

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SUSTRATOS Y ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN  
VEGETATIVA DE LA PITAHAYA; JACALTENANGO, HUEHUETENANGO**

TESIS DE GRADO

**MARVIN ESTUARDO MONTEJO SILVESTRE**

CARNET 15849-13

QUETZALTENANGO, OCTUBRE DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SUSTRATOS Y ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN  
VEGETATIVA DE LA PITAHAYA; JACALTENANGO, HUEHUETENANGO**

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

**MARVIN ESTUARDO MONTEJO SILVESTRE**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, OCTUBRE DE 2020

CAMPUS DE QUETZALTENANGO

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTÍNEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: MGTR. LESBIA CAROLINA ROCA RUANO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. LUIS CARLOS TORO HILTON, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ  
SECRETARIO GENERAL: DR. LARRY AMILCAR ANDRADE - ABULARACH

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
VICEDECANO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
SECRETARIO: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN  
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. EDNA LUCÍA DE LOURDES ESPAÑA RODRÍGUEZ

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. JOSÉ DANIEL TISTOJ CHAN

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

ING. MIGUEL MANUEL OSORIO LÓPEZ

## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

DIRECTOR DE CAMPUS:	P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.
SUBDIRECTORA ACADÉMICA:	MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN
SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO:	MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ
SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL:	MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

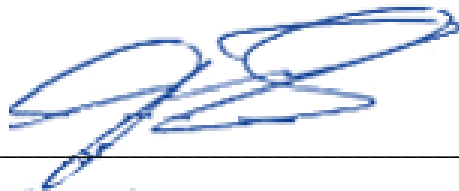
Quetzaltenango, 15 de febrero de 2020.

Comisión de Trabajos de Graduación  
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el informe final del Trabajo de Tesis II del estudiante Marvin Estuardo Montejo Silvestre, que se identifica con carné 15849-13, titulado: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SUSTRATOS Y ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LA PITAHAYA; JACALTENANGO, HUEHUETENANGO”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la Comisión para su aprobación.

Atentamente



---

**Ing. Agr. José Daniel Tistoj Chan**  
**Colegiado No. 1,276**

c.c. Archivo.



Universidad  
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

No. 061854-2020

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MARVIN ESTUARDO MONTEJO SILVESTRE, Carnet 15849-13 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06200-2020 de fecha 20 de octubre de 2020, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

#### **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SUSTRATOS Y ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LA PITAHAYA; JACALTENANGO, HUEHUETENANGO**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 26 días del mes de octubre del año 2020.



**MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN, SECRETARIO**  
**CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
**Universidad Rafael Landívar**

# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	2
2.1. Cultivo de pitahaya.....	2
2.1.1. Generalidades. ....	2
2.1.2. Clasificación botánica. ....	2
2.1.3. Características botánicas .....	2
2.1.4. Fenología. ....	3
2.1.5. Variedades .....	4
2.1.6. Usos.....	5
2.1.7. Valor nutritivo.....	5
2.1.8. Condiciones agroecológicas para el desarrollo del cultivo .....	5
2.1.9. Plagas .....	6
2.1.10. Enfermedades.....	7
2.1.11. Riego. ....	7
2.1.12. Importancia económica. ....	7
2.2. Sustratos .....	8
2.2.1. Importancia. ....	8
2.2.2. Funciones.....	8
2.2.3. Propiedades físicas.....	8
2.2.4. Propiedades químicas. ....	9
2.2.5. Propiedades físico-químicas.....	9
2.2.6. Propiedades bioquímicas.....	10
2.2.7. Propiedades biológicas.....	10
2.2.8. Tipos de sustratos.....	11
2.3. Enraizadores .....	12
2.3.1. Descripción.....	12
2.3.2. Importancia. ....	12
2.3.3. Giberelina. ....	12
2.3.4. Ácido indolbutírico. ....	13

2.3.5. Citoquinina .....	13
2.4. Propagación vegetativa .....	13
2.4.1. Descripción.....	13
2.4.2. Métodos de propagación vegetativa.....	14
2.4.3. Otros tipos de propagación vegetativa .....	16
2.5. Investigaciones relacionadas al tema.....	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	24
4. OBJETIVOS .....	25
4.1. General.....	25
4.2. Específicos .....	25
5. HIPÓTESIS.....	26
6. METODOLOGÍA.....	27
6.1. Localización del trabajo .....	27
6.2. Material experimental .....	27
6.2.1. Estacas de pitahaya roja. ....	27
6.2.2. Tierra.....	27
6.2.3. Broza.....	27
6.2.4. Arena.....	28
6.2.5. Giberelina.....	28
6.2.6. Ácido indolbutírico.....	28
6.2.7. Citoquinina.....	29
6.3. Factores a estudiar .....	29
6.3.1. Factor A: Sustratos.....	29
6.3.2. Factor B: Enraizadores.....	29
6.4. Descripción de los tratamientos.....	29
6.5. Diseño experimental .....	30
6.6. Modelo estadístico .....	30
6.7. Unidad experimental.....	31
6.8. Croquis de campo .....	31
6.9. Manejo del experimento.....	32
6.9.1. Selección del área.....	32



6.9.2. Limpieza del terreno. ....	32
6.9.3. Selección de los sustratos. ....	32
6.9.4. Desinfección de los sustratos.....	32
6.9.5. Llenado de las bolsas de polietileno. ....	32
6.9.6. Elaboración de las parcelas o unidades experimentales.....	32
6.9.7. Selección de estacas. ....	33
6.9.8. Corte y desinfección de las estacas. ....	33
6.9.9. Aplicación de enraizadores.....	33
6.9.10. Siembra de estacas. ....	33
6.9.11. Riego. ....	33
6.9.12. Toma de datos y análisis de la información. ....	33
6.10. Variables de respuesta.....	34
6.10.1. Crecimiento vegetativo.....	34
6.10.2. Crecimiento radicular.....	34
6.11. Análisis de la información.....	34
6.11.1. Análisis estadístico.....	34
6.11.2. Análisis económico. ....	34
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
7.1 Variables crecimiento vegetativo .....	36
7.1.1. Porcentaje de estacas enrizadas. ....	36
7.1.2. Número de brotes. ....	39
7.1.3. Longitud de brotes. ....	42
7.2. Crecimiento radicular .....	44
7.2.1. Longitud de raíces.....	44
7.2.2. Peso de raíces en fresco.....	46
7.2.3. Peso de raíz en seco. ....	48
7.3 Análisis económico.....	50
8. CONCLUSIONES.....	52
9. RECOMENDACIONES.....	53
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54
11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	58

12. ANEXOS .....	59
------------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	29
Tabla 2. Medias por factor A y B, para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	36
Tabla 3. Análisis de varianza para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	37
Tabla 4. Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	37
Tabla 5. Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	38
Tabla 6. Prueba múltiple de medias de la interacción AxB, para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	38
Tabla 7. Medias por factor A y B, para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	39
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	40
Tabla 9. Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	40
Tabla 10. Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	41

Tabla 11. Prueba múltiple de medias de la interacción AxB, para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	41
Tabla 12. Medias por factor A y B, longitud de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	42
Tabla 13. Análisis de varianza para la variable longitud de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	43
Tabla 14. Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable longitud de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	43
Tabla 15. Medias por factor A y B, para la variable longitud de raíces, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	44
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable longitud de raíces, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	44
Tabla 17. Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable longitud de raíces, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	45
Tabla 18. Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable longitud de raíces, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	45
Tabla 19. Medias por factor A y B, para la variable peso de raíz en fresco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	46
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable peso de raíces en fresco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	47

Tabla 21. Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable peso de raíces en fresco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	47
Tabla 22. Medias por factor A y B, para la variable peso de raíz en seco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	48
Tabla 23. Análisis de varianza para la variable peso de raíces en seco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	49
Tabla 24. Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable peso de raíces en seco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	49
Tabla 25. Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable peso de raíces en seco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	50
Tabla 26. Rentabilidad económica de los tratamientos evaluados, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	50
Tabla 27. Descripción del cronograma de actividades para evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, ( <i>Hylocereus undatus</i> Haw) Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Croquis de campo de los tratamientos para la evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.....	31
<i>Figura 2.</i> Croquis de campo para la evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019. ....	31

# **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SUSTRATOS Y ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LA PITAHAYA; JACALTENANGO, HUEHUETENANGO**

## **RESUMEN**

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango, bajo el diseño experimental completamente al azar con arreglo combinatorio de tratamientos, donde se realizaron doce tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando como factor A, tres sustratos (tierra negra, broza, arena) y como factor B, tres enraizadores (ácido giberélico, ácido indolbutírico, citoquinina), sin enraizador como testigo. Las variables respuestas fueron crecimiento vegetativo (porcentaje de estacas enraizadas, número de brotes, longitud de brotes), crecimiento radicular (longitud de raíces, peso de raíces en fresco, peso de raíces en seco), se realizó un análisis económico para establecer la utilidad y rentabilidad de los tratamientos. Los mejores resultados obtenidos en el factor A, broza como el mejor sustrato y en el factor B, ácido indolbutírico como el mejor enraizador, las mejores interacciones (AxB) de los tratamientos que presentaron mejores resultados son: broza + ácido indolbutírico (T6) y arena + ácido indolbutírico (T10). El uso de broza como sustrato y la aplicación de ácido indolbutírico como enraizador es una alternativa técnica y económicamente viable, ya que este tratamiento presentó los mejores efectos en las variables estudiadas y una rentabilidad del 79.69%.

# 1. INTRODUCCIÓN

La pitahaya es originaria del continente americano, pero se ha difundido a diversos países de los otros cuatro continentes a partir de la conquista, sin embargo, en los últimos años se ha incrementado el interés en cultivarla con fines comerciales. Esta fruta ha sido aprovechada desde tiempos anteriores a la colonia española por los nativos de América, conocida como “Cuahnochtli” en las culturas Mexica, como Sacwob o Chacwob en la cultura Maya de península de Yucatan, takran’aj y b’anuk en algunos pueblos de Centroamérica y como pitahaya en las Antillas, donde los españoles entraron en contacto por primera vez con este tipo de fruta y razón por la cual se difundió este nombre en el resto de las regiones donde se conocía (Ramírez, 2007).

La demanda creciente de la pitahaya ha propiciado una rápida pérdida de diversidad, debido a la recolecta de material silvestre en forma desmedida. Esta práctica exige establecer un equilibrio entre el aprovechamiento y la conservación, lo cual implica la definición de estrategias que involucren aspectos ecológicos, tecnológicos y socioeconómicos específicos para cada región, sobre todo ante la falta entre los productores, de materiales genéticos seleccionados y de prácticas de manejo bien establecidas que permitan obtener rentabilidad en sus cultivos, por consiguiente, elevar su calidad de vida (Montesinos, Rodríguez, Ortíz, Fonseca, Ruíz, & Guevara, 2015).

La pitahaya es propagada asexualmente mediante cladodios maduros o estacas, sin embargo, no se ha logrado obtener una técnica de propagación que permita la formación de un sistema radical uniforme, abundante, vigoroso y en poco tiempo, lo cual ha generado que las plantas tarden más tiempo en adaptarse a las condiciones de campo y sean menos competitivas en condiciones adversas, lo que genera bajo prendimiento, plantas que tardan bastante en llegar a producir, cosechas irregulares y menor vida útil de la planta (Balaguera, 2010, citado por Aguilar, 2015).

Ante lo expuesto se evaluaron diferentes sustratos (sustrato tierra negra, arena y broza) y enraizadores (ácido giberélico, ácido indolbutírico y citoquinina) para evaluar crecimiento vegetativo y radicular en estacas de pitahaya, en el municipio de Jacaltenango, Huehuetenango, obteniéndose que la broza y el ácido indolbutírico son considerados como el mejor sustrato y enraizador por haber obtenido los mejores efectos en las variables en estudio, esta investigación le dará a los productores métodos prácticos y efectivos para la propagación de pitahaya.



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Cultivo de pitahaya

**2.1.1. Generalidades.** La familia de las cactáceas se origina en el norte, centro y sur de América, se distribuyen ampliamente desde las zonas costeras, montañas altas y selvas tropicales. Su aspecto es muy variado desde especies del tamaño de un dedal, hasta enormes especies columnares y especies epifitas trepadoras, que son muy adaptables a nuevos ambientes. Son plantas capaces de tolerar sequía, calor, frío y suelos pobres (Casas, 2002).

Comprende muchos géneros las plantas que la componen son muy distintas en el aspecto exterior; pero numerosas características comunes. Las reúne en el grupo botánico bastante homogéneo comprende unas 5.000 especies. Constituye el mayor grupo de plantas que se identifican como suculentas; se denominan plantas grasas o suculentas a tejidos aparentemente carnosos y suculentos y jugosos, se define la especie por notar su riqueza en agua, mucilagos y lácteo. Se adapta a condiciones de vida desérticas (vegetación xerófila) (Casas, 2002).

La pitahaya presenta una fruta considerada exótica, por su llamativo aspecto. Es originaria del continente americano, pero se ha difundido a diversos países de los otros cuatro continentes a partir de la conquista, sin embargo, en los últimos años se ha incrementado el interés en cultivarla con fines comerciales (Ramírez, 2007).

**2.1.2. Clasificación botánica.** De acuerdo con Durán R, Tapia J y Hernández H (2013), la pitahaya se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Plantae; División: Magnoliophyta; Clase: Magnoliopsida; Subclase: Caryophyllidae; orden: Caryophyllales; Familia: Cactaceae; Subfamilia: Cactoideae; Tribu: Hylocereeae; Género: *Hylocereus*; Especie: *undatus*; Nombre técnico: *Hylocereus undatus* Haw.

### 2.1.3. Características botánicas

**a. Sistema radicular.** La planta de pitahaya posee dos tipos de raíz, las primarias forman mantos de raicillas que se incrustan en el suelo y las secundarias se exhiben fuera éste, pero no sus puntas.

Las raíces primarias crecen siguiendo el nivel del suelo, a profundidades entre 5 y 25 cm, con un área de expansión de aproximadamente 30 cm de diámetro. Esta información debe

tomarse en cuenta al planear las labores de aporques, fertilización y control de arvenses (Lezama, 2005, citado por Orrico, 2013).

**b. Tallo.** La pitahaya es una planta epifita, el tallo conocido comúnmente como penca, es articulado y crece en todas las direcciones, el tallo presenta tres aristas, aunque algunas veces presenta de cuatro a cinco aristas. Esta planta carece de hojas, pero en los bordes de cada arista tiene pulvinulos foliares por lo regular tormentosos y en conjuntos de cinco y ocho espinas (Calix, 2005).

