

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**TRABAJO DE GRADO:**

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DE DOS PRODUCTOS ENRAIZADORES  
HAKAPHOS VIOLETA Y RAIZAL 400, EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA  
POR ACODO AÉREO EN GUAYABA (Psidium guajava L. VAR. TAIWÁN 1).”**

**REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**JOSÉ EDGAR RODRÍGUEZ GUEVARA**

**DOCENTE ASESOR:**

**ING. AGR. MARCO VINICIO CALDERÓN CASTELLANO**

**CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, AGOSTO DE 2019.**

**SAN MIGUEL**

**EL SALVADOR**

**CENTRO AMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES**

LIC. M.Sc. ROGER ARMANDO ALVARADO

**RECTOR**

DR. MANUEL DE JESUS JOYA ÁBREGO

**VICE-RECTOR ACADÉMICO**

ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS

**VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO**

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

**SECRETARIO GENERAL**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**  
**AUTORIDADES**

ING. AGR. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ  
**DECANO**

LIC. CARLOS ALEXANDER DÍAZ  
**VICE-DECANO**

LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNÁNDEZ  
**SECRETARIA GENERAL**

**JEFE DE EL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
AUTORIDADES**

ING. AGR. M.Sc. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO**

LIC. ING. AGR. M.Sc. ANA AURORA BENÍTEZ PARADA  
**COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN.**

ING. AGR. MARCO VINICIO CALDERÓN CASTELLANOS  
**DOCENTE ASESOR.**

## RESUMEN.

La guayaba taiwanesa en nuestro país representa una alternativa de producción como cultivo extensivo, el cual se adapta fácilmente a nuestras condiciones climáticas clasificadas según kóppen como trópico seco, ya que desde su introducción a nuestro país en el año de 1998, los agricultores visionarios de El Salvador le apostaron a la producción intensiva de esta especie frutal, sin embargo uno de los problemas que actualmente se han identificado es el difícil acceso a obtener material genético de buena calidad que garantice las características propias de la variedad Taiwán 1, la cual es la que tiene más aceptación en la población.

La importancia de esta investigación es poder determinar que tipo de producto y sustrato favorece más positivamente el enraizamiento en acodos aéreos en guayaba y así brindar un aporte técnico que permita dar recomendaciones a los fruticultores sobre la propagación a través de esta técnica asexual.

El presente trabajo se realizó en el cantón San Gerónimo municipio de Chapeltique Departamento de San Miguel, en una parcela de 8 años de edad sembrada con un marco de plantación de 4x4mts; El ensayo tuvo una duración de 90 días. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (tierra); T2 (mezcla); T3 (Raizal + tierra) T4 (raizal + mezcla) T5 (hakaphos + tierra) T6 (hakaphos + mezcla).

Se utilizó un Diseño de Bloques al Azar, con un arreglo factorial (2x3), con 6 bloques, 6 tratamientos y una repetición por tratamiento por bloque. Cada unidad experimental será representada por un árbol que tendrá 3 acodos por tratamiento. Para realizar el análisis de varianza se usó la prueba de rangos múltiples de Duncan.

El objetivo de la investigación fue evaluar la propagación vegetativa del cultivo de guayaba variedad Taiwán 1, por acodo aéreo, aplicando dos productos para enraizar, el hormonal Raizal 400 ppm, y el no hormonal Hakaphos violeta, utilizando los sustratos de tierra negra y aserrín en proporción de 1:1.

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de acodos enraizados (%), número de raíces, longitud de raíz más larga (cm), Relación beneficio costo.

Al analizar los datos se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la variable porcentaje de acodos enraizados (%) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, logrando en T2 y T4 el 100% de enraizamiento respectivamente, y siendo el T6, el que obtuvo el menor valor con 72.21%.

Con relación al número de raíces al realizar el análisis de varianza, en este no se encontraron diferencias significativas, siendo similares entre sí, logrando únicamente diferencias aritméticas, presentando los siguientes valores: T1= 6.72, T2= 8.43, T3= 12.52, T4= 8.74, T5= 8.13, T6= 7.33.

Respecto a la longitud de raíz más desarrollada, los tratamientos fueron similares entre sí, y únicamente se encontraron diferencias aritméticas, siendo estos los siguientes: T1= 9.05 cm, T2= 9.63cm, T3= 10.59cm, T4= 9.42cm, T5= 9.33cm, T6= 11.07cm.

En relación al análisis económico evaluado a través de la relación beneficio costo solo los tratamientos: T3 y T4 lograron ganancias siendo el mejor el T4 con una ganancia de \$ 0.79 respecto a T3 quien logró \$ 0.31.

## **AGRADECIMIENTO.**

A DIOS TODO PODEROSO: reconociendo que sin él, mis planes no se hubiesen realizado, me dio la fuerza necesaria para poder salir adelante, alabado seas mi Dios.

A MI DOCENTE ASESOR: por su apoyo desinteresado Ing. Agr. Marco Vinicio Calderón Castellanos, es una gran persona con un gran carisma, posee el conocimiento que solo pocos tienen en el área de fitotecnia; el haber culminado mi carrera fue gracias a su apoyo como docente y asesor de tesis, fue la elección correcta para guiarme durante todo proceso de desarrollo en el tema de investigación hasta la etapa de finalización en la cual me encuentro hoy.

A MI ASESOR METODOLÓGICO Y COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN: ING. AGR. M.Sc. José Ismael Guevara, Ing. Agr. Ana Aurora Benítez Parada.

A TODOS LOS DOCENTES DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS: por transmitirme sus conocimientos en cada materia que me impartieron, por su dedicación para que mi formación profesional fuera la mejor y brindarme las herramientas necesarias para poder desenvolverme con profesionalismo en el área laboral.

A MI PAPÁ Y HERMANA: mi papa quien siempre estuvo responsable y pendiente en lo moral, y económico, a mi hermana quien siempre estuvo pendiente brindándome su apoyo moral en los momentos de desánimo era quien me recordaba constantemente que me le echara ganas para que mi esfuerzo de tantos años llegara a su etapa final.

## **DEDICATORIA.**

A DIOS TODO PODEROSO: por permitirme realizar mi meta, por darme la sabiduría y la inteligencia para poder entender sus planes hacia mí, y por la fuerza para poder seguir adelante en los momentos difíciles.

A MIS PADRES: José Arturo Rodríguez y Cándida Antonia Guevara por haberme apoyado sacrificando su tiempo y sus ingresos económicos para darme todo lo necesario en cada día que yo emprendía mi viaje a la universidad, para que fuera en el futuro el orgullo para ellos de tener un hijo profesional, llegando a la etapa final en la meta propuesta de graduarme lo cual hoy es el fruto del esfuerzo de ambos puesto en todos estos años de estudio.

A MIS HERMANOS: Maritza Rodríguez, Martha Rodríguez , Rosa Rodríguez, Jhonny Rodríguez, todos en más de una vez me brindaron su apoyo moral, transmitiéndome su alegría al ver mi dedicación al estudio, me comprendieron y apoyaron.

A MI DOCENTE ASESOR: Ing. Agr. Marco Vinicio Calderón Castellanos, su incondicional apoyo fue él quien me permitió poder culminar esta etapa de investigación, su entrega desinteresada en cada asesoría y sus conocimientos en fitotecnia fueron las claves del éxito del estudio.

A MI ESPOSA: Glenda Yamileth Hernández, por haberme tenido paciencia en los momentos que le dedicaba a estudiar, por todo el ánimo que me dio, y por haberme transmitido la alegría que sentía de ver realizado mi meta a pesar de las dificultades presentadas en los últimos años de mi carrera.

