)^2 * 0.9 * 0.1}{(0.07^2 * (300-1)) + (1.669)^2 * 0.9 * 0.1}$
e= 7%	$n = \frac{77.938}{(1.465 + 0.259)}$
p=0.9	$n = \frac{77.938}{1.7241}$
q=0.1	$n = 45.2050 \approx 46 \approx 48$

Los resultados obtenidos demuestran cómo se ha desarrollado cada uno de los tratamientos, y si pudo o no existir alguna diferencia significativa entre por lo menos uno de ellos y así mismo establecer el beneficio/costo para cada uno considerando fomentar más este cultivo a los agricultores. El valor de (Z) se tomó de la (Tabla 3) que refleja un nivel de confianza del 93% y el valor de (e) se utilizó el 7% como un margen de error de estimación máximo aceptado. Respecto con el valor de (p) es tomado por mi investigación de la probabilidad que ocurra el evento estudiado y (q) que no ocurra el evento estudiado.

*Tabla 3. Valores de Z (Porcentajes de confianza).*

90%	1.645
91%	1.663
92%	1.681
93%	1.699
94%	1.71
95%	1.96
96%	2.06
97%	2.08
98%	2.101
99%	2.575

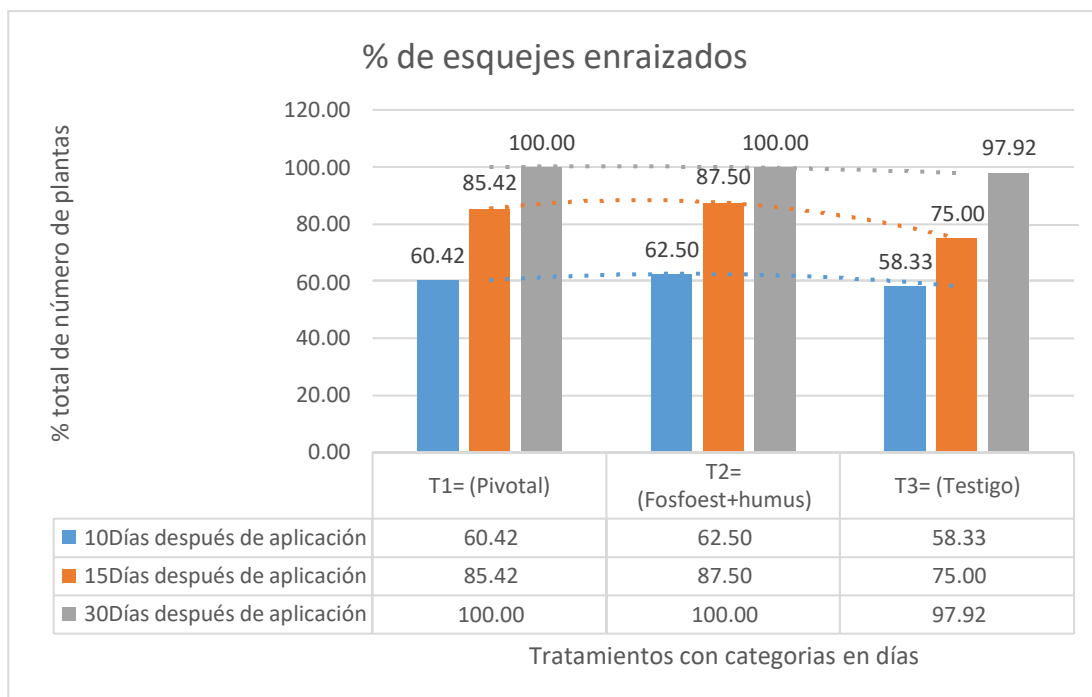
## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Porcentaje de esquejes enraizados y no enraizados

Cada uno de los tratamientos fue sometido a las mismas condiciones de luz, agua, área donde fueron establecidas y el número de plantas que fue de 48 por tratamiento, 12 por repetición y de forma completamente al azar, es decir no siendo las mismas 48 del día 10, ni del día 15 y del día 30, tomando cualquiera al azar y cumpliendo un el mismo régimen ya mencionado.

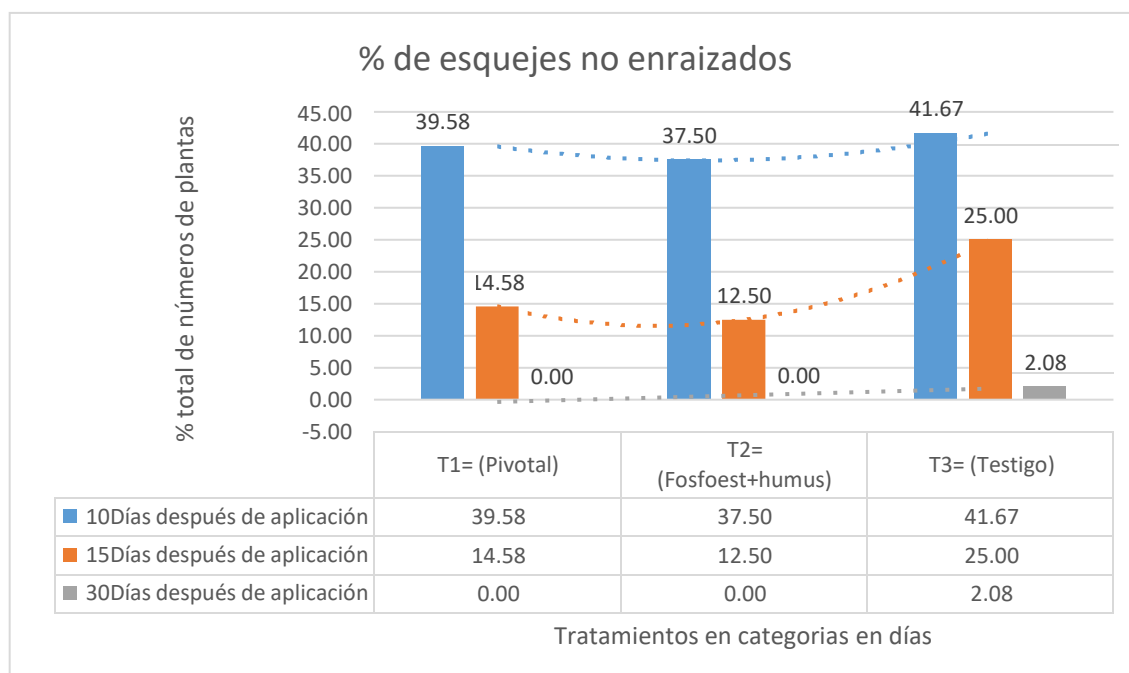
Para la interpretación de la gráfica se expresa que para el eje x se muestran las categorías en días de cada uno de los tratamientos puestos en colores, 10 días color azul, 15 días color naranja y a los 30 días color gris. Respecto al eje y se expresa el porcentaje total de número de plantas que por el tamaño de la muestra es de 48 plantas.