**c. Flores.** Las flores son hermafroditas, sin embargo, algunas especies de pitahaya y cultivares son incompatibles. Son flores muy vistosas, comestibles, de color blanco (rosa en otras especies) son muy grandes, muy fragantes, nocturnas, en forma de campana y puede ser de catorce pulgadas de largo y nueve pulgadas de ancho. Los estambres y estigmas son lobulados de color crema (Crane & Balerdi, 2015).

**d. Fruto.** Es una baya de forma ovoide, redondeada o alargada, de 10-12 cm de diámetro; la corteza tiene brácteas escamosas de consistencia carnosa y cerosa; presenta abundantes semillas pequeñas (1 mm) brillantes, distribuidas en toda la pulpa (Lezama, 2005, citado por Orrico, 2013).

El Fruto es de aspecto escamoso de color rojo o purpúreo y tienen intensamente forma ovoide y es abayado, contiene de 6,000-7,000 semillas muy pequeñas y de color negro. La semilla tiene poder germinativo (Villalobos, 2006, citado por Sabino, 2010).

**e. Semilla.** El fruto posee gran cantidad de pequeñas semillas de origen sexual y color negro con alto poder germinativo, en condiciones óptimas de humedad y temperatura. La multiplicación de pitahaya por medio de semilla es posible, pero el crecimiento y desarrollo de la vaina primaria de estas plantas es demasiado lento, alcanzando apenas 30 cm de longitud a los ocho meses de sembrada la semilla. La producción se inicia hasta los seis o siete años, por lo que este sistema de propagación no es usado (López y Guido, 2002, citado por Orrico, 2013).

**2.1.4. Fenología.** La mayoría de las áreas de producción de pitahaya son de huerto familiar, donde se reproducen a través de semilla o esquejes. La plantación empieza a producir al

segundo año. El cultivo a base de semilla pasa por un periodo improductivo de 4 a 7 años. La densidad por hectárea es de 1,000 a 1,200 plantas. Al inicio del ciclo de lluvias se siembran las vainas enraizadas o enteras, puestas directamente en el campo. Las labores culturales que requiere la planta de pitahaya son: podas, fertilización y amarre de los tallos. Las flores aparecen al inicio del periodo de lluvias, y a los 40 días se tienen frutos maduros. La floración y fructificación de pitahaya en los Valles Centrales de Oaxaca ocurre entre mayo (inicio del periodo de lluvias) y septiembre; dentro de este lapso se registran tres periodos traslapados de floración y fructificación. Del primero al tercer periodo las flores tardaron 10, 21, 31 días, respectivamente, desde la brotación de la yema hasta la antesis, mientras que el inicio de la maduración de los frutos ocurrió en 39, 36-41 y 39-41 días, respectivamente a cada uno de los periodos. La cosecha, una de las actividades más importantes y delicadas, se realiza en el periodo de junio-septiembre y en ocasiones hasta principios de octubre (Meráz, Gómez, & Schwentesius, 2003).

### **2.1.5. Variedades**

**a. Pitahaya amarilla** (*C. triangularis*). Esta especie produce deliciosos frutos hasta de 12 cm de longitud, amarillos y trepa en los árboles y rocas. Las flores son blancas. El ángulo entre yemas de los cactus es cóncavo, esta característica permite diferenciarla de la pitahaya roja en la cual el ángulo entre las yemas es convexo (Becerra, 1992, citado por Orrico, 2013).

La pitahaya amarilla tiene más acogida por su sabor, resistencia al transporte y almacenamiento y es la de mayor interés agronómico (Espinoza y Zúñiga, 2004, citado por Orrico 2013).

**b. Pitahaya roja** (*Hylocereus ocamponis*). La planta es trepadora, de tallos triangulares y produce frutos dulces, cubiertos de amplias escamas imbricadas, rojas y la pulpa roja vinosa. Las flores son rosadas. El ángulo entre las yemas del cactus (tallo) es convexo. Ésta, aunque es más atractiva en apariencia, es más delicada en el transporte y almacenamiento (Becerra, 1992, citado por Orrico, 2013).

**c. Pitahaya blanca** (*Hylocereus undatus*). Se caracteriza por tener cáscara roja y la pulpa blanca; las flores tienen las brácteas verdes y los pétalos blancos (Veracruzana, 2014).

**2.1.6. Usos.** Estudios bromatológicos han revelado que en general presenta propiedades alimenticias similares a lo encontrado en otros frutos tropicales y de clima templado, pero sobresale en su contenido de sodio, potasio y vitamina C (Castillo, 2006).

La pitahaya es una fruta que permite ser consumida como producto fresco o procesada de diferentes formas, ya sea en la elaboración de jugos, helados, yogur y mermeladas, entre otros. En el ámbito internacional, normalmente se consume como fruta fresca combinada con otras frutas exóticas (Ortiz, 2002, citado por Orrico, 2013).

Las semillas contienen un aceite de efectos laxantes y ayudan al buen funcionamiento del aparato digestivo. La pulpa contiene una sustancia llamada captina que actúa como tonificante del corazón y calmante de los nervios (Lezama, 2005, citado por Orrico, 2013).

**2.1.7. Valor nutritivo.** Sus principales atributos son: sabor, su carácter exótico, las propiedades laxantes y un gran valor alimenticio. Es rica en calcio, fósforo, potasio y vitamina C, comparada con la manzana, plátano, naranja y piña (Argüello, 1997, citado por Orrico, 2013).

Es una rica fuente de agua, calorías, ácido ascórbico, fósforo y carbohidratos; cada 100 g de pitahaya contienen 89.4 g de agua, 36.00 calorías, 25.00 mg de ácido ascórbico, 19.00 mg de fósforo y 9.20 g de carbohidratos; no obstante, es deficiente en hierro y vitamina A, pero presenta un alto contenido de sodio y potasio. El valor energético de los tallos es superior al de algunas verduras comunes (zanahoria, lechuga) y el contenido de hierro es similar al que se encuentra en las espinacas crudas (Castillo, 2006).

### **2.1.8. Condiciones agroecológicas para el desarrollo del cultivo**

**a. Temperatura.** La temperatura óptima para un buen desarrollo fisiológico y productivo de pitahaya está entre 18 – 22 °C, aunque también producen a temperaturas mayores y menores, pero con rendimientos menores (Agribusiness, 1992, citado por Orrico, 2013).

**b. Luminosidad.** La pitahaya reacciona positivamente a la exposición solar con buen desarrollo vegetativo y gran producción de flores. A la sombra, la producción de frutos es escasa. La duración de la luminosidad en relación con la temperatura influye tanto en el crecimiento de la planta como en la inducción floral, fecundación de las flores y ritmo de absorción de

elementos nutritivos; también tiene mucho que ver con los grados brix de la fruta y en consecuencia en la calidad de la misma (Pozo y Sánchez, 2011, citado por Orrico, 2013).

**c. Precipitación.** En comparación con el resto de cactáceas, los niveles de precipitación requeridos por la pitahaya son altos; los óptimos entre: 1 200 a 2 500 mm por año, lo que da una necesidad de 100 mm/mes a 200 mm/mes. Un rango de pluviosidad menor se suplirá con riego, contrariamente, la excesiva humedad favorecerá el desarrollo de bacteriosis y antracnosis al tallo (Agribusiness, 1992, citado por Orrico, 2013).

La pitahaya también es resistente a las sequías prolongadas, pero al iniciarse las lluvias comienza a florecer. La pitahaya tiene gran habilidad para captar agua y nutrientes por las hojas.

**d. Humedad relativa.** El cultivo de la pitahaya prospera con el 70 - 80 % de humedad relativa (Pozo y Sánchez, 2011, citado por Orrico, 2013).

**e. Suelos.** Los suelos deben tener buen drenaje, como buena disponibilidad de humedad, por ello que, los suelos de textura franca: franco arenoso y franco son los mejores. La profundidad efectiva del suelo deber ser de 50 cm o más, a fin de facilitar un gran desarrollo radicular. El pH que prefiere la pitahaya es el de suelos ligeramente ácidos con rangos de 5.5 a 6.5 (Agribusiness, 1992, citado por Orrico, 2013).

**f. Altitud.** En sentido altitudinal los mejores resultados se obtienen entre los 700 y 1 900 msnm, aunque crecen plantas de pitahaya desde los 500 hasta 2 500 msnm (Agribusiness, 1992, citado por Orrico, 2013).

**g. Formación ecológica.** Se desarrolla en el bosque húmedo pre montano (bh-PM) y bosque húmedo montano bajo (bh-MB) (Agribusiness, 1992, citado por Orrico, 2013).

### **2.1.9. Plagas**

**a. Mosca o gusano de la fruta.** La mosca adulta (*Anastrephaspp.*) ovoposita en la flor y al eclosionar la larva se alimenta dentro de ella destruyéndola. El control de la mosca se hace con trampas y aspersiones foliares de insecticidas (Agribusiness, 1992, citado por Orrico, 2013).

**b. Pájaros y ratones.** Existen muchas especies que se comen la pulpa de la fruta, cuando ésta ha llegado a la madurez. El control se hace empleando trampas, cebos envenenados y cosechando cuando el fruto está pintón (alcanzando la madurez fisiológica) (Agribusiness, 1992, citado por Orrico, 2013).

#### **2.1.10. Enfermedades**

**a. Pudrición por bacteriosis.** Son lesiones acuosas que pudren las raíces y el tallo. Se controla este problema con podas para dar aireación, eliminando obstáculos que no permiten que el sol llegue a la planta; con aspersiones de bactericidas y finalmente utilizando suelos bien drenados (Agribusiness, 1992, citado por Orrico, 2013).

**b. Antracnosis.** Producidas por el patógeno (*Collectotrichum*spp.) son manchas negras en el tallo y en el fruto que causan pudrición en el péndulo o en el ápice. Se controla con fungicidas con base en cobre (Agribusiness, 1992, citado por Orrico, 2013).

**2.1.11. Riego.** Para regularizar la producción se recomienda la aplicación de riegos particularmente por el sistema de goteo, cuando se presenten sequías muy prolongadas. Sin embargo, el hábito de la planta sugiere que es necesario solo en sequías prolongadas, ya que se requiere de sequías para inducir la floración (Becerra, 1992, citado por Orrico, 2013).

**2.1.12. Importancia económica.** Como alternativa para la agricultura, en regiones con escasez de recursos hídricos, el cultivo de pitahaya se convierte en una actividad de importancia, tanto económica como social, para las comunidades rurales en México y en varios países de América, ya que es una planta resistente a diferentes condiciones climáticas limitantes, su requerimiento de manejo es mínimo. Otra ventaja de este cultivo para la región, es que la fruta alcanza un buen precio en mercados locales, regionales, nacionales e internacionales por ser un fruto exótico. Además, puede desarrollarse a corto y mediano plazo, tanto en huertas familiares como en cultivos comerciales (Montesinos, Rodríguez, Ortíz, Fonseca, Ruíz, & Guevara, 2015).

## 2.2. Sustratos

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte a la planta. Un sustrato de este tipo puede intervenir o no en el proceso de nutrición. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. Las propiedades físicas de un sustrato se definen por porosidad o espacio poroso, densidad, estructura y granulometría (Hartmann, 1998, citado por Díaz, 2016).

**2.2.1. Importancia.** Base de la agricultura orgánica que se relaciona con aspectos económicos y los requerimientos de un cierto sector de la población de este tipo de productos, con requerimientos muy específicos y estrictos. Los sustratos orgánicos solos o en mezclas mejoran las condiciones de crecimiento de las plantas desde el punto de vista físico, químico y biológico (Patrón & Pineda, 2010).

**2.2.2. Funciones.** Permite el anclaje del sistema radical, que desempeña así un papel de soporte para la planta, pudiendo intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta (Noguera y Abad, 1997, citado por Patrón y Pineda, 2010).

### 2.2.3. Propiedades físicas

**a. Densidad.** La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de la densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente. La densidad real tiene un interés relativo, su valor varía según la materia de que se trate y suelo oscilar entre 2.5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo, lo valores de densidad aparente se prefieren bajos (0.7-0.1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura (García, 2008).

**b. Granulometría.** El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varia su comportamiento hídrico a causa de su

porosidad externa, que aumenta el tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría (García, 2008).

*c. Porosidad.* Es el volumen del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por lo tanto lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente, en determinada condición. Esta debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él, y por lo tanto no sirve como almacén para la raíz (García, 2008).

*d. Estructura.* Puede ser granular como la mayoría de los sustratos o bien fibrilares, la primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de la fibra. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conserva forma rígida, y no se adaptan al recipiente, pero tiene cierta facilidad del cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (García, 2008).

**2.2.4. Propiedades químicas.** Se debe a la solución de hidrólisis de los propios sustratos y puede provocar:

*a. Efectos fitotóxicos.* Por la liberación de iones  $H^+$  y  $OH^-$  y ciertos iones metálicos como el  $Co^{+2}$  (García, 2008).

*b. Efectos carenciales.* Debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provocan un aumento del pH y la precipitación fósforo y algunos micro elementos (García, 2008).

*c. Efectos osmóticos.* Provocados por un exceso de sales solubles el consiguiente disenso en la absorción de agua por la planta (García, 2008).

**2.2.5. Propiedades físico-químicas.** Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenido en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, que ellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico estas reacciones provocan



modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta (García, 2008).

**2.2.6. Propiedades bioquímicas.** Son reacciones que producen biodegradación de los materiales que componen el sustrato, se produce sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO<sub>2</sub> y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica (García, 2008).

**2.2.7. Propiedades biológicas.** Actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos, compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También puede degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular (García, 2008).

Propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

**a. Velocidad de descomposición.** La cual es función de la población microbiana y condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esto puede provocar deficiencia de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disposición del sustrato biodegradable, (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas determina la velocidad de descomponían (García, 2008).

**b. Efectos de los productos de descomposición.** Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción (García, 2008).

**c. Actividad reguladora del crecimiento.** Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo (García, 2008).

**2.2.8. Tipos de sustratos.** Según García (2008), existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, otros.

**a. Tierra.** El horizonte A es la parte del suelo más expuesta a las acciones meteorizantes del sol, la lluvia, el viento, el hielo y también de los seres vivos. Los materiales que se descomponen con facilidad tienden a emigrar, dejando concentrados en el horizonte A los minerales más resistentes y la materia orgánica. Este hecho tiene mucha importancia para el crecimiento de las plantas. Los minerales resistentes que quedan en los suelos muy meteorizados, se descomponen más lentamente para ser una fuente adecuada de nutrientes para las plantas. Los suelos más fértiles han sufrido menos meteorización y contienen minerales que se descomponen rápidamente, liberando cada año nutriente en abundancia. Los procesos de meteorización rompen las partículas minerales del suelo y disminuyen su tamaño. Parte de la arena se reduce en limo y parte del limo se transforma en arcilla. Algunos constituyentes se vuelven solubles y emigran del suelo por la acción percolante del agua. El horizonte A es la parte más lavable del suelo (Thompson, 2002, citado por Díaz, 2016).