JOSÉ EDGAR RODRÍGUEZ GUEVARA

## ÍNDICE GENERAL.

|  |      |
|--|------|
| RESUMEN. ....  | iv   |
| AGRADECIMIENTO. ....                                 | vi   |
| DEDICATORIA. ....                                    | vii  |
| ÍNDICE GENERAL. ....                                 | viii |
| ÍNDICE DE CUADROS. ....                              | xii  |
| ÍNDICE DE FIGURAS. ....                              | xiv  |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                | 15   |
| 2. MARCO DE REFERENCIA. ....                         | 16   |
| 2.1. Generalidades del cultivo de la guayaba. ....   | 16   |
| 2.1.1. Origen y distribución. ....                   | 16   |
| 2.1.2. Descripción de la planta. ....                | 16   |
| 2.1.3. Clasificación taxonómica. ....                | 17   |
| 2.2. Importancia del cultivo. ....                   | 17   |
| 2.3. Descripción botánica. ....                      | 18   |
| 2.3.1. Raíz: ....                                    | 18   |
| 2.3.2. Tallo: ....                                   | 18   |
| 2.3.3. Ramas: ....                                   | 18   |
| 2.3.4. Hojas: ....                                   | 18   |
| 2.3.5. Flores: ....                                  | 19   |
| 2.3.6. Fruto: ....                                   | 19   |
| 2.4. Contenido nutricional. ....                     | 19   |
| 2.5. Requerimientos edafoclimáticos. ....            | 20   |
| 2.5.1. Clima. ....                                   | 20   |
| 2.5.2. Suelo. ....                                   | 20   |
| 2.6. Formas de propagación. ....                     | 20   |
| 2.6.1. Propagación sexual. ....                      | 20   |
| 2.6.2. Propagación asexual. ....                     | 20   |
| 2.6.2.1. Ventajas de la propagación asexual. ....    | 21   |
| 2.6.2.2. Desventajas de la propagación asexual. .... | 21   |
| 2.6.3. Propagación Por Acodo: ....                   | 22   |
| 2.6.4. Tipos de acodos. ....                         | 22   |

|  |    |
|--|----|
| 2.6.4.1. Acodo de punta.....                                 | 22 |
| 2.6.4.2. Acodo simple.....                                   | 22 |
| 2.6.4.3. Acodo en maceta.....                                | 22 |
| 2.6.4.4. Acodo compuesto. ....                               | 22 |
| 2.6.4.5. Acodo etiolado.....                                 | 22 |
| 2.6.4.6. Acodo etiolado mejorado. ....                       | 23 |
| 2.6.4.7. Propagación por acodo aéreo.....                    | 23 |
| 2.6.5. Factores que favorecen la propagación por acodos..... | 25 |
| 2.6.6. Condiciones para realizar el acodamiento. ....        | 25 |
| 2.6.7. Influencia de la relación carbono-nitrógeno. ....     | 26 |
| 2.6.8. Formación de callo. ....                              | 27 |
| 2.7. Por injerto:.....                                       | 28 |
| 2.7.1. Proceso de injertación .....                          | 28 |
| 2.7.2 Tipos de Injertos.....                                 | 28 |
| 2.7.2.1. El de yema: .....                                   | 28 |
| 2.7.2.2. El de estaca invertida: .....                       | 28 |
| 2.8. Propagación por estacas. ....                           | 29 |
| 2.9. Manejo agronómico. ....                                 | 29 |
| 2.9.1. Preparación del terreno.....                          | 29 |
| 2.9.2. Trazo del área de siembra. ....                       | 30 |
| 2.9.3. Distancia de siembra. ....                            | 30 |
| 2.9.4. Ahoyado.....  | 30 |
| 2.9.5. Época de siembra. ....                                | 30 |
| 2.9.6. Podas. ....   | 30 |
| 2.9.6.1. Poda de formación. ....                             | 30 |
| 2.9.6.2. Poda de fructificación. ....                        | 31 |
| 2.9.6.3. Poda de saneamiento.....                            | 31 |
| 2.9.6.4. Poda de renovación. ....                            | 31 |
| 2.9.7. Manejo de la floración y fructificación. ....         | 31 |
| 2.9.7.1. Despunte o poda de engorde. ....                    | 32 |
| 2.9.7.2. Selección de frutos y raleo. ....                   | 32 |
| 2.9.8. Embolsado. ....                                       | 32 |

|  |    |
|--|----|
| 2.9.9. Época de producción. ....   | 33 |
| 2.9.10. Riego.....   | 33 |
| 2.9.11. Fertilización. ....  | 33 |
| 2.9.12. Cosecha.....   | 34 |
| 2.9.13. Otros usos de la guayaba. ....   | 34 |
| 2.10. Estudios realizados.....   | 36 |
| 2.10.1. Propagación asexual del guayabo mediante la técnica de acodo aéreo.....  | 36 |
| 2.10.2. Propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB. .... | 36 |
| 2.10.3. Efecto de auxinas en la propagación por acodos aéreos de guayabos tolerantes a Meloidogyne spp. ....           | 37 |
| 2.10.4. Efecto del ácido indolbutírico sobre el enraizamiento de acodos aéreos de guayabo (Psidium guajava L.).....    | 37 |
| 3. MATERIALES Y METODOS.....   | 39 |
| 3.1. Generalidades de la investigación.....  | 39 |
| 3.1.1 Ubicación geográfica.....  | 39 |
| 3.1.2 Condiciones climáticas del lugar. ....   | 39 |
| 3.1.3 Duración del estudio.....  | 39 |
| 3.1.4. Materiales y equipo. ....   | 39 |
| 3.1.4.1. Vegetativos.....  | 39 |
| 3.1.4.2. Otros.....  | 39 |
| 3.1.4.3. Equipo. ....  | 40 |
| 3.2. Metodología de campo.....   | 40 |
| 3.2.1. Fase pre-experimental. ....   | 40 |
| 3.2.2. Fase experimental.....  | 40 |
| 3.2.2.1. Tipo de sustrato. ....  | 40 |
| 3.2.2.2. Desinfección del sustrato. ....   | 40 |
| 3.2.2.3. Preparación de los productos enraizadores. ....   | 41 |
| 3.2.2.4. Selección de la rama para acodar.....   | 41 |
| 3.2.2.5. Elaboración de los acodos aéreos. ....  | 41 |
| 3.2.2.6. Riego. ....   | 41 |
| 3.2.2.7. Eliminación del callo (tejido parenquimático cicatrizar). ....  | 41 |
| 3.3. Metodología estadística. ....   | 42 |

|   |    |
|---|----|
| 3.3.1. Factor en estudio. ....                          | 42 |
| 3.3.2. Diseño experimental.....                         | 42 |
| 3.3.3. Análisis estadístico.....                        | 42 |
| 3.3.4. Modelo estadístico. ....                         | 42 |
| 3.3.5. Descripción de los tratamientos en estudio. .... | 43 |
| 3.3.6. Prueba estadística. ....                         | 43 |
| 3.4. Variables a evaluar. ....                          | 44 |
| 3.4.1. Porcentaje de acodos enraizados (AE). ....       | 44 |
| 3.4.2. Número de raíces por acodo (NRA).....            | 44 |
| 3.4.3. Longitud de raíz más larga (LRL).....            | 44 |
| 3.4.4. Análisis económico. ....                         | 44 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSION.....                          | 46 |
| 4.1. Porcentaje de acodos enraizados.....               | 46 |
| 4.2. Número de raíces promedio.....                     | 52 |
| 4.3. Longitud de raíz más desarrollada (cm).....        | 56 |
| 4.4. Análisis económico.....                            | 61 |
| 5. CONCLUSIONES. ....                                   | 64 |
| 6. RECOMENDACIONES. ....                                | 64 |
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. ....                     | 66 |
| 8. ANEXOS .....   | 70 |