Se demuestra que el tratamiento 2 tuvo una diferencia numérica de 1 esqueje enraizado a comparación del tratamiento 1 y con el tratamiento 3 que fueron de 2 esquejes llegando a su máximo al día 30 donde se aniveló con el tratamiento 1 teniendo una tendencia positiva a favor del surgimiento de las raíces en los esquejes. Expresando que existe una diferencia numérica pero no una diferencia estadística como tal.



*Gráfico 1. Porcentaje de esquejes enraizados*

Con respecto al (Gráfico 2) se demuestra que para el eje (y) que es el % de esquejes no enraizados en la tendencia bajista a favor del menor número de esquejes sin raíces; es mayor para el tratamiento 2 a diferencia del tratamiento 1 y para el tratamiento 3 disminuyendo el número de esquejes sin raíz a los 30 días entre el tratamiento 1 y 2 a diferencia del tratamiento 3 que reflejo un porcentaje de 1 esqueje no enraizado por el número total de plantas evaluadas que se refleja en el eje (x) por la categoría en días.



*Gráfico 2. Porcentaje de esquejes no enraizados*

## 7.2 Cantidad de raíces

En la (Gráfica 3) presenta los dato de la cantidad de raíces que fue tomado conforme al porcentaje de esquejes enraizados a los 10, 15 y 30 días. En donde el T1 al día 10 presentouna media de  $3.63 \approx 4$  raíces, T2 una media de  $3.60 \approx 4$  raíces y T3 una media de  $2.98 \approx 3$  raíces; para el día 15 el T1 presentó una media de  $5.96 \approx 6$ , el T2 una media de  $7.90 \approx 8$  raíces y T3  $4.52 \approx 5$  raíces; y para el día 30 el T1 presento una media de  $14.94 \approx 15$  raíces, el T2  $15.15 \approx 15$  raíces y para la T3 una media de  $9.98 \approx 10$  raíces. Por ende, respetando al eje (y) demuestra que el tratamiento 2 tuvo un crecimiento hacia el alza a comparación del tratamiento 1 y 3 colocándose en su punto máximo de 15 raíces por esqueje en promedio con el tratamiento 1. Y a pesar de que se puede observar una diferencia numérica entre los días de muestreos que se generan en el eje (x) para los tratamientos como tal, no genero ninguna diferencia estadística.

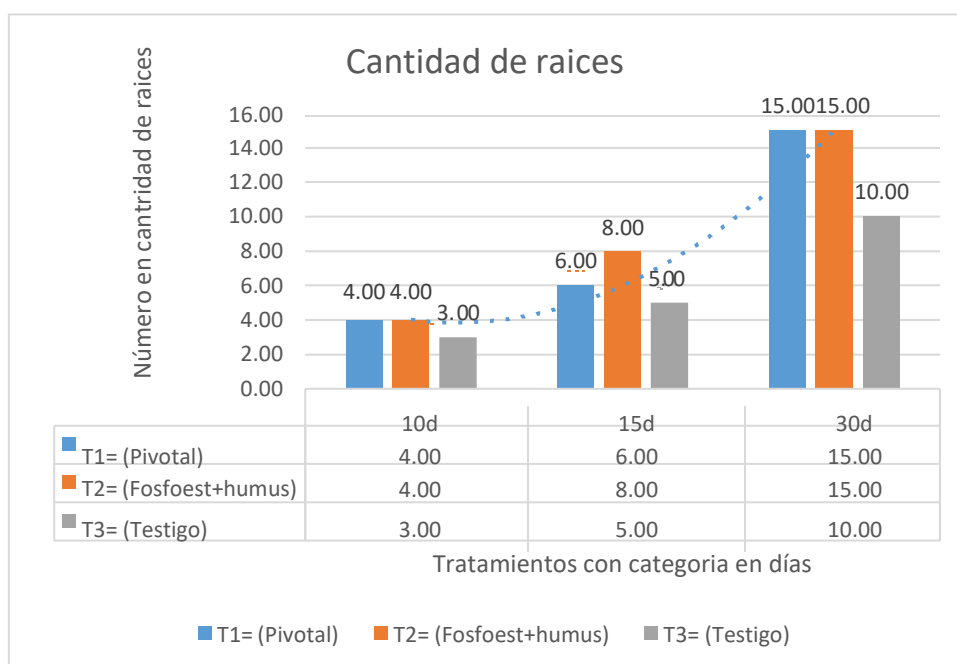


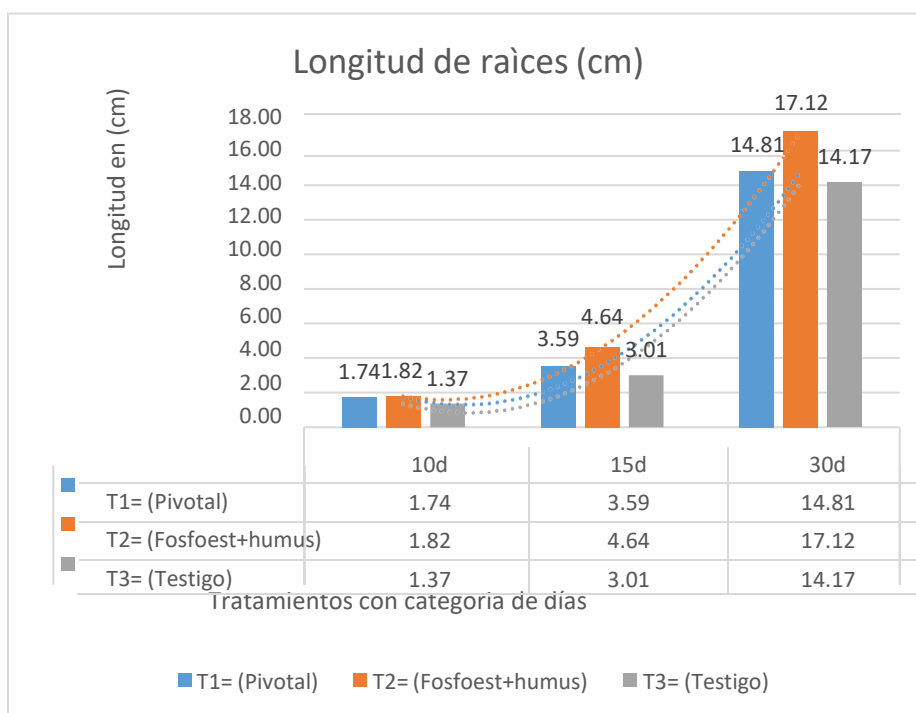
Gráfico 3. Cantidad de raíces

## 7.3 Longitud de raíces

Igualmente, para la longitud de raíces se tomó la medición a los mismos esquejes enraizados y con el conteo también de raíces previo a este dato. Siendo las mismas plantas seleccionadas completamente al azar, 12 por cada parcela de las 4 repeticiones de los 3