**b. Broza.** Las capas de hojas se mezclan con capas delgadas de tierra a la que se agrega una pequeña cantidad de un fertilizante nitrogenado, como sulfato de amonio. La mezcla debe regarse bien para mantener la acción de descomposición, pero es deseable tenerla bajo un cobertizo o cubrirla con un toldo impermeable para evitar una lixiviación excesiva en tiempo de lluvias. La tierra de hoja queda lista para usarse de uno a dos meses después de preparada. Puede contener nematodos, así como semillas de malezas e insectos nocivos y agentes patógenos, de modo que debe esterilizarse antes de utilizarla. Este material se usa poco en la moderna propagación de plantas en gran escala (Hartman, 1998, citado por Díaz, 2016).

**c. Arena.** Es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.05 mm de diámetro.

El origen y la existencia de las arenas es de análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones

relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se concentran al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en superficie, se comprimen casi de manera instantánea (Villalaz, 2004).

Las propiedades físicas de las arenas varían en función del tamaño de las partículas. Las arenas finas presentan buena capacidad de retención de agua, pero tiene mala aireación, por el contrario, las arenas gruesas presentan buena aireación con deficiente retención de humedad. La principal ventaja de las arenas es que son prácticamente permanentes, presentan buena estabilidad y son fáciles de desinfectar (Gonzales y Callejón, 1997, citado por Cerqueda, 2010).

### **2.3. Enraizadores**

**2.3.1. Descripción.** Son hormonas, naturales o sintéticas, que intervienen en el desarrollo de las plantas, promoviendo o inhibiendo determinados procesos de su desarrollo. Son materiales químicos sintéticos que se han encontrado más dignos de confianza para estimular la producción de raíces adventicias de las estacas, son los ácidos indolbutírico y naftalenacético, aunque hay otros que pueden usarse (Hudson y Dale, 2006, citado por Díaz 2016).

**2.3.2. Importancia.** No todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural, como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Todas estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican a la base de las estacas, la auxina recomendada para el enraizado de tejidos leñosos es el ácido indolbutírico (AIB) (Mitchell y Livingston, 1973, citado por Mazariegos, 2011).

**2.3.3. Giberelina.** Son hormonas naturales de plantas, estas fueron identificadas y extraídas en el año 1935. El ácido giberélico fue refinado con el tiempo y comercializado y producido por investigadores en 1954. Las giberelinas causan la elongación y estiramiento de las células (Henny y Chen, 2011, citado por Díaz, 2016).

Todas las giberelinas son ácidos carboxílicos diterpenoides tetra cíclicos, se las denomina ácidos giberélico y se las presenta como Gas, distinguiéndose una de otra por un subíndice;

GA13, GA20, GA52, etc. Las giberelinas son diterpenos sintetizados a partir del acetyl-CoA a través de la ruta del ácido mevalónico. Todos ellos tienen 19 o 20 unidades de carbono agrupadas en cuatro o cinco sistemas de anillos. El quinto anillo es un anillo de lactona. Se cree que se sintetizan en los tejidos jóvenes y también en la semilla en desarrollo. No está claro si los tejidos jóvenes de las raíces también producen giberelinas. También hay alguna evidencia de que las hojas pueden ser la fuente de la biosíntesis de algunas giberelinas (Sponsel y Hedden, 2005).

En Guatemala el producto comercial que existe es el Ácido Giberélico 10% ingrediente activo (i.a.) en forma de polvo es igual a 100 gr i.a. en un kilo = 100000 ppm. 1 ml de producto en un litro de agua = 100 ppm. Y también está el N-large que contiene 4% Ac Gib por litro, esto es igual a 40 gr i.a. en un litro que es igual a 40000 ppm. 1 ml de producto en un litro de agua es igual a 40 ppm (Stoller, 2004, citado por Díaz, 2016).

**2.3.4. Ácido indolbutírico.** El ácido indolbutírico es miembro de un grupo de hormonas vegetales, son sustancias naturales que se producen en las partes de las plantas en fase de crecimiento activo de la raíz y regulan aspectos del desarrollo radicular. Afectan al crecimiento de las raíces y por consiguiente un crecimiento paulatino de la planta. El AIB influye en el crecimiento de este órgano vegetal estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras, en función de la cantidad de AIB en el tejido vegetal y su distribución (Weaver, 2003, citado por Díaz, 2016).

**2.3.5. Citoquinina.** La citoquinina interfiere con el DNA y tiene como síntomas típicos el promover la división celular y el retardar los síntomas de senectud en la planta por lo que se le llama hormona juvenil. Aunque existen tres grupos hormonales, cada uno con varias hormonas individuales, y tienen características específicas, las observaciones sobre el desarrollo han hecho evidente que las hormonas no actúan de manera independiente, sino que se conjuntan formando un sistema regulador y en cada uno de los fenómenos del desarrollo toman parte hormonas de los grupos interactuando armónicamente (Martínez, 2016)

## **2.4. Propagación vegetativa**

**2.4.1. Descripción.** La propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas y es posible por que en muchas de estas los órganos

vegetativos tienen capacidad de regeneración. Las porciones de tallos tienen la capacidad de formar nuevas raíces y las partes de la raíz pueden regenerar un nuevo tallo. Las hojas pueden generar nuevos tallos y raíces (Hudson y Dale, 2006, citado por Díaz, 2016).

La propagación vegetativa o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una célula un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc.). Esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales ya maduros conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces; estos grupos celulares forman parte de meristemos primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas.

Las células no diferenciadas que los conforman tienen la información genética y las propiedades fisiológicas de producir una nueva planta con iguales características de la planta madre, propiedad conocida como totipotencia (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

#### **2.4.2. Métodos de propagación vegetativa**

**a. Propagación por estacas.** En la propagación por estacas, una parte del tallo, de la raíz o de la hoja se separa de la planta madre, se coloca bajo condiciones ambientales favorables y se le induce a formar raíces y tallos, produciendo así una nueva planta independiente que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta a la cual procede (Hartmann y Kester, 1979, citado por Alas, 2013).

**b. Propagación por injerto.** La injertación consiste en conectar dos pedazos de tejido de dos plantas vivientes que al unirse formarán una nueva planta funcional. Es un método de propagación muy antiguo, en donde la base del injerto o planta receptora (patrón) se selecciona de plantas ya establecidas que son resistentes a condiciones desfavorables y/o enfermedades, a la cual se le une un segmento o injerto proveniente de plantas con cualidades como frutos de mejor calidad y mayor producción. La parte injertada y el área receptora forman un tejido de cicatrización, quedando perfectamente unidas e integradas, de tal manera que hay continuidad en la actividad fisiológica, reiniciándose el crecimiento y desarrollo del injerto hasta llegar a su etapa reproductiva y productiva, como si fuera un solo individuo. Es de aclarar que no hay recombinación de las características genéticas entre la planta receptora (patrón) y la injertada

(copa), es decir que cada una de las partes conserva su condición genética. Es el método de propagación más utilizado en la fruticultura, porque presenta la ventaja de obtener en menor tiempo fructificación, al injertar yemas ontogénicamente maduras sobre una planta ya desarrollada. Este método de propagación también es usado para obtener nuevas variedades, lograr estructuras vegetativas fuertes y vigorizar árboles que son de gran importancia genética y que se encuentren enfermos o dañados por insectos (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

Para que la injertación tenga éxito, se debe tener en cuenta la habilidad del injertador, la afinidad y compatibilidad entre las especies a injertar e implica los siguientes componentes (Rojas, García, & Alarcón, 2004):

El injerto (la copa o epibioto); la parte aérea de un árbol que formará la corona de la nueva planta; ésta contiene los brotes inactivos del árbol cuyas características deseables necesitan ser transmitidas y multiplicadas (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

El portainjerto (patrón o hipobioto); lo conforman la parte baja de un árbol, a veces incluso la parte del tallo y algunas ramas que formarán la base y el sistema de la raíz de la nueva planta, que suministra el soporte nutricional de crecimiento del injerto. Esta parte también puede contener brotes inactivos (chupones) que no deben permitirse desarrollar en la nueva planta ya que ellos no tienen las características deseadas que necesitan ser multiplicadas (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

**c. Propagación por acodos.** El principio del acodo es el de colocar una parte del vegetal en condiciones favorables para que emita y desarrolle raíces, es un método fácil, sencillo y seguro de propagación, con el cual se estimula la emisión de raíces en ramas o brotes antes de separarlas de la planta madre. Las raíces que se producen en un acodo tienen el mismo origen que las provenientes de las estacas: Se formarán ya sea a partir de meristemas existentes, donde va a tener lugar una actividad inicial y a continuación una des diferenciación celular que conducirá a una reorganización o a partir de los islotes meristemáticos, donde las células se van a diferenciar y dar nacimiento a un meristemo radical y entonces las raíces se podrán desarrollar.

Los acodos aéreos se desprenden después de la formación del callo y se enraízan en camas. Aunque existen diversas maneras de realizar el acodo, los más importantes y utilizados son: acodo aéreo, acodo de punta, acodo subterráneo y acodo de cepa. La utilización conjunta de

las auxinas, así como la evolución de las técnicas de estacas, han hecho perder el interés en el acodo (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

### **2.4.3. Otros tipos de propagación vegetativa**

#### ***a. Propagación vegetativa por tallos***

*a.1. Estolones.* Constan de secciones relativamente largas y delgadas de tallos aéreos horizontales con entrenudos largos y cortos alternados que generan raíces adventicias. La separación de estos segmentos enraizados permite el desarrollo de plantas hijas. La fresa es un ejemplo de las especies que comúnmente presentan este tipo de propagación (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

*a.2. Rizomas.* Se generan a partir del crecimiento horizontal de un tallo subterráneo, por lo general más robusto que el que da origen a un estolón. Las viejas porciones se degradan y se separan en fragmentos que deberán enraizar de manera independiente. Este tallo subterráneo presenta hojas escamosas en las axilas, donde se pueden generar yemas axilares, además de presentar raíces adventicias. Una vez formado el vástago principal se da un crecimiento continuo. Cada estación de crecimiento presenta un crecimiento simpodial por medio de la yema axilar o monopodial por medio de la yema terminal. El rizoma funciona como órgano de almacenamiento de reservas. De esta manera se propagan especies de importancia económica, tales como el bambú, la caña de azúcar, el plátano, así como algunos pastos (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

*a.3. Tubérculos.* Son estructuras gruesas, suculentas, que actúan también como estructuras de reserva. Se forman en el extremo de tallos subterráneos delgados. Los tubérculos presentan en su superficie nudos con hojas escamosas, arreglados de manera espiral y cada uno de ellos consta de una o más yemas pequeñas. Cuando se inicia el crecimiento del vástago principal las raíces adventicias se desarrollan en la base del tubérculo y las yemas horizontales se alargan y producen tallos etiolados en forma de estolones. A partir de los tubérculos que han formado ramas horizontales se forman tubérculos nuevos (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

*a.4. Brotes.* Se definen como ramas o tallos que desarrollan raíces adventicias sin que sean independientes de la planta progenitora. Se desarrollan en las axilas de las hojas escamosas o de las yemas adventicias sobre las raíces. la piña comestible los brotes se desarrollan en las axilas de las hojas inferiores que son cubiertas por el suelo (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

***b. Propagación vegetativa por yemas***

*b.1. Cromos.* Se forman en las yemas de las axilas de las hojas de un tallo robusto y succulento que proporciona los nutrientes necesarios para la nueva estructura, la cual se desprenderá del progenitor y se desarrollará subterráneamente como un tallo corto, erecto y sólido con nudos y entrenudos (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

*b.2. Cormelos.* Sobre el extremo inferior del corno se producen pequeñas estructuras semejantes a los estolones conocidos como cormelos. La muerte del corno parental permitirá la separación de los cormos hijos, los cuales pueden ser almacenados durante el invierno y plantados durante la temporada favorable para el crecimiento (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

*b.3. Bulbos.* Se desarrollan sobre tallos cortos y engrosados, a partir de yemas axilares de hojas carnosas. De éstas obtienen elementos de reserva, a diferencia de los cormos que las obtienen a partir del tallo, lo cual les permite producir rápidamente raíces adventicias. Se desarrollan subterráneamente en forma de tallos carnosos, cubiertos con hojas engrosadas a manera de escamas que funcionan como órganos de reserva (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

*c. Propagación por raíces.* Una forma extensa de propagación de las plantas se da mediante numerosos brotes que crecen de sus raíces horizontales. Tales brotes se forman sólo si la raíz es dañada, entonces los brotes se diferencian en un tejido calloso. Las raíces carnosas y aglomeradas de los camotes, las dalias y las peonías son también un medio de propagación vegetativa (Rojas, García, & Alarcón, 2004).

## **2.5. Investigaciones relacionadas al tema**

Evaluando enraizadores en la producción de almácigo de café en la finca Las Flores, Barberena, Santa Rosa. Teniendo como objetivo principal evaluar cinco enraizadores sobre la



calidad de planta de café (*Coffea arabica* L.) en almacigo. A través de un diseño de bloques al azar, con seis tratamientos y cinco repeticiones, siendo los tratamientos: raizal 400, cosmoroot, enerroot, raicel, razormin y un testigo cuatro dosis (1, 0.2, 0.5, 0.3 kg/planta), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: componentes de crecimiento (número de cruces por planta, altura de plantas en centímetros, diámetro de fuste o tallo) y componentes de rendimiento (peso fresco de raíz, peso seco de raíz, gramos). Encontró que el mejor enraizador fue raizal 400, mejora el desarrollo de la raíz en peso fresco y seco, esto correlacionado con los parámetros peso fresco y peso seco foliar en los cuales también obtuvo la media más alta, sin embargo, después de realizado la prueba de medias (Tukey al 5%) no se encontró diferencia estadística significativa para las variables, peso fresco de raíz, variable peso seco de raíz, variable peso fresco foliar y variable peso seco foliar. En relación a los enraizadores existió diferencias significativas, de acuerdo con el análisis estadístico los tratamientos en el que se obtuvo mayor diámetro de fuste o tallo fueron los tratamientos E (Raicel), F (Razormin) y D (Enerroot), por tanto, son superiores estadística mente a los tratamientos A (testigo), B (Raizal 400), C (Cosmoroot). Concluyendo que los mejores enraizadores fueron raicel, razormin y enerroot (Martínez, 2016).