## ÍNDICE DE CUADROS.

|  |    |
|--|----|
| CUADRO 1. Porcentaje de enraizamiento (%) en cada uno de los tratamientos y bloques con acodo aéreo en guayaba Taiwán 1. ....  | 47 |
| CUADRO 2. Número de raíces en cada uno de los tratamientos y bloques en acodo aéreo en guayaba taiwanesa. ....   | 53 |
| CUADRO 3. Longitud de raíz más desarrollada en cada uno de los tratamientos y bloques en acodo aéreo en guayaba taiwanesa. ....  | 58 |
| CUADRO 4. Evaluación económica por cada uno de los tratamientos en estudio. ....   | 63 |
| CUADRO A-1. Resultados sobre propagación de guayaba por la técnica de acodo en Baralt estado de Zula Venezuela. ....   | 71 |
| CUADRO A-2. Resumen de datos estadísticos de Propagación vegetativa de caca CCN-51 por acodo aéreo. ....   | 71 |
| CUADRO A-3. Efecto de los genotipos de guayabo (Psidium guajava .....l.) tolerantes al nématodo Meloidogyne spp, en las variables acodos vivos, enraizados y muertos. .... | 72 |
| CUADRO A-4. El cuadro muestra las diferencias encontradas en las variables porcentaje de acodos con callo y acodos vivos. ....   | 72 |
| CUADRO A-5. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 1 (tierra). ....   | 73 |
| CUADRO A-6. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 2 (mezcla). ....   | 73 |
| CUADRO A-7. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 3 (tierra + raizal 400). ....  | 74 |
| CUADRO A-8. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 4 (mezcla + raizal 400). ....  | 74 |
| CUADRO A-9. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 5 (tierra + hakaphos violeta). ....  | 75 |
| CUADRO A-10. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 6 (tierra + hakaphos violeta). ....   | 75 |
| CUADRO A-11. Análisis de varianza para la variable porcentaje de acodos enraizados a los 90 días de duración del estudio. ....   | 76 |
| CUADRO A-12. Prueba de Duncan para la media de tratamientos en la variable porcentaje de acodos enraizados. ....   | 76 |
| CUADRO A-13. Promedio del número de raíces en el tratamiento 1 (tierra). ....  | 77 |
| CUADRO A-14. Promedio del número de raíces en el tratamiento 2 (mezcla). ....  | 77 |

|   |    |
|---|----|
| CUADRO A-15. Promedio del número de raíces en el tratamiento 3 (tierra + raizal 400). ....  | 78 |
| CUADRO A-16. Promedio del número de raíces en el tratamiento 3 (mezcla + raizal 400). ..  | 78 |
| CUADRO A-17. Promedio del número de raíces en el tratamiento 3 (tierra + hakaphos violeta).....   | 79 |
| CUADRO A-18. Promedio del número de raíces en el tratamiento 3 (tierra + hakaphos violeta).....   | 79 |
| CUADRO A-19. Análisis de varianza para la variable número de raíces en acodos aéreos en guayaba a los 90 días de duración del estudio.....                  | 80 |
| CUADRO A-20. Prueba de Duncan para la media de tratamientos en la variable número de raíces en acodos aéreos en guayaba taiwanesa. ....                     | 80 |
| CUADRO A-21. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 1. (Tierra). ....   | 81 |
| CUADRO A-22. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 2. (Mezcla). ....   | 81 |
| CUADRO A-23. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 3. (Tierra + raizal 400). ....  | 82 |
| CUADRO A-24. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 4. (mezcla + raizal 400). ....  | 82 |
| CUADRO A-25. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 5. (Tierra + hakaphos violeta). ....  | 83 |
| CUADRO A-26. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 5. (mezcla + hakaphos violeta). ....  | 83 |
| CUADRO A-27. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz más desarrollada en acodos aéreos en guayaba a los 90 días de duración del estudio..... | 84 |
| CUADRO A-28. Prueba de Duncan para la media de tratamientos en la variable longitud de raíz más desarrollada en acodos aéreos en guayaba taiwanesa. ....    | 84 |
| CUADRO A-29. Panfleto del Hakaphos violeta. ....  | 85 |
| CUADRO A-30. Panfleto de raizal 400.....  | 85 |
| CUADRO A-31. Distribución de los tratamientos en los bloques. ....  | 86 |

## ÍNDICE DE FIGURAS.

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1. Porcentaje de enraizamientos de los acodos en guayaba Taiwán 1, en los diferentes tratamientos.....                        | 48 |
| FIGURA 2. Porcentaje de enraizamientos de los acodos aéreos en guayaba Taiwán 1, en los diferentes bloques.....                      | 49 |
| FIGURA 3. Comparación entre el número de raíces promedio obtenidas en cada tratamiento.....  | 54 |
| FIGURA 4. Número de raíces promedio en los diferentes bloques.....   | 55 |
| FIGURA 5. . Longitud de raíz más desarrollada en (cm) en cada uno de los tratamientos a los 90 días de realizado el acodo aéreo..... | 59 |
| FIGURA 6. Promedio de longitud más desarrollada (cm) en los diferentes bloques.....  | 60 |
| FIGURA A-1. Efecto de las selecciones de <i>Psidium guajava</i> L sobre el porcentaje de acodos enraizados.....                      | 87 |
| FIGURA A-2. Zonificación del cultivo de guayaba en El Salvador.....  | 87 |
| FIGURA A-3. Ubicación del ensayo experimental.....   | 88 |
| FIGURA A-4. De izquierda a derecha sustratos aserrín y tierra negra.....   | 88 |
| FIGURA A-5. Producto fungicida Rodazim 500 sc, utilizado para desinfectar el sustrato.....   | 89 |
| FIGURA A-6. Preparación de los productos enraizados Hakaphos violeta y raizal 400 ppm.....   | 89 |
| FIGURA A-7. Riego por medio de una jeringa para mantener una buena humedad en el acodo.....  | 90 |
| FIGURA A-8. Identificación de los tratamientos y bloques en los árboles utilizados en el experimento.....                            | 90 |

## 1. INTRODUCCIÓN

La Misión Técnica de Taiwán introdujo la Variedad Taiwán 1 y junto al Programa Frutales del CENTA se impulsó y motivó a productores visionarios, capacitándolos en el manejo agronómico y procesamiento de la fruta y luego dotándoles de material genético de alta calidad y créditos para iniciar la plantación. (García, 2002).

Los primeros reportes del cultivo de guayaba taiwanesa en el país son de 1998, a la fecha se cultivan alrededor de 125 manzanas, concentradas mayormente en el litoral salvadoreño, desde Chutilla en La Libertad hasta Puerto Parada en Usulután, zonas bajas del interior como San Julián y Caluco en Sonsonate, Nueva Concepción en Chalatenango y San Miguel; zonas intermedias como Zapotitán, Chalchuapa, Santa Isabel Ishuatán, San Pedro Puxtla y Cojutepeque. (García, 2010). Ver figura A-2.

Debido a la gran importancia comercial observada en los últimos años, surge la necesidad de realizar diferentes investigaciones para optimizar y obtener resultados y conclusiones que beneficien a los productores que busquen expandir su área de siembra en un tiempo más corto; por tanto la investigación que se pretende llevar a cabo está enfocada en los métodos de propagación asexual, utilizando la técnica de propagación mediante acodo aéreo.

El acodo es una técnica de reproducción asexual en las plantas que consiste en formar nuevos ejemplares a partir de una rama de la planta madre, no separada todavía de la misma, a la cual se le hacen brotar raíces, una vez producidas las raíces, la rama se separa de la planta madre, mediante esta forma de multiplicación se obtienen nuevas plantas que son genéticamente iguales a la planta de la cual se obtuvo la rama, tiene la ventaja que el acodo puede recibir agua y nutrientes de la planta madre mientras están brotando raíces.

## **2. MARCO DE REFERENCIA.**

### **2.1. Generalidades del cultivo de la guayaba.**

#### **2.1.1. Origen y distribución.**

Planta originaria de Centroamérica, común en las áreas calientes de América tropical, se reporta en las Indias occidentales desde 1526, fue introducida a la Florida en 1847 y antes de 1886 ya era común en más de la mitad de ese estado. Los colonizadores españoles y portugueses la llevaron a Guam y a las Indias Orientales. Pronto fue adoptado como cultivo en Asia y en las zonas calientes de África, se cree que de Egipto paso a Palestina, Argelia y a la costa mediterránea de Francia. (García, 2002). En El Salvador tradicionalmente se consideró como una especie silvestre encontrándose en potreros con gran variabilidad genética en cuanto a tamaño, forma, color y sabor. Sin embargo, en los últimos años ha despertado interés en manejarla a nivel comercial, utilizando variedades mejoradas con frutos de buen tamaño y excelentes rendimientos (MAG, citado por SAG, 2005).

La guayaba ha sido cultivada y distribuida principalmente por el hombre, los pájaros, y varios animales, por lo que su lugar de origen es incierto. Es común en todas las áreas calurosas de América tropical y en las Indias Occidentales. En las Bahamas, Bermudas y el sur de Florida se introdujo en 1847 y se dispersó en más de la mitad de ese estado en 1886. Los colonizadores españoles y portugueses lo llevaron rápidamente del Nuevo Mundo a las Indias Orientales y Guam. Se adoptó como un cultivo en Asia y en las partes calurosas de África, en donde los egipcios la han cultivado por mucho tiempo y de allí viaje a Palestina. Se ha cultivado en Argelia y en la costa mediterránea de Francia a Hawái llegó a principios de 1800 y ahora está establecida en todas las islas del pacifico como un árbol de traspatio (Samson y Morton, citado por Tuz Yan, 2013).