tratamientos. Siendo 48 en cada uno de los días de toma de datos, siempre diferente a cada uno de los días de recolección de datos.

Para el día 10 el T1 con una media 1.74cm, para el T2 una media de 1.82cm y para el T3 una media de 1.37cm; para el día 15 el T1 presentó una media de 3.59cm, para el T2 una media de 4.64cm y el T3 una media de 3.01cm; y para el día 30 el T1 presentó una media de 14.81cm, para el T2 una media de 17.12cm y para el T3 una media de 14.17cm.. Dando el concepto claro para el eje (y) que es la longitud de las raíces en (cm) se demuestra que el tratamiento 2 tuvo una ventaja numérica entre el tratamiento 1 y 3. Y así mismo siguiendo con la misma tendencia hasta el último día de muestreo, pero sin diferencia significativa. Siendo el tratamiento 1 y 3 los dos equilibrados entre los días muestreados.



*Gráfico 4. Longitud de raíces*

A pesar de que se atribuye que los enraizadores benefician el desarrollo del sistema radicular por su composición, en la cantidad de raíces y longitud de estas no se obtuvo diferencia significativa incluyendo al testigo.



*Ilustración 4. Toma de medición de raíces en longitud y cantidad*

En las instalaciones del vivero del campo experimental de la Universidad del Valle de Guatemala Campus Sur se realizaron las mediciones correspondientes a los días estipulados para la muestra, que consistió en seleccionar los esquejes completamente al azar y sacarlos de la bolsa cuidadosamente, luego se lavaron las raíces con agua para contar la cantidad y luego hacer su medición con un regla o cinta métrica. La garantía de una uniformidad en la toma de datos fue debido al modelo estadístico que representó un coeficiente de variación entre cada repetición de forma baja siendo de 18.17.

*Tabla 4. Análisis de varianza para Longitud de raíces*

Análisis de la Varianza				
Variable	N	R2	R2AJ	CV
Long.Raiz	12	0.46	1.3	18.17

Cuadro de Análisis de la Varianza					
F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	7.93	5	1.59	1.00	0.4882
Repetición	2.06	3	0.69	0.43	0.7370
Tratamiento	5.87	2	2.94	1.86	0.2357
Error	9.49	6	1.58		
Total	17.42	11			

Especificando que en la (Tabla 4) se demuestra el análisis de varianza con la característica de longitud de la raíz, demostrando que no existe ninguna diferencia, dando lugar a la hipótesis nula que confirma que ninguno de los tratamientos tuvo un efecto en el crecimiento de la raíz.

Tabla 5. Análisis de varianza para Cantidad de raíces

Análisis de la Varianza				
Variable	N	R2	R2AJ	CV
Cant.Raíz	12	0.65	0.36	23.07

Cuadro de Análisis de la Varianza					
F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	36.15	5	7.23	2.26	0.1750
Repetición	13.62	3	4.54	1.42	0.3265
Tratamiento	22.52	2	11.26	3.52	0.0975
Error	19.21	6	3.2		
Total	55.35	11			

En la (Tabla 5) se demuestra el factor Cantidad de raíces, en donde se puede notar que igualmente no existe ninguna diferencia entre los tratamientos, dando lugar a la hipótesis nula que refleja que ninguno de los tratamientos tuvo un efecto diferente en la cantidad de raíces.

#### 7.4 Relación Beneficio Costo (R=B/C)

Para los dos tratamientos se calculó el beneficio/costo que a continuación se expresarán:

Tabla 6. Beneficio/costo por tratamiento

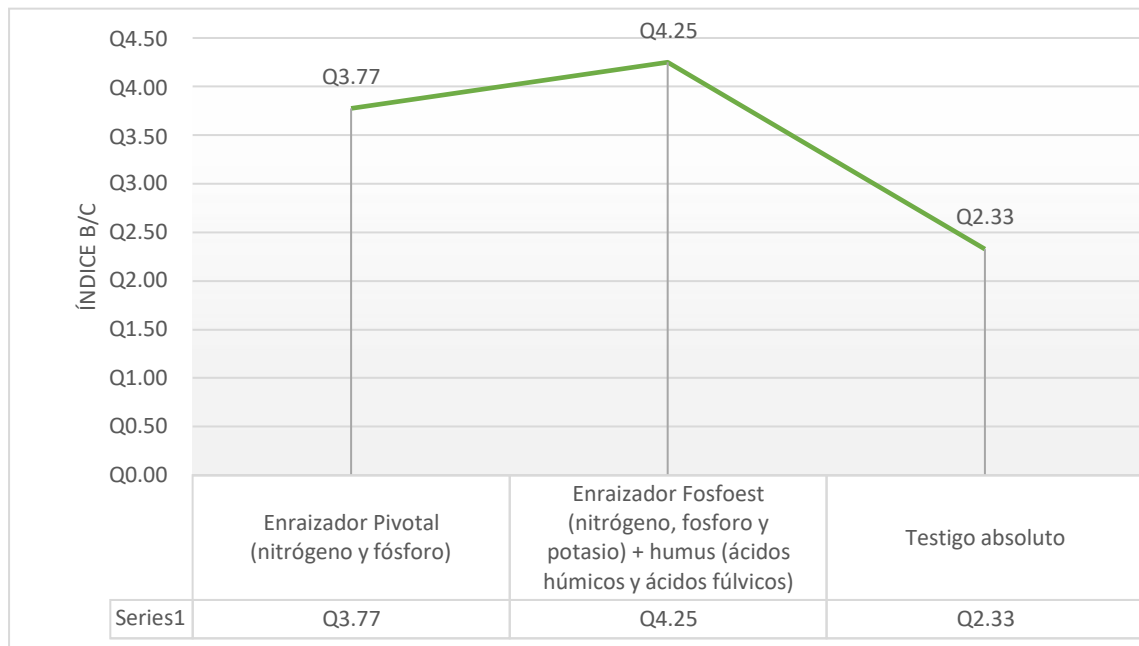
Tratamiento	Descripción	Costo/manzana	Beneficio/manzana	Índice B/C	Beneficio unidad monetaria
T1	Enraizador Pivotal (nitrógeno y fósforo)	Q167,328.42	Q631,579.00	Q3.77	Q2.77
T2	Enraizador Fosfoest (nitrógeno, fosforo y potasio) + humus (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos)	Q185,749.47	Q789,473.75	Q4.25	Q3.25
T3	Testigo absoluto	Q159,433.68	Q371,065.32	Q2.33	Q1.33