Evaluando enraizadores en Moringa, con diferentes sustratos, grosores de material vegetativo en Retalhuleu. Teniendo como objetivo principal evaluar el efecto de enraizadores y sustratos con tres diferentes tipos de grosor de material vegetativo del cultivo de moringa (*Moringa oleifera*). A través de un diseño de bloques al azar con un arreglo en parcelas subdivididas con 27 tratamientos y tres repeticiones, siendo los tratamientos: enraizadores (auxinas, giberelinas, ácido indolbutírico), en tres sustratos (broza, tierra y arena en diferentes proporciones), con tres grosores de material vegetativo (tres, cuatro y cinco centímetros de diámetro), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: número de raíces, longitud de raíces, biomasa de la raíz y porcentaje de plantas enraizadas. Encontró que no se observaron diferencias estadísticas, entre los diferentes factores y sus interacciones, en cuanto al número de raíces, longitud de raíces, biomasa de la raíz y porcentaje de plantas enraizadas del cultivo. Los diferentes tipos de grosor del material vegetativo (3cm, 4cm y 5cm) presentaron según el ANDEVA alta significancia estadística sobre la longitud radicular, peso de la biomasa radicular, número de raíces y porcentaje de plantas enraizadas, puede utilizarse estacas con estos grosores para el cultivo de moringa, no obstante, las variables evaluadas presentaron una alta

significancia estadística en cuanto a las combinaciones de enraizadores y los diferentes grosores de estacas. Concluyendo que puede utilizarse ácido indolbutírico, giberelinas y auxinas para obtener longitud radicular, peso de la biomasa radicular y porcentaje de plantas enraizadas, utilizando estacas de (tres, cuatro y cinco cm) (Díaz, 2016).

Evaluando tres enraizadores y dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de Pitahaya amarilla en Yantzaza, Ecuador. Teniendo como objetivo principal determinar la efectividad del ácido alfa-naftalenacético, estiércol de bovino enriquecido con fósforo y dos cepas de *Trichoderma*, en el enraizamiento de estacas de Pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* L. Haw). A través de un diseño de bloques al azar en arreglo bifactorial, con diez tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los tratamientos: enraizantes (ANA, estiércol bovino enriquecido con fósforo y dos cepas de *Trichoderma harzianum* ThLE24 y ThLE26) y dos tamaños de cladodios (30 y 50 cm de altura), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: longitud de brotes (cm), peso de brotes (g), número de raíces y peso de raíces (g). Encontró que los cladodios de 50 cm fueron los de mejor resultado frente a los de 30 cm, sin embargo, después de realizar la prueba de medias (Tukey al 5%) se determinó que no existió interacción entre los factores enraizantes tamaño de cladodio, por lo que se analizaron los resultados por separado, a excepción del número de brotes, donde no se evidenció influencia de los enraizantes y tamaño de los cladodios, ni de la interacción enraizantes cladodio, existió una correlación positiva de las variables tamaño de cladodio frente a la longitud de brotes (0,74), peso de raíces (0,62) y número de raíces (0,60). Concluyendo que el mejor tamaño de cladodios para la propagación asexual de pitahaya es el de 50 centímetros de longitud (Aguilar, 2015).

Evaluando propagación asexual de pitahaya mediante estacas empleando enraizadores ANA y AIB en el cantón Puerto de Quito. Teniendo como objetivo principal determinar la mejor concentración de hormonas (ANA y AIB) en el enraizamiento de pitahaya (*Hylocereus undatus*). A través de un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, siendo los tratamientos; enraizadores (ANA y AIB) dosis (sin hormona, 1000 mgkg<sup>-1</sup> de ANA + 1000 mgkg<sup>-1</sup> de AIB, 1500 mgkg<sup>-1</sup> de ANA + 1500 mgkg<sup>-1</sup> de AIB, 2000 mgkg<sup>-1</sup> de ANA + 2000 mgkg<sup>-1</sup> de AIB), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: porcentaje de mortalidad, porcentaje de enraizamiento, número de raíces, longitud de raíz mayor y longitud de brote. Encontró que la mejor respuesta se obtuvo en la concentración con 2000 mg kg<sup>-1</sup> AIB + 2000 mg kg<sup>-1</sup> ANA con mejor número de raíces 10.40; longitud de raíces 20.8 cm; el

porcentaje de enraizamiento de 96.20 % y porcentaje de mortalidad de 3.80 %, y, con 22 % de rentabilidad, en cuanto a la prueba de comparación de medias (Tukey) realizada, el porcentaje de mortalidad que se obtuvo es destacable ya que en general todos las concentraciones utilizados de ANA + AIB ayudan a mantener vivas una alta población de las estacas, pero la dosis T3 ( 2000 mg kg<sup>-1</sup> AIB + 2000 mg kg<sup>-1</sup> ANA), obtuvo significativamente el valor menor de mortalidad de 3.3%, frente a los otras dosis aplicando la prueba de Tukey. Concluyendo que la mejor dosis para el enraizamiento fue (2000 mg kg<sup>-1</sup> AIB + 2000 mg kg<sup>-1</sup> ANA) (Torres, 2015).

Evaluando cinco enraizadores y su efecto en el desarrollo y producción de caña de azúcar, en finca Eslovaquia, Guazacapán, Santa rosa, Guatemala C.A. Teniendo como objetivo principal evaluar el efecto de cinco enraizadores en el desarrollo y producción de caña de azúcar (*Saccharum spp*). A través de un diseño de bloques completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los tratamientos: enraizadores (testigo, algamar plus, rootfeeddry, radix, bio-forge, megaphos p). Evaluando las variables: longitud de tallos, número de entrenudos, grosor del tallo y peso del tallo. Encontró que el tratamiento algamar plus (algas marinas y ácidos fúlvicos) presento buenos resultados en longitud de tallos y el desarrollo de entrenudos en el tratamiento megaphos (fósforo líquido), en cuanto a las otras variables se obtuvo los mejores resultados en el tratamiento algamar plus, seguido del tratamiento radix y testigo, los cuales no presentan diferencias significativas entre ellos según pruebas de Tukey (al 10%), analizando la efectividad de los tratamientos en cuanto a producción de caña de azúcar en toneladas de caña por hectárea, obtuvo los mejores resultados el tratamiento algamar plus, seguido del tratamiento radix y testigo, los cuales no presentan diferencias significativas entre ellos y así mismo se pueden obtener mismos efectos aunque no precisamente iguales. Concluyendo que se debe utilizar el tratamiento radix, ya que éste es el más conveniente tomando en cuenta la producción y el costo de aplicar este producto (Mejía, 2015).

Evaluando enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta, en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador. Teniendo como objetivo principal obtener plantas de café variedad robusta (*Coffea canephora*) mediante la multiplicación por esquejes. A través de un diseño en arreglo factorial en parcelas divididas, con cuatro tratamientos y seis repeticiones, siendo los tratamientos, sustratos (S1= suelo arcilloso 50 %, cascarillas de arroz 30 %, fibra de palma 20 % S2= pomina 100 % S3= arena 100 % S4= aserrín 100 %) seis dosis hormonagro (1D1= 8 g/l (32 ppm), D2= 12 g/l (48 ppm), D3= 16 g/l (64 ppm))

ácido indolbutírico (D1= 1 g/l (990 ppm), D2= 1.5 g/l (1485 ppm), D3= 2 g/l (1980 ppm)), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: porcentaje de enraizamiento, número de raíces, longitud de raíces, número de yemas brotadas y longitud de yemas brotadas. Encontró que el sustrato arena presentó el mayor porcentaje de enraizamiento, con un promedio de 83.33%, además tuvo una interacción significativa con el factor hormona y dosis por lo cual los mejores porcentajes se reportó con la aplicación de 12 g/l de hormonagro 1, en cuanto a las otras variables el número de raíces, produjo mejores resultados con la aplicación de las dosis 3 (16 g/l de hormonagro1 y 2 g/l de ácido indolbutírico). Concluyendo que el tratamiento (suelo, cascarilla de arroz, fibra de palma; 12g/l de hormonagro 1), registró la mayor tasa marginal de retorno por lo que justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento por presentar la mejor rentabilidad (Lucero, 2013).

Evaluando una auxina natural en tres concentraciones y tres sustratos en el enraizamiento de esquejes de Clavel en el vivero la Península, de la municipalidad de Guatemala. Teniendo como objetivo principal mejorar el enraizamiento y con esto la producción de esquejes de clavel panameño (*Hibiscus rosa-sinensis*). A través de un diseño en bloques al azar con arreglo combinatorio en parcelas divididas, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, siendo los tratamientos hormonas, Global Organic en tres concentraciones (10ppm, 20ppm y 40ppm) y Rootex (única concentración) tres sustratos (broza, arena y tierra), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: número de raíces, longitud de raíces y número de brotes. Encontró que la hormona Global Organic con una concentración de 20ppm y 10ppm ayudó a mejorar la producción de clavel panameño a través del desarrollo de raíces ya que produjo resultados tan buenos como Rootex. Según prueba de Tukey, en relación a las otras variables sustratos (arena, broza y tierra) y la interacción con las tres concentraciones de “Global Organic” y Rootex, al ver el resultado que producidos entre las variables longitud y número de raíces se determina que con la utilización de la hormona natural “Global Organic” 20ppm, 10 ppm y con la interacción del sustrato broza es aconsejable utilizar tanto la hormona, como el sustrato en la propagación de clavel ya que esta interacción entre sustrato y concentración de hormona, produjeron los mejores resultados al ser comparados con Rootex., según prueba de Tukey. Concluyendo que la mejor concentración fue la hormona global organic con una concentración de 20ppm (Granados, 2012).

Evaluando la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de ramillas de Café Robusta en vivero, cantón Francisco Orellana, provincia de Orellana, Ecuador. Teniendo como objetivo principal evaluar la eficacia de seis enraizadores, y dos sustratos para la propagación de ramillas de Café Robusta (*Coffea canephora*) en vivero. A través de un diseño de bloques completos al azar en arreglo bifactorial, con doce tratamientos y tres repeticiones, siendo los tratamientos: enraizadores (Raíz 500, Tecno verde radicular, ankor-flex inicio, rootmost, bioplus y hormonagro) dos sustratos ((20% de cascarilla de arroz, 30% de humus, 20% de tierra de sitio, 30% de tierra de huerto) (sustrato 2 20% de cascarilla de café, 30% de humus, 20% de tierra de sitio, 30% de tierra de huerto)), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: porcentaje de prendimiento, desarrollo radicular, crecimiento de las plántulas y número de hojas. Encontró que la aplicación de hormonagro alcanzó los mejores resultados en: porcentaje de prendimiento, desarrollo radicular, crecimiento de las plántulas, número de hojas en comparación con los resultados obtenidos con los otros enraizadores utilizados en esta investigación según prueba de Tukey, en relación a las otras variables (sustratos) el que presento mayor eficacia para la propagación de ramillas de Café variedad Robusta a nivel de vivero fue la combinación de 20% de cascarilla de café, 30% de humus, 20% de tierra de sitio, 30% de tierra de huerto según prueba de Tukey. Concluyendo que el mejor enraizador y sustrato fue hormonagro y sustrato 20% de cascarilla de café, 30% de humus, 20% de tierra de sitio, 30% de tierra de huerto (Lema, 2010).

Evaluando cuatro concentraciones de ácido indolbutírico y tres niveles de consistencia de estacas en la propagación asexual de papaya, Pajapita, San Marcos. Teniendo como objetivo principal evaluar tres niveles de consistencia de estacas y cuatro concentraciones de ácido indolbutírico para reproducción asexual de papaya (*Annona diversifolia* Saff). A través de un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial combinatorio de tratamientos, con doce tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los tratamientos: tipos de estacas (herbácea, semi leñosa y leñosa) cuatro dosis de AIB (0, 1000, 2000 y 3000 ppm), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: número de estacas con rebrotes, altura de rebrote, diámetro del rebrote y número de raíces. Encontró que las estacas de consistencia herbácea y semi leñosa presentaron resultados favorables en cuanto al número de estacas brotadas; dos y dos respectivamente, por otro lado, el nivel de consistencia de estacas leñosas para la variable diámetro del rebrote a los 150 días fue de dos; sin obtener en ninguno de los casos estacas con

raíces, por lo que se infiere que la presencia de rebrotes no es un índice de enraizamiento para esta especie frutal, la consistencia de las estacas y la concentración de ácido indolbutírico no influyeron estadísticamente en la estimulación de un sistema radicular que asegure la reproducción asexual de papaya. Concluyendo que el ácido indolbutírico no se considera un estimulante de raíces efectivo para la reproducción asexual de papaya, debido a que no generó ningún efecto positivo en cuanto a la generación de raíces (Mazariegos, 2011).

Evaluando enraizadores para la reproducción de bugambilia, bajo tres sustratos en Retalhuleu. Teniendo como objetivo principal evaluar tres enraizadores y tres sustratos para la reproducción asexual de la planta de bugambilia (*Bougainvillea spectabilis* Wild). A través de un diseño bifactorial con arreglo combinatorio de tratamientos, con doce tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los tratamientos: Enraizadores (rootex 30, agrosol, aábila y testigo) tres sustratos (arena de río con tierra negra, aserrín-arena-tierra negra y Tierra negra rica en materia orgánica), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: número de raíces y longitud de raíces. Encontró que el mejor producto fitohormonal (enraizador) es rootex 30, ya que a los 60 días después de la siembra, las estacas de bugambilia presentaron un mayor número de raíces y longitudes aceptables según pruebas de Tukey, en relación a las otras variables, sustratos (aserrín-arena de río-tierra negra) presento un mayor promedio en cuanto al número de raíces; y en lo que concierne a la longitud de las mismas, presentaron un mayor número de raíces, según pruebas de Tukey. Concluyendo que el mejor enraizador y sustrato para la reproducción de estacas fue rootex 30 y aserrín-arena de río-tierra negra (García, 2008).

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

El municipio de Jacaltenango, Huehuetenango, posee un clima cálido que favorece el desarrollo de los cultivos y plantas tropicales, entre estas se encuentra la pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) nativa de la región. De la planta de pitahaya se aprovechan los frutos para la venta y consumo por el contenido de vitaminas, minerales y antioxidante. La pitahaya no es un cultivo tradicional en el municipio por la forma en que se desarrolla debido a que es epífita. La pitahaya es propagada asexualmente mediante cladodios maduros o estacas, sin embargo, no se ha logrado obtener una técnica de propagación que permita la formación de un sistema radical uniforme, abundante, vigoroso y en poco tiempo, lo cual ha generado que las plantas tarden en adaptarse a las condiciones de campo y sean menos competitivas en condiciones adversas, esto debido al bajo prendimiento, el cual tardan en llegar a producir, además las cosechas son irregulares y menor vida útil de la planta (Balaguera, 2010, citado por Aguilar, 2015).