#### **2.1.2. Descripción de la planta.**

La planta de guayabo variedad Taiwán 1 es de poco vigor; con el tronco corto, cilíndrico, torcido y corteza de color castaño. Las hojas tienen de 7-15 cm de largo dispuestas en pares semialternos a lo largo de las ramas, de color verde claro y nervaduras visibles (Avilán et al, citado por Calderón, 2009) las hojas adultas están en posición más horizontal que las jóvenes, para recibir mayor intensidad de la luz, sus láminas son grandes y de color

verde claro u oscuro. Las flores son hermafroditas. El fruto es de forma redonda, un poco achatados en el pedúnculo y ápice, su epicarpio es liso, de color verde pálido, de consistencia jugosa y crocante, sabor dulce, su peso varía de 1-1.5 lb y su producción a partir del cuarto o quinto año puede ser de 2 Ton.ha-1.año-1 (García, 2002).

Cuando la planta se maneja apropiadamente es posible regular su altura, la cual se recomienda que no sea mayor de 2.5 metros, crece un árbol vigoroso y altamente productivo. La fruta que se obtiene es de alta calidad, en el caso particular de esta variedad el epicarpio es tan grueso que la cavidad que contiene las semillas es muy reducida; Esta cavidad forma una circunferencia en el centro de la fruta que permite separar la parte comestible de las semillas. La forma del fruto es redonda, de color verde brillante al momento de la cosecha y al alcanzar su madurez se torna un color verde claro. (SAG, 2005)

### **2.1.3. Clasificación taxonómica.**

|             |                |
|-------------|----------------|
| Reino       | Vegetal        |
| División    | Espermatophyta |
| Subdivisión | Angiospermae   |
| Clase       | Dicotyledonae  |
| Orden       | Myrtiflorae    |
| Suborden    | Myrtinieae     |
| Familia     | Myrtaceae      |
| Género      | Psidium        |
| Especie     | guajava L      |

Fuente: Manica, citado por Calderón et al, 2009.

### **2.2. Importancia del cultivo.**

El cultivo de guayabo tiene un amplio mercado por permanecer en producción durante todo el año y su fruto es atractivo por su color verde brillante e intenso Además puede consumirse como fruta fresca, aunque actualmente está en auge por las facilidades de procesamiento para la producción de dulces, jaleas, almíbares y refrescos (García, 2010).

### **2.3. Descripción botánica.**

#### **2.3.1. Raíz:**

El sistema radicular de la guayaba tiene predominio de la raíz principal pivotante, con un crecimiento inicial normalmente superior a las raíces secundarias. Dependiendo del tipo de suelo, las raíces secundarias pueden tener el diámetro de la raíz principal. En suelos con capas profundas surgen ramificaciones de las raíces laterales que pueden alcanzar más de 4 m de profundidad (García, 2010).

El sistema radicular es muy superficial pero el árbol lo compensa con la extensión y número de raíces, las cuales sobrepasan la proyección de la copa. (Mata Beltrán et al, 1990).

#### **2.3.2. Tallo:**

Al principio es herbáceo, presentando aristas y un color verde, a medida que madura se vuelve leñoso y desaparecen las aristas y es de color café, alcanza alturas entre los 3 y 9 metros, pero con las prácticas modernas de fruticultura se aplican podas sistemáticas que mantienen la altura entre los 1.5 a 3.0 metros, con el objeto de facilitar las labores de cultivo. La corteza es delgada y lisa que cuando envejece se desprende en láminas, contiene entre un 13 a 15 % de taninos. (García et al, 2003).

#### **2.3.3. Ramas:**

En cada nudo existe un par de hojas, y en la base de estas se encuentra una yema vegetativa, la cual, tras un estímulo, brota y se transforma en rama, estas son de color verde o rojizo y posteriormente toman un color café. Con una poda o con agobio se induce a la planta a la brotación de las yemas. En algunos de los nudos (cada tercer o cuarto nudo de la nueva rama) se desarrollan yemas florales que dan origen a las flores que posteriormente se transforman en frutos. (García et al, 2003).

#### **2.3.4. Hojas:**

Son lanceoladas de color verde oscuro, con abundante pubescencia en el envés y glándulas oleíferas, se desarrollan en pares en cada nudo y están dispuestas en forma opuesta. Las hojas tiernas se encuentran en posición vertical con lo que reducen el daño a la exposición

solar, y cuando maduran se vuelven horizontales para tener una mayor exposición al sol. (García et al, 2003).

### **2.3.5. Flores:**

En algunos de los nudos además de la hoja y la yema vegetativa aparece una yema floral, esto ocurre exclusivamente en ramas tiernas. Son flores hermafroditas reunidas en inflorescencias racimosas. (García et al, 2003).

El aparato reproductor femenino está formado por un vario ínfero, plurilocular, pudiendo tener de tres a cinco lóbulos, formado por cinco carpelos sin carpos, con estilete simple, de 1.2 a 1.5 centímetros de longitud y presenta un color verde claro en el estigma, el cual es subcapitado, las flores de guayabo no presentan glándulas nectaríferas. El estigma permanece receptivo por 40 horas después de la apertura de la flor. (García et al, 2003).

El aparato reproductor masculino, está formado por un promedio de 350 estambres libres, la liberación de polen inicia antes de que la flor se abra, lo que provoca una autopolinización de 26%, el resto es fecundado por polinización cruzada, principalmente por abejas, la viabilidad del polen es de 33 horas en promedio. (García et al, 2003).

### **2.3.6. Fruto:**

Es una baya, que según la variedad puede ser redondo o en forma de pera, cáscara de color verde amarillo a amarillo rosado, pulpa de color blanco, amarilla o rosada, pesan entre 50 gramos hasta 1,000 gramos. Presenta un crecimiento doble sigmoide o sea que tiene dos puntos máximos de crecimiento: al inicio del desarrollo y después de la maduración de las semillas. Internamente el fruto posee de cuatro o cinco lóbulos, en los cuales se encuentran las semillas, en total un fruto puede tener de 218 a 375, la viabilidad de la semilla se pierde rápidamente, pudiendo perder en un año hasta un 60%. Por su tasa de respiración se clasifica como un fruto climatérico. (García et al, 2003).

## **2.4. Contenido nutricional.**

Por su composición nutricional la guayaba es una excelente fuente de vitamina C, ya que contiene de 200 a 400 mg.100-1 de fruto fresco, además contiene vitaminas B1 y B2, así

como importantes minerales como: Ca, Mg, K, Fe y P (Nieto Ángel, citado por Calderón, 2009).

## **2.5. Requerimientos edafoclimáticos.**

### **2.5.1. Clima.**

La Guayaba es una planta tropical; se recomienda para alturas por debajo a 800 m.s.n.m. Requiere temperaturas comprendidas entre los 15 y 34°C, con una precipitación anual que está comprendida entre 1000 y 3800 milímetros bien distribuidos en los meses del año, Humedad relativa de 70-90%, La planta debe someterse a la radiación solar en forma directa a plena luz solar. (SAG, 2005).

### **2.5.2. Suelo.**

Puede desarrollarse en diversos tipos de suelo, con un pH comprendido entre 4.5 y 8.2; pero se comporta mejor cuando el pH oscila entre 6 y 7. Con suelos profundos y ricos en materia orgánica se obtiene buena calidad de fruta. (SAG, 2005).