La comercialización de las plantas de pitahaya suele ser negociada por el comprador en el instante de la venta con el proveedor en los mercados municipales y cantonales, es así como dependiendo de lo realizado por el viverista así se define el valor de cada planta, siendo así como existen variaciones según lo que se realizó en su desarrollo en vivero.

Es así como, los precios en valor de cada planta para cada tratamiento al momento de comercializar son diferentes.

En la (*Tabla 6*) se puede observar que el tratamiento dos presenta un mejor beneficio por valor invertido y le sigue en segundo lugar con una diferencia de 0.48centavos menor al primero y de último lugar el tratamiento 3 que presenta un beneficio de 1.33 por cada valor unitario invertido.

Los precios de venta del producto se estipularon conforme a la demanda del mercado actual visitando diferentes viveros donde se comercializa plántula de Pitahaya con un precio de venta de Q25.00 por esqueje enraizado utilizando el enraizador Fosfoest a base de: (nitrógeno, fósforo y potasio) y el enraizador humus a base de: (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos), Q20.00 por esqueje enraizado utilizando el enraizador Pivotal a base de: (nitrógeno y fósforo) y Q12.00 por esqueje enraizado sin utilizar ningún tipo de enraizador.



*Gráfico 5. Resultado estimado del índice de beneficio/costo de cada tratamiento*

El (Gráfico 5) demuestra que el mejor tratamiento en beneficio/costo es el número 2, sin embargo, es necesario recalcar el riesgo que se considera como tal en dicho tratamiento por cuestiones de mayor capital de inversión, como lo son los costos fijos y variables. Porende, para el pequeño productor se facilita optar al tratamiento 3 que es menor en costos y se puede generar con un capital menor para optar siempre a una ganancia positiva.

Tabla 7. Detalle de costo por tratamiento

COSTO DE TRATAMIENTO #1, Enraizador Pivotal (nitrógeno y fósforo)					
Rubro	Descripción	Valor Unitario	Costo Total de área Experimental	Costo/manzana	
Herramienta, protección	Guantes	6.42	6.42	167328.42	
Herramienta, corte	Tijera de podar	45	45		
Almacenado	Cajas 2	60	120		
Almacenado	Caja 1	70	70		
Mano de obra	Jornal	94.44	188.88		
Transporte	Vehículo y gasolina	200	200		
Enraizante	Pivotal	75	75		
Material	Bolsas de dos libras	10	10		
Material	Costales	3	18		
Desinfectante	Cloro	1.5	1.5		
Materia secundaria	Arena	20	40		
Materia secundaria	Tierra	10	40		
Riego	Agua	52.83	52.83		
Renta de terreno	Área de trabajo	300	300		
Herramienta, medición	Cinta métrica	51.99	51.99		
Materia Prima	Semilla	0.95	95		
Material, rotulación	Letreros	5	110		
Material, aplicación	Rociador	15	15		
Material, riego	Regadera de 7.6L	130	130		
Material de dispersión	Cuerda	20	20		
<b>Total</b>			<b>1589.62</b>		

COSTO DE TRATAMIENTO #2, Enraizador Fosfoest (nitrógeno, fosforo y potasio) + humus (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos)				
Rubro	Descripción	Valor Unitario	Costo Total de área Experimental	Costo/manzana
Herramienta, protección	Guantes	6.42	6.42	185749.47
Herramienta, corte	Tijera de podar	45	45	
Almacenado	Cajas 2	60	120	
Almacenado	Caja 1	70	70	
Mano de obra	Jornal	94.44	188.88	
Transporte	Vehículo y gasolina	200	200	
Enraizante	Enraizantes	125	250	
Material	Bolsas de dos libras	10	10	
Material	Costales	3	18	
Desinfectante	Cloro	1.5	1.5	
Materia secundaria	Arena	20	40	
Materia secundaria	Tierra	10	40	
Riego	Agua	52.83	52.83	
Renta de terreno	Renta del terreno	300	300	
Herramienta, medición	Cinta métrica	51.99	51.99	
Materia Prima	Semilla	0.95	95	
Material, rotulación	Letreros	5	110	
Material, aplicación	Rociador	15	15	
Material, riego	Regadera de 7.6L	130	130	
Material de dispersión	Cuerda	20	20	
<b>Total</b>			<b>1764.62</b>	

COSTO DE TRATAMIENTO #3, Testigo absoluto				
Rubro	Descripción	Valor Unitario	Costo Total de área Experimental	Costo/manzana
Herramienta, protección	Guantes	6.42	6.42	159433.68
Herramienta, corte	Tijera de podar	45	45	
Almacenado	Cajas 2	60	120	
Almacenado	Caja 1	70	70	
Mano de obra	Jornal 1	94.44	188.88	
Transporte	Vehículo y gasolina	200	200	
Material	Bolsas de dos libras (3 cientos)	30	10	
Material	Costales 6	3	18	
Desinfectante	Cloro	1.5	1.5	
Materia secundaria	Arena	20	40	
Materia secundaria	Tierra	10	40	
Riego	Agua	52.83	52.83	
Renta de terreno	Renta del terreno	300	300	
Herramienta, medición	Cinta métrica	51.99	51.99	
Materia Prima	Semilla	0.95	95	
Material, rotulación	Letreros	5	110	
Material, aplicación	Rociador	15	15	
Material, riego	Regadera de 7.6L	130	130	
Material de dispersión	Cuerda	20	20	
Total			1514.62	