En el municipio de Jacaltenango, departamento de Huehuetenango, los productores del cultivo de pitahaya tienen problemas para la propagación vegetativa por medio de estacas debido a que el porcentaje de prendimiento es muy bajo ya que no hay uniformidad en el enraizamiento.

La presente investigación pretende colaborar para que los agricultores productores del cultivo de pitahaya encuentren una alternativa adecuada para su propagación, mediante el uso de sustrato y enraizador para el desarrollo vegetativo de la pitahaya e implementen sistemas de siembras viables, con buen material genético y de bajo costo, por medio de estacas para evitar la intervención, extracción de frutos silvestres y pérdida de la biodiversidad de esta especie.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. General**

Evaluar el efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango.

### **4.2. Específicos**

Evaluar el efecto de los sustratos y enraizadores en el crecimiento radicular (peso y largo de raíz) en estacas de pitahaya.

Evaluar el efecto de los sustratos y enraizadores en el crecimiento vegetativo (número de brotes, largo de brotes y porcentaje de prendimiento de estacas) de la pitahaya.

Establecer la interacción de los sustratos con los diferentes tipos de enraizadores, sobre el crecimiento vegetativo y radicular en la propagación de estacas de pitahaya.

Determinar la utilidad y rentabilidad de los tratamientos a evaluar.



## **5. HIPÓTESIS**

Al menos uno de los sustratos y enraizador tendrá efecto en el crecimiento radicular en las estacas de pitahaya.

Al menos uno de los sustratos y enraizador tendrá efecto en el crecimiento vegetativo en las estacas de pitahaya.

Al menos en uno de los sustratos se obtendrá interacción con los enraizadores sobre el crecimiento vegetativo y radicular en la propagación de estacas de pitahaya.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Localización del trabajo

La investigación se realizó en la comunidad Nueva Catarina, del municipio de Jacaltenango, departamento de Huehuetenango, con coordenadas, latitud norte a 15°46'53", longitud oeste a 91°47'22", altitud de 750 msnm, precipitación media anual de 900 mm, temperatura media anual de 25°C, zona de vida según clasificación de Holdridge bosque seco subtropical cálido. En el Municipio de Jacaltenango se identifican tres series de suelos: serie Nentón, serie Quixtan y serie jacaltenango (Segeplan, 2010).

### 6.2. Material experimental

**6.2.1. Estacas de pitahaya roja.** Se seleccionaron plantas sanas y vigorosas, a partir de este material vegetal se cortaron los tallos de 25 a 30 cm de longitud. Se realizó separando las estacas de la planta seleccionada dejando secar la herida de separación durante ocho días, luego se transfirió a lugares sombríos donde no se presentó alta humedad para evitar la aparición de hongos en el suelo; posteriormente se transfirieron a un sustrato rico en materia orgánica, se sembraron las estacas superficialmente, con orientación que de las yemas hacia arriba (Dallos, 2010, citado por Aguilar, 2015).

**6.2.2. Tierra.** Según Thompson (2002), citado por Díaz (2016), el horizonte A es la parte del suelo más expuesta a las acciones meteorizantes del sol, la lluvia, el viento, el hielo y también de los seres vivos. Los materiales que se descomponen con facilidad tienden a emigrar, dejando concentrados en el horizonte A los minerales más resistentes y la materia orgánica. Este hecho tiene mucha importancia para el crecimiento de las plantas. Los minerales resistentes que quedan en los suelos muy meteorizados, se descomponen más lentamente para ser una fuente adecuada de nutrientes para las plantas, este material será conseguido en el mismo lugar donde se realizará el experimento (tierra negra).

**6.2.3. Broza.** Según Hartman (1998), citado por Díaz (2016), las capas de hojas se mezclan con capas delgadas de tierra a la que se agrega una pequeña cantidad de un fertilizante nitrogenado, como sulfato de amonio. La mezcla debe regarse bien para mantener la acción de descomposición, pero es deseable tenerla bajo un cobertizo o cubrirla con un toldo impermeable

para evitar una lixiviación excesiva en tiempo de lluvias. La tierra de hoja queda lista para usarse de uno a dos meses después de preparada, este material será conseguido en el mismo lugar donde se realizará el experimento.

La broza fue extraída de los bosques de especies latifoliados de la localidad, utilizando broza fina y materia orgánica de residuos forestales, los restos de vegetales muy grandes fueron desechados y se obtuvo un material fino utilizado como sustrato donde se insertaron las estacas de pitahaya.

**6.2.4. Arena.** Según Villalaz, (2004), es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.05 mm de diámetro.

Se consideró este sustrato ya que es abundante en la zona de estudio, este material se consiguió en el mismo lugar donde se realizó el experimento.

**6.2.5. Giberelina.** Son hormonas naturales de plantas, estas fueron identificadas y extraídas en 1935 de hongos. El ácido giberélico fue refinado con el tiempo y comercializado y producido por investigadores en 1954. Las giberelinas causan la elongación y estiramiento de las células (Henny y Chen, 2011, citado por Díaz, 2016).

Se consideró la utilización de este enraizador ya que se puede obtener fácilmente en el mercado.

**6.2.6. Ácido indolbutírico.** El ácido indolbutírico es miembro de un grupo de hormonas vegetales, son sustancias naturales que se producen en las partes de las plantas en fase de crecimiento activo de la raíz y regulan aspectos del desarrollo radicular. Afectan al crecimiento de las raíces y por consiguiente un crecimiento paulatino de la planta. El AIB influye en el crecimiento de este órgano vegetal estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras, en función de la cantidad de AIB en el tejido vegetal y su distribución (Weaver, 2003, citado por Díaz, 2016).

Se consideró utilizar este enraizador ya que está disponible en los mercados locales y se ha utilizado en otras especies donde ha generado buenos resultados.

**6.2.7. Citoquinina.** Se sintetiza en los meristemos apicales de las raíces, aunque también se producen en los tejidos embrionarios y en las frutas. Su transporte es en la planta por vía acropétala, desde el ápice de la raíz hasta los tallos, moviéndose a través de la savia en los vasos correspondientes al xilema. (Escamilla, 2002).

Se consideró este enraizador para realizar comparaciones sobre el efecto en tres diferentes enraizadores para propagar estacas de pitahaya.

### 6.3. Factores a estudiar

**6.3.1. Factor A: Sustratos.** S1. Tierra negra; S2. Broza; S2. Arena

**6.3.2. Factor B: Enraizadores.** E1. Ácido giberélico; E2. Ácido indolbutírico (AIB); E3. Citoquinina; E4. Sin enraizador (Testigo).

### 6.4. Descripción de los tratamientos

Tabla 1.

*Evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>TRATA MIENTOS</b>	<b>FACTOR A SUSTRATOS</b>	<b>FACTOR B ENRAIZADORES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Tierra negra	Ácido giberélico	Tierra negra + Ácido giberélico
2	Tierra negra	Ácido indolbutírico	Tierra negra + Ácido indolbutírico
3	Tierra negra	Citoquinina	Tierra negra + Citoquinina
4	Tierra negra	Testigo (sin enraizador)	Tierra negra + Testigo (sin enraizador)
5	Broza	Ácido giberélico	Broza + Ácido giberélico
6	Broza	Ácido indolbutírico	Broza + Ácido indolbutírico
7	Broza	Citoquinina	Broza + Citoquinina
8	Broza	Testigo (sin enraizador)	Broza + Testigo (sin enraizador)

9	Arena	Ácido giberélico	Arena + Ácido giberélico
10	Arena	Ácido indolbutírico	Arena + Ácido indolbutírico
11	Arena	Citoquinina	Arena + Citoquinina
12	Arena	Testigo (sin enraizador)	Arena + Testigo (sin enraizador)

### 6.5. Diseño experimental

La investigación se realizó bajo el diseño completamente al azar con arreglo combinatorio de tratamientos, se observa que para el caso de los tratamientos no se busca la significación ya que en los experimentos factoriales en los tratamientos están incluidos los factores en estudio y la interacción entre los factores (Ruesga, Peña, Exposito, & Gardon, 2005).

### 6.6. Modelo estadístico

Según Ruesga, Peña, Exposito, & Gardon, (2005), El modelo estadístico para el diseño completamente al azar con arreglo combinatorio de tratamientos es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_iB_j + \varepsilon_{ijk};$$

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta de la  $ijk$  - ésima unidad experimental.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$A_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor A.

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor A.

$A_iB_j$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$ -ésimo nivel del factor B.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado a la  $ijk$  - ésima unidad experimental; La variable respuesta  $Y_{ijk}$  es función de la media general  $\mu$ , del efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor A, del  $j$ -ésimo nivel del factor B, de la interacción entre el  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$ -ésimo nivel del factor B, del  $k$ -ésimo bloque o repetición y del error experimental asociado a la  $ijk$  -ésima unidad experimental.

## 6.7. Unidad experimental

El área total del experimento fue de 40.96 m<sup>2</sup>. El área de cada unidad experimental fue de 0.27 m<sup>2</sup>. Se utilizó un total de doce estacas por unidad experimental, teniendo un total de 576 estacas, colocadas en bolsas de polietileno de almacigo de color negro de 15cm \* 19cm.

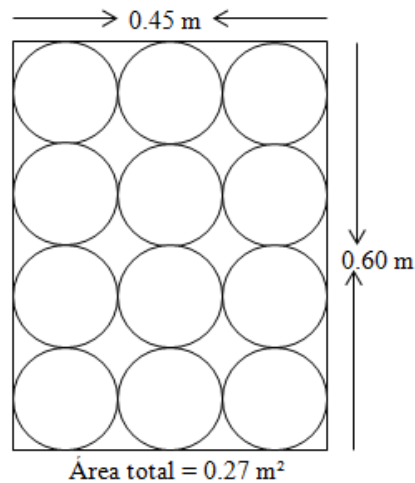


Figura 1. Croquis de campo de los tratamientos para la evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.

## 6.8. Croquis de campo

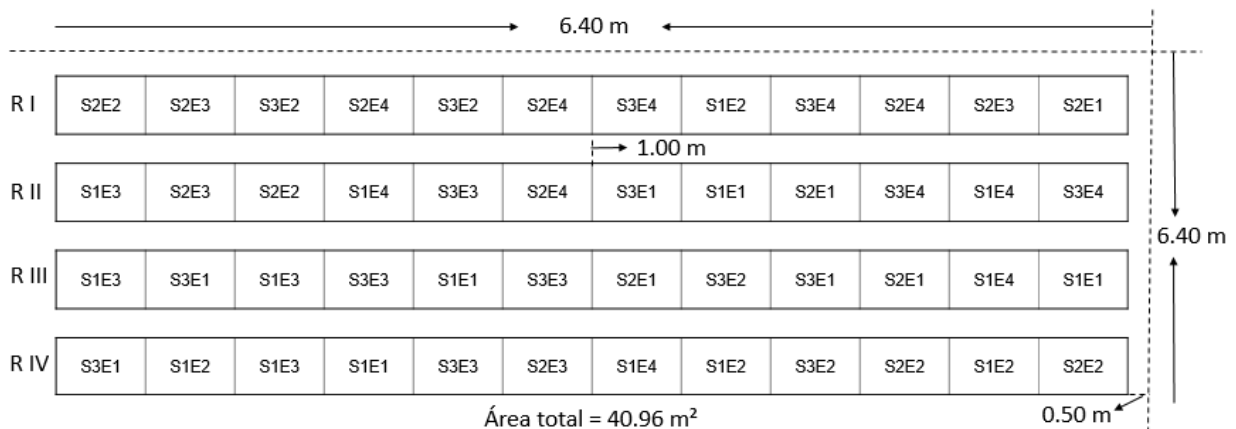


Figura 2. Croquis de campo para la evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.

**Referencias:** Factor A: S1 = tierra negra; S2 = broza; S3 = arena; factor B; E1 = Ácido giberélico; E2 = ácido indolbutírico; E3 = citoquinina; E4 = Testigo

## **6.9. Manejo del experimento**

**6.9.1. Selección del área.** Se identificó y seleccionó el área con las condiciones necesarias para el establecimiento del experimento, se tomaron en cuenta factores como la entrada de luz solar, el acceso al lugar y la disponibilidad de agua para el riego de las estacas.

**6.9.2. Limpieza del terreno.** Se eliminó del área experimental todo tipo de rocas, malezas, ramas de árboles, basura entre otros, obteniendo una mejor movilidad y facilidad de trabajo. Esta actividad se realizó manualmente utilizando herramientas comunes como azadones, rastrillos, machetes y recolectores de basura.

**6.9.3. Selección de los sustratos.** Se utilizaron tres diferentes sustratos para el experimento, los siguientes materiales son: tierra, broza y arena, estos materiales fueron extraídos de la misma área de estudio, ya que son materiales locales disponibles cualquier época del año. Los materiales fueron seleccionados para estar libres de todo tipo de malezas y materiales ajenos para no alterar o mejorar los resultados.

**6.9.4. Desinfección de los sustratos.** La desinfección consistió en aplicar TCMTB (2-tiociano metiltio) benzotiazol, para el control de hongos y bacterias, a razón de 5 cc por litro de agua.

**6.9.5. Llenado de las bolsas de polietileno.** Preparado el sustrato, se llenaron las bolsas de 15 cm de diámetro y 19 cm de altura hasta cubrir las dos terceras partes, el resto se llenó en el momento en que se colocó la estaca. Las bolsas llenas se ordenaron según el tipo de sustrato y enraizador que se aplicó.

**6.9.6. Elaboración de las parcelas o unidades experimentales.** Se realizaron 48 unidades experimentales con dimensiones de 0.60 m de largo por 0.45 m de ancho, con doce unidades cada repetición, las calles de 1.00 m entre repetición, las bolsas de polietileno evitan que el sustrato pueda deslizarse.

**6.9.7. Selección de estacas.** Las estacas fueron seleccionadas de la parte media de las plantas en buenas condiciones sanitarias y sin presencia de brotes, floración y fructificación, las estacas fueron de una longitud de 25 a 30 cm, con un grosor de 5 a 7 cm.

**6.9.8. Corte y desinfección de las estacas.** El corte de las estacas se realizó con un machete bien afilado y limpio, previamente desinfectado antes de cada corte con alcohol al 90%, para evitar daños a la planta madre y a las estacas que fueron utilizados.

**6.9.9. Aplicación de enraizadores.** Previo a aplicar el enraizador se realizó el corte longitudinal en la base de la estaca con la finalidad de tener más área de contacto y mejor efecto; posterior a eso se desinfectaron las estacas. Cada enraizador posee características técnicas indicadas por la casa comercial que lo distribuye, por lo que se realizó las aplicaciones según las instrucciones.