## **2.6. Formas de propagación.**

### **2.6.1. Propagación sexual.**

Es la propagación de plantas que se realiza por semilla y constituye el primer método de multiplicación utilizado por el hombre, la propagación por semillas es un método más usado para obtener porta injertos, los árboles logrados por este medio presentan gran variabilidad tanto en caracteres como en tamaño y calidad de la fruta obligando a descartar la propagación de esta especie por semilla en el caso de una plantación comercial (Alíx y Duarte, citado por Erazo Quijada et al, 2005). La condición que tiene la semilla de guayaba de retener su viabilidad por mucho tiempo, favorece la propagación y diseminación por medios naturales. (FDA, s.f)

### **2.6.2. Propagación asexual.**

La propagación asexual reproduce clones. Esta propagación implica la división auténtica de las células, en la cual, hay una duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociadas de la célula progenitora, para formar dos células hijas. En consecuencia, las plantas propagadas vegetativamente reproducen, por medio de la réplica del DNA, toda la

información genética de la planta progenitora.; algunas plantas cultivadas a partir de semilla tienen un período juvenil largo y durante ese tiempo la planta no sólo puede dejar de florear y fructificar, sino también mostrar otras características morfológicas inconvenientes, (ejemplo, tener espinas) que no se presentan cuando la propagación se hace con material vegetativo en estado adulto. Por otra parte, puede resultar útil mantener indefinidamente ese estado juvenil para facilitar la propagación de estacas difíciles de enraizar. (Huanca, 2010.).

#### **2.6.2.1. Ventajas de la propagación asexual.**

- Valorar genéticamente material vegetal, incluyendo estudios de interacción genotipo ambiente, manifestaciones juveniles y maduras de una misma característica.
- Preservar genotipos y complejos genéticos en bancos clonales y arboreos.
- Acortar ciclos reproductivos para acelerar procesos de cruzamiento y prueba.
- Conservar genotipos superiores que determinan características genéticas favorables, que se podrían perder por el cruzamiento genético en la propagación sexual.
- Ser más eficiente cuando la propagación sexual no es el método más viable o eficaz.
- Propagar especies que sus semillas presentan problemas de germinación o de almacenamiento o que son de ciclo reproductivo largo.
- Aprovechar las características genéticas favorables de dos plantas en una planta.
- Manejar las diferentes fases del desarrollo de una planta.
- Obtener poblaciones uniformes o la producción de un determinado número de individuos con identidad genética. (Rojas citado por Mutis, 2010).

#### **2.6.2.2. Desventajas de la propagación asexual.**

- El porcentaje de variabilidad es nulo.
- Las condiciones medioambientales deben ser altamente favorables en cuanto a temperatura, humedad relativa y contenido de agua en el suelo.
- Se requiere de práctica y experiencia previa a su aplicación.
- La época lluviosa favorece el método de propagación asexual, específicamente el acodo aéreo. (Mutis, 2010).

Mata Beltrán y Rodríguez, 1990. Señalan que entre las técnicas de propagación asexual más usadas en el cultivo de la guayaba están las siguientes:

### **2.6.3. Propagación Por Acodo:**

Se realiza con éxito si se práctica en época lluviosa; las ramas seleccionadas para la reproducción deben tener un diámetro de 2 centímetros. . (SAG, 2005). autores como Harman y Kester, 1994 señalan que el primer paso para realizar un acodo aéreo es el anillado y este dependiendo del tipo de planta se debe quitar por completo una tira de alrededor del tallo de entre 1.8 a 2.5 cm, utilizando una navaja desinfectada, dejando expuesto los tejidos de conducción de la planta (floema y xilema), es aconsejable agregarle algún producto hormonal para enraizar (producto comercial); luego se protege con un lienzo plástico de 20 x 25 cm., el cual debe contener un sustrato que puede ser musgo, aserrín o suelo desinfectado, este deberá permanecer bien húmedo; 3 meses después se tendrá el acodo ya enraizado para ser trasplantado a una bolsa de polietileno.(SAG, 2005).

### **2.6.4. Tipos de acodos.**

#### **2.6.4.1. Acodo de punta.**

En el acodo de punta, las raíces tienen lugar en la punta de las ramas, las cuales se doblan hacia el suelo. La punta de la rama empieza a crecer hacia el suelo pero se curva en los tallos para producir una vuelta pronunciada en donde se desarrollan raíces. Este método natural es característico de la zarzamora rastrera y las frambuesas púrpura y negra. (López, 2014)

#### **2.6.4.2. Acodo simple**

Cuando se entierra una porción de la rama, dejando el extremo libre.

#### **2.6.4.3. Acodo en maceta.**

Acodo simple pero en una maceta. Poco usado comercialmente.

#### **2.6.4.4. Acodo compuesto.**

Se emplea cuando son ramas largas y flexibles (vid, vinca por ejemplo). Permite obtener un mayor número de plantas.

#### **2.6.4.5. Acodo etiolado.**

Acodo por aporque

Plantas madres se cortan cerca del suelo y se aporcan progresivamente con el crecimiento de los brotes (varios momentos de aporque = mayor superficie etiolada = mayor enraizamiento) Tallos enraizados se separan y se adaptan en el vivero antes de ser llevados al campo definitivo.

#### **2.6.4.6. Acodo etiolado mejorado.**

Se acodan los tallos y cuando estén enraizados, se injertan sin separar los tallos de la planta madre, sólo se separan cuando se observa prendimiento del injerto, se ahorra tiempo en el vivero (Acodo + injerto en simultáneo) (Siura, 2016).

#### **2.6.4.7. Propagación por acodo aéreo.**

Es la forma más utilizada en México, específicamente en el estado de Aguas calientes. Se caracteriza por ser rápido y sencillo, pero es impráctico cuando se necesita un gran número de plantas y la fuente de material es limitada.

De una rama se obtiene un anillo de corteza, de aproximadamente 2.5 cm de ancho. (Mata Beltrán, 1990). La inherente capacidad de una estaca a formar raíces puede, en muchas instancias, ser alterada por tratamientos químicos, lesionado o anillado. Debido a que el enraizamiento es consistentemente aumentado por el anillado, se puede asumir que este tratamiento promueve la acumulación de algún factor o lo induce a formarse, según se deduce de lo planteado por diversos investigadores que han trabajado en este aspecto.

Al estudiar el efecto del anillado sobre la iniciación radicular en Hibiscus concluyeron que el anillado mejora con claridad la habilidad de la estaca para formar raíces y que los carbohidratos representan el mayor componente que aumenta en los tejidos sobre el anillo; estiman que la mayor capacidad de enraizamiento puede deberse a una acumulación de sustancias promotoras de enraizamiento o sus precursores y, a una proliferación de células parenquimatosas sobre el anillo, capaces de formar raíces iniciales y de aumentar el número de raíces por estaca. (Stolz y Hess, citado por Calderón Ramos et al, 2009). Harman y Kester citados por Bernal en 1997, señalan que la influencia estimuladora de la etiolación durante la iniciación de las raíces, posiblemente puede explicarse por la foto iniciación de un componente esencial en un complejo requerido para que se formen los primordios radiculares.

Las ramas deben tener de 1.3 a 2.5 cm de diámetro (las primeras producen árboles vigorosos más rápidamente). Se raspa la capa de cambium entre la corteza y la madera, el área circundada se cubre con una bolsa húmeda de musgo de pantano del género *Sphagnum* (Peat – moss), que debe tener de 6 a 8 cm de diámetro y de 10 a 13 cm de largo. Otros autores señalan que estas condiciones se proporcionan mejor por un medio de enraíce tal, como una mezcla de tierra ligera y de aserrín. Después se envuelve con una película de polietileno transparente (de aproximadamente 25 x 25 cm), atando los extremos con bandas de hule o mediante pedazos de cordel. El papel aluminio es una buena opción para usarse cuando se emplea plástico transparente, ya que refleja la luz evitando el calentamiento excesivo provocado por la luz solar. Ecured, 2013; el musgo y el plástico se dejan así hasta que sea posible observar el desarrollo de suficientes raíces en el interior.

Las raíces se forman en un lapso de tres a ocho semanas; si no empiezan a salir después de ese tiempo, se quitan las envolturas y el musgo, y se examina el área cortada. En algunos casos se forma una callosidad que sirve de puente con la zona sin corteza antes de que comience el desarrollo radical. El callo formado debe eliminarse del anillo, para que se induzca el enraizamiento según (Calderón 1992 citado por (Sánchez Urdaneta, 2009) a su vez, esta práctica presenta inconvenientes, ya que se requiere de tiempo adicional, porque se hace necesario descubrir los acodos y dependiendo del número de ramas acodadas puede ser una tarea bastante laboriosa. Volver a quitar la corteza y reemplazar el musgo el plástico generalmente favorece el desarrollo en pocas semanas. (Mata Beltrán, 1990).