## VIII. CONCLUSIONES

Conforme a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

- Se realizó la evaluación de dos enraizadores en esquejes de pitaya siendo los enraizadores Pivotal a base de: (nitrógeno y fósforo) y Enraizador Fosfoest a base de: (nitrógeno, fosforo y potasio) + humus a base de: (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos) en dosis de 2.5ml de Pivotal por litro de agua para el tratamiento 1 y de 1.5ml de Fosfoest y 5gr de ácidos húmicos en un litro de agua para el tratamiento 2 con lo cual se determinó que no existe diferencia estadística significativa entre los valores de las medias obtenidas, procediendo a aceptar la hipótesis nula, es decir, ninguno de los dos tratamientos tuvo mayor efecto en el crecimiento del sistema radicular.
- Apoyándose con el modelo estadístico de bloques al azar y sin utilizar una comparación de medias con el método LSD con variante de 0.05 de significancia. La cuantificación de raíces a los 10, 15 y 30 días no presentó ninguna diferencia entre los tratamientos.
- Igualmente, con la longitud de raíces a los 10, 15 y 30 días no presentó ninguna diferencia entre los tratamientos. De igual manera no fue necesario la utilización del mismo modelo estadístico LSD para diferencia de medias porque no hay ninguna significancia relevante.
- En cuanto al beneficio/costo se estableció el análisis a cada uno de los tratamientos, donde se demuestra que el tratamiento dos que está conformado por Fosfoest y humus tiene mayor margen de beneficio por unidad invertida el cual fue de Q3.25. El segundo es del tratamiento 1 conformado por el enraizador Pivotal con margen de beneficio por unidad invertida de Q2.77 y el testigo absoluto que demostró un margen de Q1.33. Por lo cual se demuestra que para cada caso los tratamientos pueden ser utilizados conforme la inversión que esté al alcance de la economía del proveedor o agricultor para generar un beneficio positivo. Sin embargo, a mayor beneficio mayor es el riesgo que este genera por

el capital de inversión y los gastos fijos y variables que este representa. Lo cual para el pequeño productor es preferible utilizar el tratamiento 3 que es el que menos riesgo representa en cada aspecto y por lo cual siempre representa un margen de ganancia positiva al bolsillo del agricultor.

- Para generar plantas con un sistema radicular abundante en esquejes de pitaya, se pueden aplicar los productos Pivotal o Fosfoest, ya que en ambos enraizadores no se obtuvo diferencia estadística entre sí, sin embargo, al compararse contra el testigo sí hubo contraste pues en los primeros dos a 30 días de edad en vivero fueron de 15 unidades en raíces mientras que en el tercero fue de 10, por lo tanto, es diferente su calidad. No obstante, dependerá del nivel de inversión y el nivel de riesgo que el productor decida aplicar, pues, aunque no se utilicen enraizadores en semillas asexuales estas podrán generarán raíces y un beneficio positivo.

## IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar los esquejes de pitahaya después de los 30 días para observar el desarrollo de los brotes y analizar si existiera significancia entre los tratamientos según la producción de brotes y desarrollo de la raíz.
- Se recomienda evaluar otra áreas donde se desarrolla el cultivo de pitahaya, utilizando otros tipos de sustratos y aplicar diferentes dosis de enraizadores para obtener más información sobre este cultivo.
- Se recomienda evaluar los esquejes con otro tipo de sustrato, donde se podría adicionar Abono de cualquier tipo conjunto al producto enraizante.
- Se recomienda evaluar otras variedades nativas de la zona para generar más información con el uso de los enraizadores.
- Combinar los enraizadores o dejar competir por apartado el conjunto de Fosfoest + humus y poder concretar si existiera una diferencia con los enraizadores divididos o conjugados entre sí.
- La pitahaya por ser una planta CAM por su ruta metabólica se recomienda aplicar los productos por la noche.
- Con el esquema económica de pitahaya en beneficio/costo se recomienda llevarlo hasta la producción, que es cuando se demuestra el punto de equilibrio y la probabilidad de que cualquier tratamiento sea diferente en su rendimiento, crecimiento, retorno y ganancia monetaria.
- Se recomienda tomar en cuenta el PH de agua al momento de mezclar o aplicar cualquier producto
- Se recomienda disminuir el distanciamiento entre plantas para observar el cambio que se puede generar en costos y número total por manzana o hectárea.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Agralba. (2022). *Agealba.sa*. Obtenido de Fosfoest: <https://agralba.com/producto/fosfoest/>
2. Agro, I. (s.f.). *El cultivo de Pitahaya*. Obtenido de InfoAgro: [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_pitahaya.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_pitahaya.asp)
3. Bailey. (1999). *Flora Pratense y Forrajera Cultivada de la Península Ibérica*. Obtenido de glosario botánico: [unavarra.es/herbario/pratenses/htm/glosario\\_bot.htm#:~:text=arista%3A%20estructura%20linear%2C%20rígida%20que,y%20glumelas%20de%20las%20gramíneas](http://unavarra.es/herbario/pratenses/htm/glosario_bot.htm#:~:text=arista%3A%20estructura%20linear%2C%20rígida%20que,y%20glumelas%20de%20las%20gramíneas).
4. Edwin. (2020). *Platzi*. Obtenido de Nivel de confianza y valor de Z: <https://platzi.com/tutoriales/1835-programacion-estocastica/9585-nivel-de-confianza-y-valor-de-z/>
5. Hernandez, M. (10 de Diciembre de 2020). Costos de Pitahaya. (B. Catalán, Entrevistador)
6. ICTA. (2005). *Manual de Cultivo de Pitahaya*.
7. ICTA. (2015). *Manual de Cultivo de Pitahaya*.
8. León. (2003). *Cosecha y Post cosecha de la pitahaya (Hylocereus sp.) en Guatemala*. Guatemala.
9. Márquez. (2013). *Ciencia Mater*. Obtenido de Las Auxinas: <http://cienciamater.fcencias.unam.mx/pruebascm/materiales/areas/Biologia/semestre4/1403/practicas/esquejes/intro.html>
10. Nobel, G. y. (1986). *Revista mexicana de biodiversidad*. Obtenido de El uso de espinas del tallo en la identificación de las especies de Neobuxbaumia (Cactaceae): [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532016000200288#:~:text=La%20areola%20es%20una%20regi%C3%B3n,Gibson%20y%20Nobel%2C%201986](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532016000200288#:~:text=La%20areola%20es%20una%20regi%C3%B3n,Gibson%20y%20Nobel%2C%201986).
11. Nutrivesa. (2022). *Nutrivesa.com*. Obtenido de Pivotal BIOESTIMULANTE RADICULAR: <https://www.nutrivesa.com/producto/pivotal/>
12. Ramos, F. (20 de Diciembre de 2020). Costos de Pitahaya. (B. Catalán, Entrevistador)
13. Research, C. (2021). *Reguladores del crecimiento vegetal*. Obtenido de CANNA: [https://www.canna.es/reguladores\\_del\\_crecimiento\\_vegetal](https://www.canna.es/reguladores_del_crecimiento_vegetal)
14. Sánchez, J. (2021). *Ecología verde*. Obtenido de Plantas epífitas: qué son, tipos y ejemplos: <https://www.ecologiaverde.com/plantas-epifitas-que-son-tipos-y-ejemplos-1871.html>