**6.9.10. Siembra de estacas.** La siembra de las estacas se realizó de forma individual en cada una de las bolsas de polietileno previamente llenas. Al momento de la siembra, las estacas fueron sumergidas en los enraizadores por diez minutos y luego sembradas a una profundidad de 10 centímetros.

**6.9.11. Riego.** El suministro de agua fue fundamental para el desarrollo del experimento, se realizó de forma diferenciada en cada sustrato, tomando en cuenta que algunos de los sustratos que fueron utilizados tienen baja capacidad de retención de agua, tal como la arena, además se realizó dependiendo de las condiciones climáticas y de forma manual por aspersion, la aplicación de riego fue mínima ya que la planta es un cactus.

**6.9.12. Toma de datos y análisis de la información.** Se realizó a los 120 días después de la siembra. Se evaluó porcentaje de estacas enraizadas, número de brotes, longitud de brotes, longitud de raíces y peso de raíces.



## **6.10. Variables de respuesta**

### **6.10.1. Crecimiento vegetativo**

**a. Porcentaje de estacas enraizadas.** Se refiere a las estacas que generaron raíces en cada uno de los sustratos. Se contabilizó la cantidad de estacas enraizadas en cada tratamiento y se presentó el resultado en porcentaje al final del experimento (120 días).

**b. Número de brotes.** Se refiere a la cantidad de brotes nuevos en las estacas. Se contabilizó el número de brotes en cada estaca al final del experimento (120 días).

**c. Longitud de brotes.** Se utilizó una regla milimétrica para medir la longitud de los brotes, la lectura fue tomada al final del experimento (120 días).

### **6.10.2. Crecimiento radicular**

**a. Longitud de raíces.** Se utilizó una regla milimétrica para medir la longitud de las raíces de las estacas enraizadas al final del experimento (120 días).

**b. Peso de raíces.** Se utilizó una balanza analítica para tomar el peso de las raíces en gramos; peso tomado en fresco al final del experimento (120 días) y en seco un día después, secándola en un ambiente con las mismas condiciones donde no afecto ni altero ningún tratamiento.

## **6.11. Análisis de la información**

**6.11.1. Análisis estadístico.** La información obtenida en el experimento se evaluó mediante el análisis de varianza (ANDEVA) específicamente para el diseño experimental completamente al azar con arreglo combinatorio de tratamientos, para lo cual se empleó como herramienta de análisis de datos el programa InfoStat. Para factores que manifestaron diferencias estadísticas significativas, se les aplicó la prueba de medias Tukey al 5% (Sitún, 2007).

**6.11.2. Análisis económico.** El análisis económico se realizó para conocer la utilidad y rentabilidad de cada uno de los tratamientos; para ello se determinaron los egresos tomando en cuenta los insumos, materiales y equipos que participaron en el proceso de producción,

clasificados en costos directos e indirectos. Se restaron los egresos al total de ingresos brutos obtenidos de la producción para conocer la utilidad de cada tratamiento. Seguidamente, se determinó la rentabilidad de cada tratamiento por medio de la fórmula que se presenta a continuación, en donde TI, total de ingresos, TE es el total de egresos (Sánchez, 2016).

$$Rentabilidad\ en\ \% = \left( \left( \frac{TI}{TE} \right) - 1 \right) \times 100$$

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación se clasificaron las variables como; crecimiento vegetativo y crecimiento radicular, donde se utilizó como factor A tres sustratos, tierra negra (TN), broza (B), arena (A); factor B tres enraizadores, ácido giberélico (AG), ácido indolbutírico (AIB), Citoquinina (C) y el testigo sin enraizador (SE).

### 7.1 Variables crecimiento vegetativo

**7.1.1. Porcentaje de estacas enrizadas.** Los datos obtenidos en campo permitieron el análisis de las medias de ambos factores (A y B) donde se contabilizó cada una de las estacas que enraizaron en cada tratamiento, presentadas en porcentaje.

Tabla 2.

*Medias por factor A y B, para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

FACTOR A	FACTOR B				TOTAL	MEDIA
	AG	AIB	C	SE		
TN	37.50	75.00	72.92	68.75	254.17	63.54
B	72.92	89.58	85.42	75.00	322.92	80.73
A	29.17	77.08	52.08	62.50	220.83	55.21
<b>TOTAL</b>	139.59	241.66	210.42	206.25		
<b>MEDIA</b>	46.53	80.55	70.14	68.75		

Los valores presentados en la tabla dos están expresados en porcentaje, obtenidos de la contabilización de las estacas de cada uno de los tratamientos, donde se observa que las medias más altas corresponden a los tratamientos broza + ácido indolbutírico (89.58%), seguido del tratamiento broza + citoquinina (85.42%), se observa que el tratamiento arena + ácido giberélico (29.17%) presenta la media con valor más bajo, cabe mencionar que el tratamiento broza + sin enraizador presento valor aceptable (75.00%). Con el fin de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, se realizó el análisis de varianza para la variable porcentaje de estacas enraizadas.

Tabla 3.

*Análisis de varianza para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>	<b>Nivel de significancia</b>
A	5419.71	2	2709.86	26.88	0.0001	**
B	7376.60	3	2458.87	24.39	0.0001	**
Interacción AxB	1976.39	6	329.4	3.27	0.0114	*
Error	3628.69	36	100.80			
Total	18401.39	47				
CV	15.10%					

CV = coeficiente de variación, \*= significativo, \*\*= altamente significativo, NS= No significativo.

De acuerdo con el análisis de varianza que se muestra en la tabla tres, se determinó que existe diferencia estadísticamente altamente significativa en los factores A, B y diferencia estadísticamente significativa en la interacción AxB de los tratamientos, procediendo a realizar la prueba múltiple de media de Tukey a un nivel de confianza del 95% de confiabilidad.

Tabla 4.

*Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR A</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTACAS ENRAIZADAS</b>	<b>TUKEY 0.05</b>
Broza	80.73	A
Tierra negra	63.54	B
Arena	55.21	B
Tukey (8.67)		

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado la tabla cuatro, se determinó que el sustrato broza obtuvo el mejor porcentaje de prendimiento de 80.73%, pertenece al grupo A, siendo estadísticamente diferente a los demás sustratos, el sustrato tierra negra y arena son estadísticamente iguales, pertenecen al grupo B.

Tabla 5.

*Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR B</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTACAS ENRAIZADAS</b>	<b>TUKEY 0.05</b>
Ácido indolbutírico	80.56	A
Citoquinina	70.14	A B
Sin enraizador	68.75	B
Giberelina	46.53	C
Tukey (1.324)		

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado en la tabla cinco, se determinó que el ácido indolbutírico presento el mejor resultado, por lo tanto es el mejor enraizador para enraizar estacas de pitahaya con un promedio de 80.56% perteneciendo al grupo A siendo estadísticamente diferente a los demás enraizadores.

Tabla 6.

*Prueba múltiple de medias de la interacción AxB, para la variable porcentaje de estacas enraizadas, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>INTERACCIÓN AxB</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTACAS ENRAIZADAS</b>	<b>TUKEY 0.05</b>
T6	89.58	A
T7	85.42	A B
T10	77.08	A B
T8	75.00	A B C
T2	75.00	A B C
T3	72.92	A B C
T5	72.92	A B C
T4	68.75	A B C
T12	62.50	B C
T11	52.08	C D
T1	37.50	D
T9	29.17	D
Tukey (24.78)		

De acuerdo a la prueba múltiple de medias de Tukey presentado en la tabla seis, se determinó que el tratamiento seis (broza + ácido indolbutírico) presento mejores resultados en el enraizamiento de las estacas de pitahaya con un promedio de 89.58% de prendimiento, perteneciendo al grupo A siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos, el tratamiento uno (tierra + giberelina) presento un promedio de 37.50% prendimiento, el tratamiento nueve (arena + giberelina) presento el promedio más bajo con un valor de 29.17% de prendimiento y pertenecientes al grupo D.

**7.1.2. Número de brotes.** Los datos fueron obtenidos al finalizar la investigación, contabilizando el número de brotes de las estacas que generaron raíz en cada uno de los tratamientos, presentado el promedio en la tabla siguiente.

Tabla 7.

*Medias por factor A y B, para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR B</b>						
<b>FACTOR A</b>	<b>G</b>	<b>AI</b>	<b>C</b>	<b>SE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
TN	6.00	12.50	14.50	13.00	46.00	11.50
B	16.25	17.25	22.50	14.75	70.75	17.69
A	4.00	12.25	7.75	8.75	32.75	8.19
<b>TOTAL</b>	26.25	42.00	44.75	36.50		
<b>MEDIA</b>	8.75	14.00	14.92	12.17		

Los valores presentados en la tabla siete expresan la media de cada uno de los tratamientos en cuanto a número de brotes de las estacas de pitahaya, donde se observa que las medias más altas corresponden a los factores broza + citoquinina (22.50 unidades), seguido del tratamiento broza + ácido indolbutírico (17.25 unidades), se observa que el tratamiento arena + ácido giberélico (4 unidades) presenta la media con valor más bajo. Con el fin de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, se realizó el análisis de varianza para la variable número de brotes en estacas de pitahaya.

Tabla 8.

*Análisis de varianza para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>	<b>Nivel de significancia</b>
A	702.88	2	351.44	47.30	0.0001	**
B	270.42	3	90.14	12.13	0.0001	**
Interacción AxB	200.46	6	33.41	4.50	0.0017	**
Error	267.50	36	7.43			
Total	1441.25	47				
CV	22.03%					

CV = coeficiente de variación, \*= significativo, \*\*= altamente significativo, NS= No significativo.

De acuerdo con el análisis de varianza que se muestra en la tabla ocho, se determinó que existe diferencia estadísticamente altamente significativa en los factores A, B e interacción AxB de los tratamientos, procediendo a realizar la prueba múltiple de media de Tukey a un nivel de confianza del 95% de confiabilidad.

Tabla 9.

*Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR A</b>	<b>NÚMERO DE BROTES</b>	<b>TUKEY 0.05</b>
Broza	17.44	A
Tierra negra	11.50	B
Arena	8.19	C
Tukey (2.35)		

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado en la tabla nueve, se determinó que los tres sustratos son estadísticamente diferentes en cuanto al número de brotes, el sustrato broza presenta mejores resultados con un promedio de 17.44 unidades, por lo tanto es el mejor sustrato y se encuentra en la clasificación A, la tierra negra en clasificación B con un promedio de 11.50 unidades y la arena en clasificación C con un promedio de 8.19 unidades.

Tabla 10.

*Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR B</b>	<b>NÚMERO DE BROTES</b>	<b>TUKEY 0.05</b>	
Citoquinina	14.920	A	
Ácido indolbutírico	14	A	B
Sin enraizador	11.83	B	
Giberelina	8.75	C	
Tukey (2.98)			

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado en la tabla diez, se determinó que la citoquinina presento el mejor resultado con un promedio de 14.92 unidades, por lo tanto es el mejor enraizador para generación de brotes en estacas de pitahaya, perteneciendo al grupo A siendo estadísticamente diferente a los demás enraizadores.

Tabla 11.

*Prueba múltiple de medias de la interacción AxB, para la variable número de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>INTERACCIÓN AxB</b>	<b>NÚMERO DE BROTES</b>	<b>TUKEY 0.05</b>			
T7	22.50	A			
T6	17.25	A	B		
T5	16.25	A	B		
T3	14.50	B		C	
T8	13.75	B	C	D	
T4	13.00	B	C	D	
T2	12.50	B	C	D	E
T10	12.25	B	C	D	E
T12	8.75	C		D	E F
T11	7.75	D			E F
T1	6.00	E			F
T9	4.00	F			
Tukey (6.73)					



De acuerdo a la prueba múltiple de medias de Tukey presentado en la tabla once, se determinó que el tratamiento siete (broza + citoquinina) presento mejores resultados en el enraizamiento de las estacas de pitahaya con un promedio de 22.50 unidades, perteneciendo al grupo A siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos, el tratamiento nueve (arena + giberelina) presento el promedio más bajo con un valor de 4.00 unidades, perteneciendo al grupo F.

**7.1.3. Longitud de brotes.** Los datos fueron obtenidos mediante la medición de cada uno de los brotes en cada tratamiento, se utilizó una regla milimetrada posteriormente se convirtió a la unidad de medida en metros, los promedios se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 12.

*Medias por factor A y B, longitud de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

FACTOR A	FACTOR B					TOTAL	MEDIA
	G	AI	C	SE			
TN	0.14	0.17	0.16	0.16	0.63	0.16	
B	0.23	0.22	0.21	0.18	0.84	0.21	
A	0.12	0.15	0.17	0.16	0.60	0.15	
<b>TOTAL</b>	0.49	0.54	0.54	0.50			
<b>MEDIA</b>	0.16	0.18	0.18	0.17			

Los valores presentados en la tabla doce expresan la media de cada uno de los tratamientos en cuanto a la longitud de brotes de las estacas de pitahaya, donde se observa que las medias más altas corresponden a los factores broza + giberelina (0.23 m), seguido del tratamiento broza + ácido indolbutírico (0.22 m), se observa que el tratamiento arena + ácido giberélico (0.12 m) presenta la media con valor más bajo. Con el fin de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, se realizó el análisis de varianza para la variable longitud de brotes en estacas de pitahaya.

Tabla 13.

*Análisis de varianza para la variable longitud de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>	<b>Nivel de significancia</b>
A	0.036	2	0.018	19.087	0.0001	**
B	0.003	3	0.001	1.224	0.3152	NS
Interacción AxB	0.011	6	0.002	1.981	0.0941	NS
Error	0.034	36	0.001			
Total	0.084	47				
CV	17.879%					

CV = coeficiente de variación, \*= significativo, \*\*= altamente significativo, NS= No significativo.

De acuerdo con el análisis de varianza que se muestra en la tabla trece, se determinó que existe diferencia estadísticamente altamente significativa en el factor A, en el factor B e interacción AxB de los tratamientos no existe diferencia estadísticamente significativa, procediendo a realizar la prueba múltiple de media de Tukey a un nivel de confianza del 95% de confiabilidad, únicamente en el factor A para determinar el mejor sustrato para la longitud de brotes en la propagación de estacas de pitahaya.

Tabla 14.

*Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable longitud de brotes, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR A</b>	<b>LONGITUD DE BROTES (m)</b>	<b>TUKEY 0.05</b>
Broza	0.209	A
Tierra negra	0.158	B
Arena	0.147	B
Tukey (0.026)		

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado en la tabla catorce, se determinó que el sustrato broza presenta mejores resultados con un promedio de 0.209 m, por lo tanto es el mejor sustrato y se encuentra en la clasificación A estadísticamente diferente a los demás sustratos, la tierra negra con un promedio de 0.158 m y la arena con un promedio de 0.147 m, ambos sustratos son estadísticamente iguales, se encuentran en la clasificación B.