Una vez avanzado el proceso de formación de raíces, se corta la rama de la planta madre inmediatamente debajo de la bolsa de turba, donde se han desarrollado las raíces, y se planta con el musgo, pero sin el plástico, en una maceta o lata suficientemente grande. (Mata Beltrán, 1990).

La nueva planta se debe de podar para quitarle, aproximadamente, un 50% de ramitas y hojas, y se deja en un lugar ligeramente sombreado hasta que muestre resistencia al ambiente. Cuando el crecimiento nuevo sea de 18 a 20 cm, la planta puede ser expuesta a la luz solar directa, para prepararla al trasplante de campo. Para obtener una planta, se requieren de siete a ocho meses. (Mata Beltrán, 1990).

El acodado es más exitoso que la multiplicación por estacas, debido a la rápida obtención de plantas de mayor tamaño en menor tiempo; ya que la rama acodada no se separa de la planta, recibe nutrientes a través del xilema. Es un método fácil de realizar que puede efectuarse a la intemperie, es económico a diferencia de las técnicas de micro propagación (Hartmann y Kester, citado por Cueva Miranda et al, 2006).

#### **2.6.5. Factores que favorecen la propagación por acodos.**

**Nutrición de la planta madre:** Tallo acodado se abastece de agua y sales minerales (xilema /planta madre).

**Tratamientos al tallo o Bloqueo del floema:** interrumpir la translocación de nutrientes por el floema: descortezado, estrangulamiento, raspado de la corteza, doblado del tallo, etc. Carbohidratos, auxinas, cofactores, etc., se acumulan en zona de corte para formar raíces

**Etiolación:** (Rojas, 2007) señala que un importante factor ambiental que influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas es la luz, pero la falta de luz en tallo acodado reduce actividad fotosintética y estimula la formación de raíces. (Siura, 2016).

**Acondicionamiento fisiológico:** la inducción del enraizamiento en el acodamiento puede estar asociada con alguna condición fisiológica específica del tallo asociada con la época del año. En muchos tipos de acodos la época apropiada está asociada con el movimiento de carbohidratos y otras sustancias hacia las raíces al final de un ciclo estacional de crecimiento. (Hartam y Kester, 1994).

#### **2.6.6. Condiciones para realizar el acodamiento.**

- Planta madre en crecimiento
- Seleccionar tallos vigorosos, de corteza lisa
- Buen contacto entre tallo acodado y sustrato
- Sustrato que mantenga buena humedad, adecuada aireación y temperatura, musgo grueso, aserrín, etc.
- Separar tallo acodado sólo cuando haya buen desarrollo de raíces.
- Estimular formación de raíces: etiolado, ahilamiento, “aporque”, doblado de ramas, torsión de tallos, descortezado, estrangulamiento, torsión de ramas, etc. (Siura, 2016).

Posteriormente, Stolz y Hess, (citado por Calderón Ramos et al, 2009). Demostraron que el anillado ocasiona un aumento de nivel de auxina natural por sobre el corte del anillo y una disminución por debajo de éste y en un clon de Hibisco de fácil enraizamiento ocasionó un incremento sustancial de cofactores de enraizamiento. Se ha demostrado también, que al combinar el anillado con otros tratamientos promotores del enraizamiento se logran mejores resultados; es así como Delargy y Wright, (citado por Gandulfo Soto, 1983), estudiaron en manzanos el efecto del anillado en la base de un brote en crecimiento Sobre la formación de raíces en estacas de cultivares de difícil enraizamiento y concluyó que la etiolación junto con el anillado indujo la formación de raíces en el 98% de las estacas.

Un importante factor ambiental que influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas es la luz, energía radiante que influye en las plantas a través de su calidad, intensidad y periodicidad; si se incrementa la intensidad de luz, se podría pensar que hay un efecto positivo en el crecimiento de los vegetales, si bien la luz es importante para la fotosíntesis como fuente de energía radiante, genera calor que podría afectar a las plantas, produciendo su desecación o muerte. Por otra parte, la administración de luz puede ser crítica para el enraizamiento de las estacas, la germinación de semillas, el crecimiento de las plantas y brotes, la multiplicación de explantes durante la propagación de tejido. La luz disponible para las plantas puede ser manipulada en cuanto al control de la radiación, su duración, fotoperiodo, y la calidad (Hartmann et al, citado por Rojas Bosa, 2007).

La intensidad de luz y la duración deben ser suficientes para que las estacas en proceso de enraizamiento sean capaces de acumular carbohidratos para la respiración, debido a que los productos del proceso de fotosíntesis son importantes en la formación de raíces (Hartmann et al 2002). Citado por (Rojas, 2007).

La formación de raíces adventicias es inducida por la ausencia de luz y los cortes, tanto de la corteza como de los haces vasculares, especialmente floema, ya que se interrumpe la translocación de nutrimentos y otros compuestos orgánicos (carbohidratos y hormonas reguladoras del crecimiento) que se acumulan cerca del punto de tratamiento y estimulan el enraizamiento por arriba del corte (Alcántara, citado por Cueva Miranda et al, 2006).

#### **2.6.7. Influencia de la relación carbono-nitrógeno.**

Hay evidencias considerables que la nutrición de la planta madre, ejerce una influencia sobre el desarrollo radicular de estacas tomadas de ellas (Gandulfo, 1983). Demostró que una alta relación carbono-nitrógeno promovía el enraizamiento, se ha estudiado la relación entre el contenido de carbohidratos y el enraizamiento.

No está claro por qué un alto nivel de nitrógeno no origina buen enraizamiento, pero, es probable, que los tejidos con alto contenido de nitrógeno, tengan un desarrollo succulento con poco abastecimiento de carbohidratos, y que también, puedan ser pobres en otros componentes necesarios para el enraizamiento (Hartmann y Kester, por Gandulfo, 1983).

La desaparición del almidón desde endodermis, floema, xilema y médula, en las estacas, está relacionada con el desarrollo del primordio radicular, la baja de almidón está regulada por enzimas hidrolíticas y cuando la actividad de estas enzimas es baja, el contenido de almidón es alto y su capacidad rizogénica es baja (Nanda Amanda; Molnar y Lecroix, citado por Gandulfo, 1983).

El buen enraizamiento depende de la presencia de cierto número de cofactores que permiten que la estaca enraíce; la fuente de estos cofactores son por lo general las hojas, que producen sustancias como materiales nitrogenados y azúcares, de ahí que la pérdida de las hojas de las estacas reduce considerablemente las posibilidades de enraizamiento; en algunas especies, las estacas gruesas que almacenan muchos materiales de reserva no requieren hojas para enraizar, lo que indican que ya están presentes en la madera suficientes cofactores que estimulan la iniciación de las raíces. (Weaver, citado por Cueva Miranda, 2006).

#### **2.6.8. Formación de callo.**

El callo es un tejido parenquimático cicatricial, que funciona como protección de una herida ante patógenos presentes en el ambiente, el cual, presenta células no diferenciadas que pueden formar brotes y raíces iniciales. La formación del callo y la rizogénesis son procesos independientes (Flores, citado por Cueva Miranda, 2006).

La mitosis ocurre cuando se forma el callo en una parte herida de la planta y cuando se inician nuevos crecimientos en porciones del tallo o la raíz. El parénquima del callo está constituido de células nuevas que se dividen activamente en las superficies cortadas, como respuesta a una herida Flores, (citado por Cueva Miranda, 2006).

## **2.7. Por injerto:**

Consiste en la combinación de dos tipos de Reproducción; (Sexual con la Asexual); en la cual se procede a elaborar semilleros provenientes de la Guayaba criolla. Una vez la planta ha alcanzado en el tallo el grosor adecuado (1.0 cm.), se procede a injertarlas con el material deseado; para tal propósito debe contarse con un jardín clonal, que contenga el cultivar o los cultivares deseados. De este jardín se obtienen las yemas o estacas necesarias para la injertación. (SAG, 2005).

La obtención del material vegetativo de jardines clonales, debe garantizar la sanidad y autenticidad del material que se desea reproducir, para posteriormente trasplantarlo al campo definitivo. Cuando se utiliza un patrón muy grueso mayor de 1.0 cm. el porcentaje de pega es menor. Se recomienda la propagación por injerto, con el fin de obtener plantas con las mismas características de las plantas originales. El método de injerto más usado es el de enchape lateral. (SAG, 2005).