15. Soto, J. I. (15 de Diciembre de 2021). Costos de pitahaya. (B. Catalán, Entrevistador)
16. Tamayo. (2007). *Investigación Cuantitativa* . Obtenido de [https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia\\_cuantitativa.html](https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html)
17. Tamayo. (2007). *Metodología Cuantitativa* . Obtenido de [https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia\\_cuantitativa.html](https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html)
18. Vera Sánchez, J. J. (2020). *Universidad tecnica de Babahoyo*. Obtenido de Principios de la movilidad acropetal de nutrientes por el tejido conductivo de las plantas: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8489>

## XI. ANEXOS

No.	Actividades	Febrero	Marzo		Mayo	Julio
			03	10	05	
1	Bosquejo de protocolo					
2	Revisiones					
3	Entrega de protocolo fase 1.					
4	Entrega de protocolo fase 2					
5	Selección de esquejes y curado					
6	Preparación del suelo					
7	Preparación del sustrato y llenado de bolsas.					
8	Aplicación de enraizantes					
9	Siembra de esquejes					
10	Verificación del enraizamiento de los esquejes.					

*Ilustración 5. Cronograma de actividades*



*Ilustración 6. Demostración de enraizadores y la medición de su dosis*

Composición Porcentual PV			
Nitrógeno Total	10.00%	Fulvicos	4.00%
Fosforo (P205)	45.00%	1-Naphthaleneacetic Acid	6.60%
Potasio (K20)	5.00%	Indole-3-butyric Acid	4.15%
Magnesio (Mg)	0.50%	6-Benzylaminopurine	0.90%
Zinc (Zn0)	2.00%	Compuestos Relacionados	7.85%
Húmicos	14.00%	Total	100.00%

*Ilustración 7. Composición química del bioestimulante radicular Pivotal*

	Elemento	g/l	g/l
<b>Nitrógeno Total</b>	N		100
Nitrógeno Amoniacal	N	0.4	
Nitrógeno Nítrico	N	11.6	
Nitrógeno Ureico	N	88	
Fosforo Asimilable	P2O5		100
Potasio Soluble en Agua	K2O		100
Magnesio	MgO		2.5
<b>Azufre Total</b>	S		6.6
Boro	B		0.27
Cobre	Cu		0.54
Hierro	Fe		0.06
Manganeso	Mn		0.46
Zinc	Zn		1.56
Aminoácidos Libres	(I-alfa)*		27.6

*Ilustración 8. Composición química del bioestimulante radicular Fosfoest*

Composición Química	
Ácido Húmicos.....	60%
Ácido Fúlvicos.....	15%
Potasio soluble (K20).....	8%
Calcio (Ca).....	1.5%
Hierro (Fe).....	0.35%
Nitrógeno Total.....	0.4%

*Ilustración 9. Composición química del bioestimulante radicular Disprinsa Humus a base de ácidos Fúlvicos y Húmicos.*



*Ilustración 10. Preparación del terreno, limpieza y sobra*



*Ilustración 11. Recolección de la semilla y preparación de los esquejes.*



*Ilustración 12. Siembra de esquejes en la parcela experimental*



*Ilustración 13. Rotulado de la parcela experimental*



*Ilustración 14. Enraizado de esquejes*



*Ilustración 15. Crecimiento de brotes en esqueje de pitahaya*



*Ilustración 16. Demostración de la parcela experimental de Pitahaya roja (Hylocereus undatus)*

Tabla 8. Base de datos de los muestreos en campo

Muestra a los 10 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
1	1	1	0	0		
2	1	1	12	5.5		
3	1	1	10	4		
4	1	1	5	1.5		
5	1	1	11	3.5		
6	1	1	0	0		
7	1	1	1	1		
8	1	1	14	8		
9	1	1	0	0		
10	1	1	0	0		
11	1	1	8	3		
12	1	1	0	0	5.083333333	2.208333333
13	1	2	0	0		
14	1	2	5	2.7		
15	1	2	0	0		
16	1	2	3	0.3		
17	1	2	10	5		
18	1	2	0	0		
19	1	2	6	1		
20	1	2	0	0		
21	1	2	4	2		
22	1	2	5	3.5		
23	1	2	0	0		
24	1	2	3	1.8	3	1.358333333
25	1	3	0	0		
26	1	3	0	0		
27	1	3	6	3		
28	1	3	1	0.2		
29	1	3	0	0		

Muestra a los 10 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
30	1	3	0	0		
31	1	3	3	0.5		
32	1	3	6	1.6		
33	1	3	0	0		
34	1	3	5	2.3		
35	1	3	2	1		
36	1	3	11	4	2.833333333	1.05
37	1	4	8	2		
38	1	4	0	0		
39	1	4	1	3		
40	1	4	2	2		
41	1	4	0	0		
42	1	4	0	0		
43	1	4	8	6		
44	1	4	12	7		
45	1	4	1	2		
46	1	4	7	3.4		
47	1	4	4	2.9		
48	1	4	0	0	3.583333333	2.358333333
49	2	1	9	4.5	3.625	1.74375
50	2	1	10	5		
51	2	1	6	3		
52	2	1	1	0.5		
53	2	1	9	4.5		
54	2	1	1	0.5		
55	2	1	3	1		
56	2	1	12	5		
57	2	1	2	1.5		
58	2	1	8	4.5		
59	2	1	3	2		
60	2	1	0	0	5.333333333	2.666666667
61	2	2	18	4.5		
62	2	2	2	0.5		