## 7.2. Crecimiento radicular

**7.2.1. Longitud de raíces.** Para poder realizar la toma de datos para la longitud de raíces fue necesario sacar las estacas de las bolsas de polietileno y limpiar las raíces, posteriormente los datos fueron obtenidos mediante la medición de cada una de las raíces de las estacas en cada tratamiento, se utilizó una regla milimetrada posteriormente se convirtió a la unidad de medida en metros, los promedios se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 15.

*Medias por factor A y B, para la variable longitud de raíces, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

FACTOR A	FACTOR B					TOTAL	MEDIA
	G	AI	C	SE			
TN	0.15	0.17	0.15	0.21	0.68	0.17	
B	0.15	0.15	0.14	0.18	0.62	0.16	
A	0.09	0.15	0.14	0.17	0.55	0.14	
<b>TOTAL</b>	0.39	0.47	0.43	0.56			
<b>MEDIA</b>	0.13	0.16	0.14	0.19			

Los valores presentados en la tabla quince expresan la media de cada uno de los tratamientos en cuanto a la longitud de raíces de las estacas de pitahaya, donde se observa que las medias más altas corresponden a los factores tierra negra + testigo sin enraizador (0.21 m), seguido del tratamiento arena + testigo sin enraizador (0.17 m), se observa que el tratamiento arena + ácido giberélico (0.09 m) presenta la media con valor más bajo. Con el fin de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, se realizó el análisis de varianza para la variable longitud de raíces en estacas de pitahaya.

Tabla 16.

*Análisis de varianza para la variable longitud de raíces, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor	Nivel de significancia
A	0.009	2	0.005	4.07	0.0255	*
B	0.022	3	0.007	6.375	0.0014	**
Interacción AxB	0.006	6	0.001	0.876	0.5221	NS

Error	0.042	36	0.001
Total	0.080	47	
<hr/>			
CV	22.532%		

CV = coeficiente de variación, \*= significativo, \*\*= altamente significativo, NS= No significativo.

De acuerdo con el análisis de varianza que se muestra en la tabla dieciséis, se determinó que existe diferencia estadística significativa en el factor A, en el factor B diferencia estadística altamente significativa y en la interacción AxB de los tratamientos no existe diferencia estadística significativa, procediendo a realizar la prueba múltiple de media de Tukey a un nivel de confianza del 95% de confiabilidad, únicamente en el factor A y B para determinar el mejor sustrato y enraizador para la longitud de raíces en la propagación de estacas de pitahaya.

Tabla 17.

*Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable longitud de raíces, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR A</b>	<b>LONGITUD DE RAÍZ (m)</b>	<b>TUKEY 0.05</b>	
Tierra negra	0.168	A	
Broza	0.153	A	B
Arena	0.134		B
<hr/>			
Tukey (0.029)			

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado en la tabla diecisiete, se determinó que el sustrato tierra negra presento un promedio de 0.168 m de longitud, se encuentra en la clasificación A estadísticamente diferente a los demás sustratos, la broza con un promedio de 0.153 m de longitud, se encuentra en la clasificación AB y la arena con un promedio de 0.134 m de longitud, se encuentran en la clasificación B.

Tabla 18.

*Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable longitud de raíces, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR B</b>	<b>LONGITUD DE RAIZ (m)</b>	<b>TUKEY 0.05</b>
Sin enraizador	0.185	A

Ácido indolbutírico	0.153	A	B
Citoquinina	0.141		B
Giberelina	0.127		B
Tukey (0.037)			

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado en la tabla dieciocho, se determinó que el testigo (sin enraizador) presento la longitud de raíces con un promedio de 0.185 m, perteneciendo al grupo A siendo estadísticamente diferente a los demás enraizadores, seguido del ácido indolbutírico con una longitud de raíces con un promedio de 0.153 m, perteneciendo al grupo AB, la citoquinina con un promedio de 0.141 m y por último la giberelina con un promedio de 0.127 m, ambos pertenecen al grupo B.

**7.2.2. Peso de raíces en fresco.** Se utilizó una balanza analítica para tomar el peso de las raíces en gramos; peso tomado en fresco el mismo día de finalización del experimento, limpiando las raíces para eliminar restos de los sustratos para no alterar o favorecer cualquiera de los tratamientos, los promedios se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 19.

*Medias por factor A y B, para la variable peso de raíz en fresco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

FACTOR A	FACTOR B				TOTAL	MEDIA
	G	AI	C	SE		
TN	2.63	3.27	2.16	2.22	10.28	2.57
B	2.24	3.96	3.10	2.51	11.81	2.95
A	2.29	4.87	3.18	2.82	13.16	3.29
<b>TOTAL</b>	7.16	12.10	8.44	7.55		
<b>MEDIA</b>	2.39	4.03	2.81	2.52		

Los valores presentados en la tabla diecinueve expresan la media de cada uno de los tratamientos en cuanto al peso de raíces en fresco de las estacas de pitahaya, donde se observa que las medias más altas corresponden a los factores arena + ácido indolbutírico (4.87 g), seguido del tratamiento broza + ácido indolbutírico (3.96 g), se observa que el tratamiento tierra

negra + citoquinina (2.16 g) presenta la media con valor más bajo. Con el fin de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, se realizó el análisis de varianza para la variable peso de raíces en fresco en estacas de pitahaya.

Tabla 20.

*Análisis de varianza para la variable peso de raíces en fresco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>	<b>Nivel de significancia</b>
A	4.19	2	2.09	2.25	0.1200	NS
B	20.37	3	6.79	7.30	0.0006	**
Interacción AxB	4.65	6	0.77	0.83	0.5528	NS
Error	33.50	36	0.93			
Total	62.60	47				
CV	32.86%					

CV = coeficiente de variación, \*= significativo, \*\*= altamente significativo, NS= No significativo.

De acuerdo con el análisis de varianza que se muestra en la tabla veinte, se determinó que existe diferencia estadística altamente significativa en el factor B, en el factor A y en la interacción AxB de los tratamientos no existe diferencia estadística significativa, procediendo a realizar la prueba múltiple de media de Tukey a un nivel de confianza del 95%, únicamente en el factor B para determinar el mejor enraizador para la variable peso de raíces en fresco en la propagación de estacas de pitahaya.

Tabla 21.

*Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable peso de raíces en fresco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR B</b>	<b>PESO RAÍZ FRESCO (g)</b>	<b>TUKEY 0.05</b>
Ácido indolbutírico	4.03	A
Citoquinina	2.81	B
Sin enraizador	2.51	B
Giberelina	2.39	B
Tukey (1.06)		

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado en la tabla veintiuno, se determinó que el ácido indolbutírico presentó el valor más alto con un promedio de 4.03 g, perteneciendo al grupo A siendo estadísticamente diferente a los demás, siendo el mejor enraizador para generar raíces en las estacas de pitahaya; la citoquinina (2.81 g), el testigo (2.51 g) y el ácido giberélico (2.39 g) son estadísticamente iguales, perteneciendo al grupo B.

**7.2.3. Peso de raíz en seco.** Las raíces pesadas en fresco se secaron en un ambiente con las mismas condiciones para no alterar o favorecer cualquiera de los tratamientos, posteriormente se procedió a pesar las mismas raíces para obtener los datos y promedios que se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 22.

*Medias por factor A y B, para la variable peso de raíz en seco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

FACTOR A	FACTOR B					TOTAL	MEDIA
	G	AI	C	SE			
TN	2.24	2.65	1.69	1.38		7.96	1.99
B	2.60	2.70	2.50	1.98		9.78	2.45
A	2.40	4.13	2.61	2.23		11.37	2.84
<b>TOTAL</b>	7.24	9.48	6.80	5.59			
<b>MEDIA</b>	2.41	3.16	2.27	1.86			

Los valores presentados en la tabla veintidós expresan la media de cada uno de los tratamientos en cuanto al peso de raíces en seco de las estacas de pitahaya, donde se observa que la media más alta corresponde a los factores arena + ácido indolbutírico (4.13 g), seguido del tratamiento broza + ácido indolbutírico (2.70 g), se observa que el tratamiento tierra negra + testigo sin enraizador (1.38 g) presenta la media con valor más bajo. Con el fin de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, se realizó el análisis de varianza para la variable peso de raíces en seco en estacas de pitahaya.

Tabla 23.

*Análisis de varianza para la variable peso de raíces en seco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>	<b>Nivel de significancia</b>
A	4.75	2	2.37	3.25	0.0503	*
B	10.73	3	3.58	4.90	0.0059	*
Interacción AxB	5.06	6	0.84	1.16	0.3512	NS
Error	26.28	36	0.73			
Total	46.82	47				
CV	35.68%					

CV = coeficiente de variación, \*= significativo, \*\*= altamente significativo, NS= No significativo.

De acuerdo con el análisis de varianza que se muestra en la tabla veintitrés, se determinó que existe diferencia estadística significativa en el factor A y B, en la interacción AxB de los tratamientos no existe diferencia estadística significativa, procediendo a realizar la prueba múltiple de media de Tukey a un nivel de confianza del 95%, únicamente en el factor A y B para determinar el mejor sustrato y enraizador para la variable peso de raíces en seco en la propagación de estacas de pitahaya.

Tabla 24.

*Prueba múltiple de medias del factor A, para la variable peso de raíces en seco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR A</b>	<b>PESO RAÍZ SECO (g)</b>	<b>TUKEY 0.05</b>
Arena	2.75	A
Broza	2.44	A B
Tierra negra	1.99	B
Tukey (0.74)		

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado en la tabla veinticuatro, se determinó que el sustrato arena presento los mejores resultados con un promedio de 2.75 g, se encuentra en la clasificación A estadísticamente diferente a los demás sustratos, la broza con un promedio de 2.44 g, se encuentra en la clasificación AB y la arena con el valor más bajo con un promedio de 1.99 g, se encuentran en la clasificación B.



Tabla 25.

*Prueba múltiple de medias del factor B, para la variable peso de raíces en seco, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>FACTOR B</b>	<b>PESO RAÍZ SECO (g)</b>	<b>TUKEY 0.05</b>	
Ácido indolbutírico	3.16	A	
Giberelina	2.29	A	B
Citoquinina	2.27	A	B
Sin enraizador	1.86	B	
Tukey (0.94)			

De acuerdo con la prueba múltiple de media de Tukey presentado en la tabla veinticinco, se determinó que el ácido indolbutírico presentó el valor más alto con un promedio de 3.16 g, perteneciendo al grupo A siendo estadísticamente diferente a los demás, por lo tanto es el mejor enraizador para generar raíces en las estacas de pitahaya; la giberelina con un promedio de 2.29 g y la citoquinina con un promedio de 2.27 g, son estadísticamente iguales, pertenecen al grupo AB; el testigo sin enraizador presento el promedio más bajo (1.86 g), perteneciendo al grupo B.

### 7.3 Análisis económico.

Se detallan los datos de utilidad y rentabilidad que se obtuvieron para cada tratamiento evaluado, donde se tomaron en cuenta todas las actividades económicas realizadas durante todo el proceso de la investigación partiendo desde el establecimiento hasta la fase final de aprovechamiento de las plantas de pitahaya.

Tabla 26.

*Rentabilidad económica de los tratamientos evaluados, evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ingresos (Q/Ha)</b>	<b>Egresos (Q/Ha)</b>	<b>Utilidad (Q/Ha)</b>	<b>Rentabilidad (%/Ha)</b>
T1	TN+AG	Q35,160.00	Q41,401.20	-Q6,241.20	-15.07
T2	TN+AIB	Q70,312.00	Q41,937.60	Q28,374.40	67.66
T3	TN+C	Q68,360.00	Q42,481.92	Q25,878.08	60.92
T4	TN+SE	Q64,456.00	Q41,257.20	Q23,198.80	56.23

T5	B+AG	Q68,360.00	Q46,201.20	Q22,158.80	47.96
T6	B+AIB	Q83,984.00	Q46,737.60	Q37,246.40	79.69
T7	B+C	Q80,080.00	Q47,281.92	Q32,798.08	69.37
T8	B+SE	Q70,312.00	Q46,057.20	Q24,254.80	52.66
T9	A+AG	Q27,344.00	Q43,801.20	-Q16,457.20	-37.57
T10	A+AIB	Q72,264.00	Q44,337.60	Q27,926.40	62.99
T11	A+C	Q48,832.00	Q44,881.92	Q3,950.08	8.80
T12	A+SE	Q58,592.00	Q43,657.20	Q14,934.80	34.21

En la tabla veintiséis, se observa la rentabilidad de cada uno de los tratamientos, el tratamiento seis (broza + ácido indolbutírico) presenta una utilidad y rentabilidad mayor a los otros tratamientos, con una rentabilidad de 79.69%, seguido del tratamiento siete (broza + citoquinina) con una rentabilidad de 69.37%, el tratamiento nueve (arena + ácido giberélico) y el tratamiento uno (tierra negra + ácido giberélico) presentaron valores negativos; es importante mencionar que el tratamiento cuatro (tierra negra + sin enraizador) con un valor de 56.23% y el tratamiento ocho (broza + sin enraizador) con un valor de 52.66%.