### **2.7.1. Proceso de injertación**

La obtención de la Semilla: Cada fruta de guayaba posee entre 75 y 125 semillas, de las cuales todas son viables. Se prepara un semillero la cual debe ser un área bien desinfectada. La semilla se entierra a una profundidad no mayor de un centímetro, se coloca en surcos esparcidos a una distancia de 25 cm. Luego de 60 días de germinadas las plantas, se trasladan a bolsas de polietileno donde terminaran de desarrollarse hasta alcanzar las características deseadas (grosor de tallo de 1 cm. y una altura de alrededor de 50 a 70 cm.) Traslado a la bolsa: Las bolsas de polietileno donde se desarrollaran los patrones, deben llenarse con una mezcla de arena, materia orgánica y tierra negra en una relación de 1.1.1, los tres componentes deben ser desinfectados, para evitar el desarrollo de enfermedades. (SAG, 2005).

### **2.7.2 Tipos de Injertos**

#### **2.7.2.1. El de yema:**

Este puede tener diferentes modalidades como la de escudete, y lengüeta.

#### **2.7.2.2. El de estaca invertida:**

Se seleccionan las yemas del jardín clonal, las cuales deben venir de plantas en producción, el cual es un tejido fisiológicamente ya apto para producir flores y frutas, lo que contribuye a tener mayor precocidad en la producción. Al patrón, se le hace una lengua o lengüeta, donde se colocara la yema al patrón la cual se le hace un corte transversal de aproximadamente 4.5 cm., al unir un patrón y la yema deberá hacerse coincidir el área vascular de ambos floema y xilema y se coloca el vendaje que sostendrá a la yema del patrón. Si todo se hace correctamente en un mes el injerto estará pegado y después se procede a eliminar los brotes del patrón. (SAG, 2005).

Luego el injerto comienza a desarrollarse vegetativamente y en condiciones de buen ambiente y fertilización; las plantas estarán listas para ser trasplantadas en 3 meses; Posteriormente se aconseja esperar 30 días más para eliminar el vendaje, lo que le permitirá al injerto desarrollarse adecuadamente. Cada vez que emerjan brotes del patrón deben eliminarse para que no le resten vigor al desarrollo del injerto. (SAG, 2005).

## **2.8. Propagación por estacas.**

Este método utiliza ramas juveniles, que son aquellas de crecimiento vigoroso y que a veces presentan una coloración roja, estas se seccionan en porciones de dos nudos, las hojas del nudo inferior se eliminan y a las del nudo superior se les quita la mitad de la lámina, luego se le hacen cortes longitudinales en la parte inferior de la estaca y se le aplica un producto hormonal, posteriormente se colocan en enraizadores cuyo sustrato sea de arena, la clave del éxito de este método es garantizar una alta humedad relativa, para lo cual se puede cubrir el enraizado con plástico o realizar todo el proceso en un propagador de plantas de sub irrigación. Generalmente a los 21-30 días se nota la aparición de las raíces y se trasplanta a la bolsa. (García, 2010).

## **2.9. Manejo agronómico.**

### **2.9.1. Preparación del terreno.**

Se deben realizar las labores necesarias para obtener un espacio adecuado; estas pueden ser rotura, rastreado, nivelación, estaquillado, marque y ahoyado, cuando las pendientes son mayores del 5 % o muy pronunciadas es recomendable utilizar prácticas de

conservación de suelos, como curvas a nivel, terrazas individuales, entre otras (Calderón Bran et al; Samarrabia, citado por Erazo Quijada et al, 2005).

### **2.9.2. Trazo del área de siembra.**

Preferiblemente el terreno debe de ser plano o tener una pendiente suave. Si se trata de un terreno plano o con poca pendiente (5% o menor) el trazo del lugar donde irán las plantas deberá hacerse en forma lineal en cuadro real. Cuando las pendientes son mayores del 5% o muy pronunciadas, es recomendable utilizar prácticas de conservación de suelos, con curvas a nivel. (SAG, 2005).

### **2.9.3. Distancia de siembra.**

Se recomiendan distancias desde 4x4, 5x5; mientras más reducido es el distanciamiento, las prácticas de manejo deberán realizarse con mayor frecuencia, lo que incrementa el rendimiento y los costos de producción. Las hileras deben plantarse de norte-sur para dar al árbol la más amplia y larga exposición a la luz. (Mata Beltrán et al, 1990).

### **2.9.4. Ahoyado.**

Una vez decidida la distancia de siembra, se procede a marcar con estacas los lugares donde se abrirán los agujeros; los cuales deberán ser de 0.5x0.5x0.5 m. por postura. (SAG, 2005).

### **2.9.5. Época de siembra.**

La siembra del cultivo de Guayaba deberá realizarse preferiblemente durante la época lluviosa; si se cuenta con riego puede ser en cualquier época. Previo a colocar las plantas dentro de los agujeros, deberá agregarse 5 Kg. de abono orgánico en el fondo y 200 gramos de fertilizante completo (12-24-12), luego se le agregan 10 cm. de suelo, se coloca la planta, se rellena el agujero, se apelmaza y si hubiera déficit de agua en el suelo es necesario regar. (SAG, 2005).

### **2.9.6. Podas.**

#### **2.9.6.1. Poda de formación.**

Una semana después del trasplante, se realiza un corte de la/as ramas principales, procurando que queden de 25 centímetros de longitud, con este corte se estimula a las yemas

laterales, las cuales brotan y dan origen a nuevas ramas (ramas secundarias), de las cuales se seleccionan de dos a tres según el vigor de la planta, y se busca que queden distribuidas equidistante, luego se dejan crecer hasta 30 cm y se cortan dejándolas de 25 cm, estas también producen brotes que se transforman en ramas (ramas terciarias) y nuevamente se seleccionan de dos a tres ramas por cada rama terciaria, este proceso se repite tres veces, (dura alrededor de seis meses) con lo que se obtienen entre 8 y 12 ramas. A la par de estas podas se deben ir eliminando las ramas del centro para permitir una copa abierta, las ramas que se cruzan de un lado a otro, las ramas bajas, raquílicas y las que salen del “lomo” de otras ramas o sea que salen en forma vertical. (García, 2010).

#### **2.9.6.2. Poda de fructificación.**

Por lo general las variedades mejoradas de guayaba, emiten sus yemas florales entre el tercer y quinto nudo, pero a veces no sucede y las emite arriba del décimo nudo, esto ocasiona pérdida de tiempo, además se corre el riesgo de que la rama se quiebre por ser demasiado larga, entonces se procede a realizar una poda de la rama, dejándola de 5 nudos, es mejor hacer la poda cuando se ve que tiene los cinco nudos y no hay flor. (García, 2010).

#### **2.9.6.3. Poda de saneamiento.**

Esta consiste en eliminar todas aquellas ramas que presentan síntomas de ataque de enfermedades e insectos, ramas quebradas y aquellas que entrecruzan unas con otras. (García, 2010).

#### **2.9.6.4. Poda de renovación.**

A medida que la planta crece, se vuelve un poco difícil realizar actividades de monitoreo de plagas y enfermedades, aplicación de protectivos y el embolsado, también cuando no se ha manejado adecuadamente la poda de formación, la planta desarrolla ramas demasiado largas adquiriendo lo que se conoce como planta “engalerada”, por lo que se hace necesario realizar podas para bajar la altura de la copa, esta poda consiste en realizar cortes de 10-15 cm en ramas secundarias o terciarias bajando la altura de la copa. (García, 2010).

#### **2.9.7. Manejo de la floración y fructificación.**

Las plantas injertadas presentaran sus primeras flores a los 2 ó 3 meses después del trasplante. Se recomienda eliminar todos estos brotes florales hasta que la planta haya alcanzado por lo menos 10 meses de trasplante, debido a que si se deja que cuaje la fruta de esas primeras flores, la planta consumirá un exceso de energía que en ese momento le es más útil para desarrollarse vegetativamente que la producción de frutas. (SAG, 2005).

#### **2.9.7.1. Despunte o poda de engorde.**

Esta actividad, conocida también como despique, consiste en eliminar con las yemas de los dedos la parte terminal de una rama, el momento de realizarla es cuando se han formado cuatro pares después de la flor, y el objetivo de esta es evitar que los nutrimentos pasen de largo hacia las zonas de crecimiento sino que se queden en el fruto para que logre un mayor tamaño. (García, 2010).