Muestra a los 10 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
63	2	2	0	0		
64	2	2	4	1.5		
65	2	2	0	0		
66	2	2	0	0		
67	2	2	0	0		
68	2	2	4	1.5		
69	2	2	0	0		
70	2	2	2	1		
71	2	2	0	0		
72	2	2	5	2.5	2.916666667	0.958333333
73	2	3	0	0		
74	2	3	0	0		
75	2	3	1	1.2		
76	2	3	1	0.2		
77	2	3	14	5.8		
78	2	3	15	9.5		
79	2	3	0	0		
80	2	3	0	0		
81	2	3	6	2		
82	2	3	0	0		
83	2	3	1	0.5		
84	2	3	5	2.5	3.583333333	1.808333333
85	2	4	0	0		
86	2	4	8	7.5		
87	2	4	0	0		
88	2	4	0	0		
89	2	4	3	0.2		
90	2	4	3	4.4		
91	2	4	7	3.3		
92	2	4	0	0		
93	2	4	0	0		
94	2	4	8	6.5		
95	2	4	0	0		

Muestra a los 10 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
96	2	4	2	0.4	2.583333333	1.858333333
97	3	1	5	0.5	3.604166667	1.822916667
98	3	1	8	2		
99	3	1	0	0		
100	3	1	1	0.2		
101	3	1	9	1.5		
102	3	1	0	0		
103	3	1	12	6.5		
104	3	1	0	0		
105	3	1	0	0		
106	3	1	6	3.5		
107	3	1	7	2.5		
108	3	1	0	0	4	1.391666667
109	3	2	7	6		
110	3	2	1	1		
111	3	2	0	0		
112	3	2	1	0.2		
113	3	2	0	0		
114	3	2	0	0		
115	3	2	4	3		
116	3	2	2	1.5		
117	3	2	5	2.1		
118	3	2	0	0		
119	3	2	0	0		
120	3	2	0	0	1.666666667	1.15
121	3	3	12	3.5		
122	3	3	0	0		
123	3	3	5	2		
124	3	3	4	0.7		
125	3	3	6	3		
126	3	3	0	0		
127	3	3	1	0.6		
128	3	3	2	0.3		

Muestra a los 10 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
129	3	3	2	1.8		
130	3	3	3	1.5		
131	3	3	1	0.1		
132	3	3	0	0	3	1.125
133	3	4	0	0		
134	3	4	13	8		
135	3	4	5	1.7		
136	3	4	0	0		
137	3	4	2	0.5		
138	3	4	1	0.1		
139	3	4	0	0		
140	3	4	0	0		
141	3	4	10	5.5		
142	3	4	0	0		
143	3	4	8	6		
144	3	4	0	0	3.25	1.816666667
					2.979166667	1.370833333

Muestra a los 15 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
1	1	1	1	1		
2	1	1	16	6		
3	1	1	25	17		
4	1	1	0	0		
5	1	1	8	2		
6	1	1	0	0		
7	1	1	6	3		
8	1	1	7	4.5		
9	1	1	9	4.5		
10	1	1	12	5.5		
11	1	1	16	6		
12	1	1	0	0	8.333333	4.125
13	1	2	3	0.3		
14	1	2	2	1.1		
15	1	2	7	7		
16	1	2	4	1.5		
17	1	2	4	10.5		
18	1	2	12	7.3		
19	1	2	0	0		
20	1	2	4	0.9		
21	1	2	10	3.2		
22	1	2	1	1.5		
23	1	2	7	3.6		
24	1	2	5	3	4.916667	3.325
25	1	3	6	2.5		
26	1	3	7	1.3		
27	1	3	9	7.5		
28	1	3	0	0		
29	1	3	6	2.5		
30	1	3	9	6		
31	1	3	1	0.1		

Muestra a los 15 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
32	1	3	3	6.7		
33	1	3	9	2.3		
34	1	3	2	1.3		
35	1	3	6	3.1		
36	1	3	12	5.5	5.833333	3.233333
37	1	4	6	2.5		
38	1	4	4	2		
39	1	4	4	1.5		
40	1	4	3	4		
41	1	4	2	4		
42	1	4	7	3.4		
43	1	4	6	7.1		
44	1	4	1	2		
45	1	4	4	2.2		
46	1	4	6	1.5		
47	1	4	14	14		
48	1	4	0	0	4.75	3.683333
49	2	1	15	7.5	5.958333	3.591667
50	2	1	2	1.7		
51	2	1	10	9		
52	2	1	2	5		
53	2	1	16	14		
54	2	1	14	15		
55	2	1	2	1.5		
56	2	1	12	3.3		
57	2	1	7	6.6		
58	2	1	14	5.9		
59	2	1	0	0		
60	2	1	8	7.4	8.5	6.408333
61	2	2	2	0.8		
62	2	2	2	1.2		
63	2	2	2	2.3		
64	2	2	12	4.4		

Muestra a los 15 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
65	2	2	8	5.2		
66	2	2	1	1.1		
67	2	2	7	3.1		
68	2	2	15	5.8		
69	2	2	0	0		
70	2	2	0	0		
71	2	2	4	1.5		
72	2	2	8	3.1	5.083333	2.375
73	2	3	0	0		
74	2	3	3	1		
75	2	3	2	0.9		
76	2	3	24	12		
77	2	3	0	0		
78	2	3	2	0.3		
79	2	3	2	0.4		
80	2	3	3	4		
81	2	3	15	13.5		
82	2	3	25	16		
83	2	3	19	7		
84	2	3	17	6.2	9.333333	5.108333
85	2	4	1	0.3		
86	2	4	6	2.7		
87	2	4	3	0.4		
88	2	4	4	1.2		
89	2	4	7	2.3		
90	2	4	2	4		
91	2	4	20	13		
92	2	4	0	0		
93	2	4	0	0		
94	2	4	26	12		
95	2	4	10	3		
96	2	4	25	17	8.666667	4.658333
97	3	1	8	2	7.895833	4.6375

Muestra a los 15 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
98	3	1	0	0		
99	3	1	1	0.3		
100	3	1	10	4.8		
101	3	1	0	0		
102	3	1	5	6.6		
103	3	1	12	8.5		
104	3	1	15	14		
105	3	1	1	0.9		
106	3	1	12	4.6		
107	3	1	12	7		
108	3	1	0	0	6.333333	4.058333
109	3	2	6	11.2		
110	3	2	0	0		
111	3	2	0	0		
112	3	2	4	1.3		
113	3	2	1	0.7		
114	3	2	3	3.3		
115	3	2	2	6.5		
116	3	2	2	1.5		
117	3	2	0	0		
118	3	2	6	3.3		
119	3	2	0	0		
120	3	2	1	1	2.083333	2.4
121	3	3	3	1.5		
122	3	3	4	1.7		
123	3	3	1	2		
124	3	3	0	0		
125	3	3	14	6		
126	3	3	3	2.5		
127	3	3	4	4.6		
128	3	3	8	5.2		
129	3	3	0	0		
130	3	3	3	0.2		