## 8. CONCLUSIONES

- Se aceptan las hipótesis alternativas ya que en todos los análisis de varianza se observó diferencia estadística en uno de los factores A, B e interacción AxB de los tratamientos, sobre las variables crecimiento vegetativo y radicular en las estacas de pitahaya.
- El sustrato broza del factor A, presento los mejores resultados en las variables medidas en la investigación, mayor crecimiento vegetativo (porcentaje de estacas enraizadas, número de brotes, longitud de brotes) y crecimiento radicular (longitud de raíces, peso de raíces en fresco, peso de raíces en seco), en estacas de pitahaya.
- El enraizador ácido indolbutírico del factor B, presento los mejores resultados en las variables medidas en la investigación, mayor crecimiento vegetativo (porcentaje de estacas enraizadas, número de brotes, longitud de brotes) y crecimiento radicular (longitud de raíces, peso de raíces en fresco, peso de raíces en seco), en estacas de pitahaya.
- En las interacciones AxB, únicamente en las variables porcentaje de estacas enraizadas y número de brotes se observó diferencia estadística, donde se obtuvo que el tratamiento seis (broza + ácido indolbutírico), fue el mejor tratamiento para la propagación vegetativa de estacas de pitahaya.
- El tratamiento seis (broza + ácido indolbutírico) presentó una utilidad y rentabilidad mayor a los otros tratamientos, con una rentabilidad de 79.69%, siendo el mejor tratamiento para la propagación vegetativa de pitahaya.
- El tratamiento cuatro (tierra negra + sin enraizador) presento una utilidad y rentabilidad de 56.23% y el tratamiento ocho (broza + sin enraizador) presento una utilidad y rentabilidad de 52.66%.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Adoptar el uso del sustrato broza + ácido indolbutírico para la propagación vegetativa de la pitahaya ya que este tratamiento presento mejores efectos y mayor rentabilidad.
- Utilizar como segunda opción el sustrato broza + citoquinina ya que fue el tratamiento que presento rentabilidad adecuada.
- Los productores pueden utilizar el sustrato broza, así como el sustrato tierra negra como una opción cuando se les dificulte contar con enraizadores siempre y cuando se realice el proceso en el presente estudio.
- Realizar investigaciones en otras 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.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, G. (2015). *Evaluación de tres enraizantes y dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de pitahaya amarilla (Cereus triangularis haw), en Yantzaza*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Ecuador.
- Alas, J. (2013). *Evaluación de cuatro métodos de propagación asexual del árbol de mazapán; Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla*. Tesis de grado, Ingeniero Agronomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Escuintla, Guatemala.
- Calix, D. (2005). *La nueva especie Hylocereus undatus (Cactaceae) desde el sureste de México*. Haseltonia, Mexico.
- Casas, A. (2002). *Uso y manejo de cactáceas columnares mesoamericanas*. Instituto de ecología, UNAM, Campus Morelia, Mexico.
- Castillo, R. (2006). Aprovechamiento de la pitahaya: bondades y problemática. *Caos Conciencia* 1, 13-18.
- Cerqueda, H. (2010). *Propagación sexual y asexual de la pitahaya (Hylocereus spp)*. Tesis de grado, Maestro en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional, Protección y Producción Vegetal, Oaxaca, México.
- Crane, J., & Balerdi, C. (2015). *La pitahaya Hylocereus undatus y otras especies*. Tesis de grado, Ingeniero Agronomo, Universidad de Florida, Ciencias de la agricultura, Florida.
- Diaz, G. (2016). *Evaluación de enraizadores en moringa (Moringa oleifera), con diferentes sustratos y grosores de material vegetativo; Retalhuleu*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.
- Durán, R., Tapia, J., & Hernández, H. (2013). *Hylocereus undatus. The IUCN red list of threatened species 2013*. (International Union For Conservation of Nature and Resources)
- Escamilla, G. M. (2002). *Respuesta al enraizamiento de esquejes de clavel (Dianthus Caryophyllus) a diferentes tipos y dosis de enraizadores*. Tesis de grado, Ingeniero en Horticultura, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Horticultura, México.

- García, E. (2008). *Evaluación de enraizadores para la reproducción de bugambilia (Bougainvillea spectabilis Wild), bajo tres sustratos, en el municipio de Retalhuleu*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango, Guatemala.
- Granados, R. (2012). *Evaluación de una auxina natural (global organic) en tres concentraciones y tres sustratos en el enraizamiento de esquejes de clavel (Hibiscus rosa-sinensis), en el vivero la Península de la municipalidad de Guatemala, Centro America*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Lema, L. (2010). *Evaluación de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de ramillas de café robusta (Coffea canephora) en vivero, cantón Francisco de Orellana, Provincia de Orellana*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Ecuador.
- Lucero, D. E. (2013). *Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta Coffea canephora*. Tesis de grado, Ingeniero Agronomo, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, Ecuador.
- Martínez, M. (2016). *Evaluación de enraizadores en la producción de almácigo de café*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Sede Regional de Jutiapa, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Jutiapa.
- Mazariegos, L. (2011). *Efecto de cuatro concentraciones de ácido indolbutírico y tres niveles de consistencia de estacas en la propagación asexual de papaya (Annona diversifolia saff)*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Coatepeque.
- Mejía, M. (2015). *Evaluación de cinco enraizadores y su efecto en el desarrollo y producción de caña de azúcar (Saccharum spp), diagnóstico y servicios realizados en área de campo ingenio magdalena, administración Taxisco, Santa Rosa, Guatemala C.A*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
- Meráz, M., Gómez, M., & Schwentesius, R. (2003). Pitayas y Pitahayas. En *Pitahaya de México, producción y comercialización en el contexto internacional* (págs. 1-26). Mexico.

- Montesinos, M., Rodríguez, L., Ortíz, R., Fonseca, M., Ruíz, G., & Guevara, F. (2015). En *Pitahaya (Hylocereus spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano*. (Vol. XXXVI, págs. 67-76). México.
- Orrico, G. (2013). *Respuesta de la pitahaya amarilla (Cereus triangularis L.) a la aplicación complementaria de dos fertilizantes en tres dosis*. Puerto Quito, Pichincha. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Puerto de Quito, Ecuador.
- Patrón, J., & Pineda, J. (30 de Julio de 2010). *Sustratos organicos: Elaboración, manejo y principales usos*. Texcoco, México.
- Ramírez, M. (2007). *Miografía del cultivo de pitahaya*. Mexico, Puebla: Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla .
- Rojas, S., García, J., & Alarcón, M. (Marzo de 2004). *Propagación asexual de plantas*. (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuar, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, & Programa Nacional de Transferencia de Tecnología A, Recopiladores) Bogota, Colombia.
- Ruesga, I., Peña, E., Exposito, I., & Gardon, D. (2005). *Libro de Experimentación Agrícola*. El vedado, La Habana, Cuba: Centro Universitario Vladimir I. Lenin Las Tunas.
- Sabinos, J. (2010). *Relación de las prácticas de manejo con la floración de la pitahaya (Hylocereus undatus)*. Tesis de grado, Maestro en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional, Protección y Producción Vegetal, Oaxaca, México.
- Sánchez, C. (2016). *Efecto de ácidos húmicos, en el rendimiento y calidad de tubérculo de tres variedades de papa en Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.
- Segeplan. (2010). *Plan de desarrollo Jacaltenango, Huehuetenango*. Jacaltenango, Huehuetenango, Guatemala. Recuperado el 20 de Septiembre de 2017
- Sitún, M. (2007). *Investigación Agrícola* (Tercera ed.). Barcenás, Villa Nueva, Guatemala: ENCA, Escuela Nacional Central de Agricultura.
- Torres, E. (2015). *Propagación asexual de pitahaya (Hylocereus undatus) mediante estacas empleando enraizadores ANA y AIB en el cantón Puerto Quito*. Tesis de grado, Ingeniero

Agropecuaria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniería Agropecuaria, Quevedo, Ecuador.

Veracruzana, F. (2014). En *Conservación de la pitahaya (Hylocereus undatus Haw) en el estado de Campeche, Mexico*. (Vol. XVI, págs. 9-16). México.

Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (Quinta edición ed., Vol. 650 páginas). México.





## 12. ANEXOS

Anexo A

*Costo de producción del tratamiento uno, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q41,401.20</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q32,001.00</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q16,516.00</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q120.00</b>
Ácido giberélico	Gramos	5	Q24.00	Q120.00
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q4,000.00</b>
Tierra negra	M <sup>3</sup>	40	Q100.00	Q4,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q9,400.20</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q6,400.20</b>
20 % de los costos directos				Q6,400.20
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q35,160.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>				<b>Q35,160.00</b>
Utilidad neta				<b>-Q6,241.20</b>
Rentabilidad %				-15.07

Anexo B

*Costo de producción del tratamiento dos, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q41,937.60</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q32,448.00</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q16,963.00</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q567.00</b>
Ácido Indolbutírico	Gramos	113.4	Q5.00	Q567.00
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q4,000.00</b>
Tierra negra	M <sup>3</sup>	40	Q100.00	Q4,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q9,489.60</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q6,489.60</b>
20 % de los costos directos				Q6,489.60
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q70,312.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>	Unidad	8,789	Q8.00	<b>Q70,312.00</b>
Utilidad neta				<b>Q28,374.40</b>
Rentabilidad %				67.66

## Anexo C

*Costo de producción del tratamiento tres, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q42,481.92</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q32,901.60</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q17,416.60</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q1,020.60</b>
Citoquinina	Gramos	340.2	Q3.00	Q1,020.60
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q4,000.00</b>
Tierra negra	M <sup>3</sup>	40	Q100.00	Q4,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q9,580.32</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q6,580.32</b>
20 % de los costos directos				Q6,580.32
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q68,360.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>	Unidad	8,545	Q8.00	<b>Q68,360.00</b>
Utilidad neta				<b>Q25,878.08</b>
Rentabilidad %				60.92

## Anexo D

*Costo de producción del tratamiento cuatro, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q41,257.20</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q31,881.00</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q16,396.00</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q0.00</b>
Sin enraizador				Q0.00
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q4,000.00</b>
Tierra negra	M <sup>3</sup>	40	Q100.00	Q4,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q9,376.20</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q6,376.20</b>
20 % de los costos directos				Q6,376.20
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q64,456.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>	Unidad	8,057	Q8.00	<b>Q64,456.00</b>
Utilidad neta				<b>Q23,198.80</b>
Rentabilidad %				56.23

Anexo E

*Costo de producción del tratamiento cinco, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q46,201.20</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q36,001.00</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q20,516.00</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q120.00</b>
Ácido giberélico	Gramos	5	Q24.00	Q120.00
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q8,000.00</b>
Broza	M <sup>3</sup>	40	Q200.00	Q8,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q10,200.20</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q7,200.20</b>
20 % de los costos directos				Q7,200.20
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q68,360.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>	Unidad	8,545	Q8.00	<b>Q68,360.00</b>
Utilidad neta				<b>Q22,158.80</b>
Rentabilidad %				47.96

## Anexo F

*Costo de producción del tratamiento seis, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q46,737.60</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q36,448.00</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q20,963.00</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q567.00</b>
Ácido Indolbutírico	Gramos	113.4	Q5.00	Q567.00
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q8,000.00</b>
Broza	M <sup>3</sup>	40	Q200.00	Q8,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q10,289.60</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q7,289.60</b>
20 % de los costos directos				Q7,289.60
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q83,984.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>	Unidad	10,498	Q8.00	<b>Q83,984.00</b>
Utilidad neta				<b>Q37,246.40</b>
Rentabilidad %				79.69

Anexo G

*Costo de producción del tratamiento siete, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q47,281.92</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q36,901.60</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q21,416.60</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q1,020.60</b>
Citoquinina	Gramos	340.2	Q3.00	Q1,020.60
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q8,000.00</b>
Broza	M <sup>3</sup>	40	Q200.00	Q8,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q10,380.32</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q7,380.32</b>
20 % de los costos directos				Q7,380.32
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q80,080.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>				<b>Q80,080.00</b>
Utilidad neta				<b>Q32,798.08</b>
Rentabilidad %				69.37



Anexo H

*Costo de producción del tratamiento ocho, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>Concepto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q46,057.20</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q35,881.00</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q20,396.00</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q0.00</b>
Sin enraizador				Q0.00
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q8,000.00</b>
Broza	M <sup>3</sup>	40	Q200.00	Q8,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q10,176.20</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q7,176.20</b>
20 % de los costos directos				Q7,176.20
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q70,312.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>				<b>Q70,312.00</b>
Utilidad neta				<b>Q24,254.80</b>
Rentabilidad %				52.66

Anexo I

*Costo de producción del tratamiento nuevo, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q43,801.20</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q34,001.00</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q18,516.00</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q120.00</b>
Ácido giberélico	Gramos	5	Q24.00	Q120.00
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q6,000.00</b>
Arena	M <sup>3</sup>	40	Q150.00	Q6,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q9,800.20</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q6,800.20</b>
20 % de los costos directos				Q6,800.20
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q27,344.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>	Unidad	3,418	Q8.00	<b>Q27,344.00</b>
Utilidad neta				-
Rentabilidad %				<b>Q16,457.20</b> -37.57

## Anexo J

*Costo de producción del tratamiento diez, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q44,337.60</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q34,448.00</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q18,963.00</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q567.00</b>
Ácido Indolbutírico	Gramos	113.4	Q5.00	Q567.00
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q6,000.00</b>
Arena	M <sup>3</sup>	40	Q150.00	Q6,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q9,889.60</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q6,889.60</b>
20 % de los costos directos				Q6,889.60
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q72,264.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>	Unidad	9,033	Q8.00	<b>Q72,264.00</b>
Utilidad neta				<b>Q27,926.40</b>
Rentabilidad %				62.99

Anexo 1

*Costo de producción del tratamiento once, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q44,881.92</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q34,901.60</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q19,416.60</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q1,020.60</b>
Citoquinina	Gramos	340.2	Q3.00	Q1,020.60
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q6,000.00</b>
Arena	M <sup>3</sup>	40	Q150.00	Q6,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q9,980.32</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q6,980.32</b>
20 % de los costos directos				Q6,980.32
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q48,832.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>				<b>Q48,832.00</b>
Utilidad neta				<b>Q3,950.08</b>
Rentabilidad %				8.80

Anexo L

*Costo de producción del tratamiento doce, evaluación de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya, Jacaltenango, Huehuetenango 2019.*

<b>Concepto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q43,657.20</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q33,881.00</b>
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q18,396.00</b>
<b>a. Material vegetativo</b>				<b>Q11,719.00</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	11,719	Q1.00	Q11,719.00
<b>b. Fungicida de suelo</b>				<b>Q137.00</b>
Buzan 31.2 EC	Frasco de 1 litro	1	Q137.00	Q137.00
<b>c. Enraizador</b>				<b>Q0.00</b>
Sin enraizador				Q0.00
<b>d. Sustrato</b>				<b>Q6,000.00</b>
Arena	M <sup>3</sup>	40	Q150.00	Q6,000.00
<b>e. Bolsas de polietileno</b>				<b>Q540.00</b>
Bolsas de polietileno 15x19	Millar	12	Q45.00	Q540.00
<b>2. Mano de obra</b>				<b>Q15,485.00</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>Q2,185.00</b>
Limpia del terreno	Jornal	23	Q95.00	Q2,185.00
<b>b. Siembra</b>				<b>Q6,745.00</b>
Llenado de bolsas	Jornal	47	Q95.00	Q4,465.00
Establecimiento de la plantación	Jornal	24	Q95.00	Q2,280.00
<b>c. Manejo</b>				<b>Q6,555.00</b>
Control de malezas	Jornal	69	Q95.00	Q6,555.00
<b>B. Costos Indirectos (Fijos)</b>				<b>Q9,776.20</b>
<b>1. Arrendamiento del terreno</b>				<b>Q3,000.00</b>
Arrendamiento del terreno	Ha	1	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>4. Costos de administración</b>				<b>Q6,776.20</b>
20 % de los costos directos				Q6,776.20
<b>II INGRESOS</b>				<b>Q58,592.00</b>
<b>a. Planta de pitahaya en bolsa</b>				<b>Q58,592.00</b>
Utilidad neta				<b>Q14,934.80</b>
Rentabilidad %				34.21