Muestra a los 15 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
131	3	3	4	3.3		
132	3	3	5	3.4	4.083333	2.533333
133	3	4	0	0		
134	3	4	9	4.2		
135	3	4	0	0		
136	3	4	18	10		
137	3	4	1	0.5		
138	3	4	7	2		
139	3	4	8	13		
140	3	4	0	0		
141	3	4	1	0.7		
142	3	4	6	1.9		
143	3	4	14	3.3		
144	3	4	3	1	5.583333	3.05
					4.520833	3.010417

Muestra a los 30 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
1	1	1	20	15		
2	1	1	13	10		
3	1	1	12	10.5		
4	1	1	22	10.6		
5	1	1	28	21		
6	1	1	14	10.2		
7	1	1	21	17		
8	1	1	24	39		
9	1	1	20	10.4		
10	1	1	20	10.9		
11	1	1	15	8.5		
12	1	1	21	20	19.16667	15.25833
13	1	2	9	9		
14	1	2	18	22.5		
15	1	2	22	18		
16	1	2	14	8.4		
17	1	2	12	15.4		
18	1	2	10	19.2		
19	1	2	20	27.2		
20	1	2	22	19.5		
21	1	2	35	32		
22	1	2	22	16		
23	1	2	20	26		
24	1	2	19	25	18.58333	19.85
25	1	3	14	15		
26	1	3	16	9.5		
27	1	3	16	12.4		
28	1	3	7	13		
29	1	3	14	8		
30	1	3	9	13.3		
31	1	3	7	18		

Muestra a los 30 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
32	1	3	12	13.1		
33	1	3	10	18.5		
34	1	3	16	10.4		
35	1	3	18	20		
36	1	3	20	22	13.25	14.43333
37	1	4	6	6.5		
38	1	4	7	5.5		
39	1	4	10	12.2		
40	1	4	6	11		
41	1	4	7	7.5		
42	1	4	1	2.5		
43	1	4	12	16		
44	1	4	3	8		
45	1	4	6	4		
46	1	4	14	11		
47	1	4	15	15		
48	1	4	18	17	8.75	9.683333
49	2	1	16	25	14.9375	14.80625
50	2	1	5	3.5		
51	2	1	10	8.3		
52	2	1	18	11		
53	2	1	24	15		
54	2	1	6	7		
55	2	1	32	40		
56	2	1	18	9.5		
57	2	1	15	15		
58	2	1	28	30.5		
59	2	1	16	18		
60	2	1	20	23	17.33333	17.15
61	2	2	8	14.7		
62	2	2	14	13.6		
63	2	2	26	9.5		
64	2	2	16	14		

Muestra a los 30 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
65	2	2	20	17		
66	2	2	16	15		
67	2	2	6	23.4		
68	2	2	10	9		
69	2	2	14	21		
70	2	2	16	13.6		
71	2	2	20	22		
72	2	2	21	19	15.58333	15.98333
73	2	3	2	4		
74	2	3	9	13		
75	2	3	5	9.5		
76	2	3	8	10		
77	2	3	2	5		
78	2	3	5	3.5		
79	2	3	12	25.5		
80	2	3	15	35		
81	2	3	11	13		
82	2	3	10	29		
83	2	3	9	10		
84	2	3	8	12	8	14.125
85	2	4	22	14.2		
86	2	4	28	17		
87	2	4	25	22.4		
88	2	4	20	32		
89	2	4	12	11.3		
90	2	4	24	25		
91	2	4	17	15.3		
92	2	4	18	30.2		
93	2	4	24	20.1		
94	2	4	14	18.1		
95	2	4	19	23		
96	2	4	13	26	19.66667	21.21667
97	3	1	7	3.7	15.14583	17.11875

Muestra a los 30 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
98	3	1	20	38		
99	3	1	12	13		
100	3	1	14	13		
101	3	1	18	11		
102	3	1	12	6.4		
103	3	1	12	28		
104	3	1	8	4		
105	3	1	0	0		
106	3	1	9	13		
107	3	1	15	12		
108	3	1	10	7	11.41667	12.425
109	3	2	6	31		
110	3	2	5	17		
111	3	2	4	9		
112	3	2	5	6.5		
113	3	2	3	14		
114	3	2	5	13.5		
115	3	2	8	20		
116	3	2	12	19		
117	3	2	5	10		
118	3	2	7	21		
119	3	2	5	8		
120	3	2	3	15	5.666667	15.33333
121	3	3	12	5.5		
122	3	3	12	21.5		
123	3	3	20	15		
124	3	3	4	3.5		
125	3	3	12	27		
126	3	3	16	12		
127	3	3	16	10.5		
128	3	3	18	14		
129	3	3	8	8		
130	3	3	22	20		

Muestra a los 30 días						
No.	Tratamiento	Rep	Cant.Raiz	Long.Raiz		
131	3	3	10	5		
132	3	3	7	10	13.08333	12.66667
133	3	4	15	20		
134	3	4	1	5		
135	3	4	10	14		
136	3	4	5	12		
137	3	4	2	22		
138	3	4	12	14		
139	3	4	9	23		
140	3	4	11	21.5		
141	3	4	9	12		
142	3	4	15	15		
143	3	4	13	17		
144	3	4	15	19.5	9.75	16.25
					9.979167	14.16875

## XII. GLOSARIO

- Acropétalo: es un movimiento que está relacionado dentro del xilema, el cual es un sistema de tejidos conectados del sistema vascular, sin actividad metabólica, pero su importancia radica en lo relacionado al transporte de agua por vía pasiva es decir la corriente transpiratoria de la raíz hasta el ápice.
- Areolas: a areola es una región de crecimiento meristemático, característica de Cactaceae, donde emergen las espinas, además de tricomas, glóquidas, glándulas, flores o ramas.
- Aristas: estructura rígida puntiaguda que se inserta en diversas posiciones en la areola de las cactaceas.
- Basipétalo: transporte de flujo del ápice hacia la base.
- Epfítico: planta que se desarrolla sobre otro vegetal utilizándolo como soporte.
- Lanceolados: con forma de lanza, es decir con forma elíptica y alargada, y estrechado en el ápice y la base.