#### **2.9.7.2. Selección de frutos y raleo.**

En cada rama se forman de dos a seis frutos, de los cuales se selecciona uno, eliminando deformes y los que quedan en forma vertical hacia arriba, ya que se quemará con los rayos del sol, el fruto seleccionado es aquel que queda hacia abajo cubierto por las hojas.

Esta labor se realiza en dos fases, la primera antes de la apertura de las flores y se deja una flor a cada lado del nudo, la otra se realiza cuando tienen un tamaño de 2 centímetros. (García, 2010).

#### **2.9.8. Embolsado.**

Inmediatamente después del raleo segundo raleo se realiza una aspersion dirigida a los frutos con un funguicida y un insecticida con la finalidad de proteger al fruto. Al siguiente día, transcurrido el período de espera de reingreso al cultivo recomendado por el fabricante de los protectivos, se procede a colocar la bolsa plástica blanca, la cual es de 8" x 12" x 100 mesh de baja densidad, de 10" x 14" x 125 mesh, que provee un buen filtro a los rayos solares, reduciendo los daños por quemaduras de sol, algunos productores adicionalmente colocan una malla de polipropileno para impedir el contacto de la fruta con la pared de la bolsa, reduciendo aún más los daños por quemaduras, aunque esto signifique un costo adicional de \$ 0.05 por fruto. (García, 2010). Esta práctica ha presentado una alta eficacia de combate y reduce la cantidad de residuos químicos en el fruto (Méndez, citado por Morera et al, 2009).

Actualmente todos los productores que poseen plantaciones comerciales de guayaba Taiwán 1 emplean esta metodología debido a la asistencia técnica del CENTA asesorados por la misión técnica de Taiwán (Lieh, citado por Erazo Quijada, 2005).

#### **2.9.9. Época de producción.**

La guayaba Taiwanesa puede producirse durante todo el año, con buen manejo de producción puede programarse la época de cosecha, con la salvedad que siempre debe proporcionársele una adecuada fertilización y riego. (SAG, 2005).

#### **2.9.10. Riego**

La disponibilidad de agua es indispensable para el buen desarrollo de la plantación, la frecuencia está determinada por diversos factores entre los que se pueden mencionar: tipo de suelo, condiciones ambientales y grado de desarrollo de plantación con relación al tipo de suelo, mientras más contenido de arena tenga, la frecuencia de riego será mayor, por tener menor capacidad de retención que en un suelo arcilloso. Si las condiciones ambientales son de ausencia de lluvias, deberá aplicarse riego de tal manera que nunca le haga falta agua al suelo, por el contrario si las lluvias se hacen presentes esta frecuencia se reducirá. A medida que la plantación se va haciendo más frondosa, requiera más agua que una plantación joven. Lo recomendable es la instalación de riego por goteo la cual resulta más eficiente y llena los requerimientos de la planta. (SAG, 2005).

#### **2.9.11. Fertilización.**

Es un componente importante en el manejo de la plantación. Primeramente se recomienda basarse en un análisis de suelos, donde se indicará el estado nutricional del mismo, el cual se compara con los requerimientos del cultivo para dar una recomendación adecuada de fertilización.

En la experiencia en la estación experimental Playitas en Comayagua se aplican 8 fertilizaciones anuales. La dosis dependerá del desarrollo que la planta haya alcanzado. (SAG, 2005).

### **2.9.12. Cosecha.**

En el caso de las variedades taiwanesas el índice de cosecha está determinado por el cambio de color de la piel de verde a amarillo pálido y un tiempo de cuatro meses después de la antesis. En este punto la fruta tiene mayor vida de anaquel y una consistencia jugosa y crocante. Generalmente se recomienda realizar los cortes por la mañana, no exponerla demasiado al sol y evitar todos los golpes durante la cosecha, transporte interno, limpieza, clasificación y embalaje, con el objetivo de disminuir los golpes internos que reducen su vida pos cosecha.

La clasificación se hace con base en el tamaño y apariencia según el mercado de destino. Actualmente los estándares de calidad de los supermercados exigen frutos de primera con las siguientes características: peso entre 0.42 a 1.2 libras, forma redonda con una tolerancia del 10% de frutos largos, y que no presenten daños mecánicos o de insectos. (García, 2010).

### **2.9.13. Otros usos de la guayaba.**

Los beneficios de la guayaba en fruta son reconocidos universalmente, pero la verdadera sorpresa es cuando conocemos las bondades de las hojas de guayaba, ya que poseen propiedades medicinales que les permiten ser de gran utilidad al ofrecer una amplia gama de reconocidos beneficios para la salud de los seres humanos: entre estas propiedades están su alta capacidad como antioxidantes al ser ricas en polifenoles, carotenoides y flavonoides. Su composición en antioxidantes es por el reconocido efecto que tiene el estrés oxidativo en el desarrollo de algunas enfermedades y el envejecimiento.

El oxígeno, de forma paradójica es esencial para vivir pero también genera productos altamente tóxicos como parte de los procesos metabólicos consustanciales al normal desarrollo de la fisiología humano, de ahí la necesaria incorporación de productos con capacidades antioxidantes para evitar el llamado daño oxidativo que afecta proteínas y ácidos nucleicos como parte de las estructuras celulares y al quedar alterados genera nefastas consecuencias en el funcionamiento de las células y del organismo como un todo.

Otra de sus propiedades es la de actuar como bacteriostáticos y bactericidas, es decir, impedir que las bacterias se multipliquen o sencillamente que vivan. Entre sus virtudes

también está la relacionada con su propiedad como antiinflamatorio y tener alta concentración de taninos. También se le reconoce su respuesta como analgésico. Todas estas propiedades permiten explicar por qué las hojas de guayaba son extraordinariamente eficientes en el tratamiento de difíciles enfermedades de gran importancia desde el punto de vista médico-social, contribuyendo de manera importante a enriquecer el valioso arsenal de productos de uso en la medicina natural, al punto que se comercializan en forma de té o de cápsulas de hojas de guayaba como suplementos nutricionales.

Beneficios para la salud que se derivan del uso de las hojas de guayaba, a continuación se describe una síntesis de los más relevantes beneficios que brinda el uso de las hojas de guayabas: promueve la pérdida de peso, la utilización de té de hojas de guayaba disminuye la sensación de hambre y evita la ingestión excesiva de comida contribuyendo a evitar que los almidones complejos se transformen en azúcares, importante aspecto involucrado en los mecanismos que explican el aumento de peso.

Para los diabéticos, el té de hoja de guayaba resulta altamente eficaz al lograr disminuir la glicemia, en tanto coadyuva a impedir la absorción de otros azúcares, como son sacarosa y la maltosa, contribuyendo a reducir los niveles de azúcar en la sangre de los diabéticos. También regula el colesterol en sangre, beber durante 3 meses té de hojas de guayabo puede contribuir de forma importante en lograr la reducción en los triglicéridos y el colesterol LDL.

Tratamiento de cuadros diarréicos, se recomienda para el tratamiento de las diarreas, hervir unos 30 gramos de hojas de guayaba en dos vasos de agua con harina de arroz, y beber ésta mezcla al menos dos veces al día; También se aconseja hervir las hojas de guayaba durante unos veinte minutos a una temperatura alrededor de los noventa grados Celsius, después de hervir cuele la parte líquida y tómelo con moderación hasta que se le quiten las diarreas.

Las hojas de guayaba en forma de té estimula la producción y acción de las enzimas digestivas disminuyendo la proliferación de bacterias que producen toxinas altamente perjudiciales a los seres humanos, resultando muy beneficiosas en los casos que aparece intoxicación alimentaria, así como actuando contra vómitos y náuseas. Se reporta que el té de hojas de guayaba es altamente eficaz en el tratamiento de la bronquitis al calmar la tos, disminuir las dificultades respiratorias y la producción de secreciones. Debido a sus cualidades

anti-inflamatorias, la hoja de guayaba se utiliza para curar las encías, así como aliviar el dolor de muelas, las llagas de la boca y el dolor de garganta cuando se usa en forma de gargarismos. (Leyva Cruz, 2018).

## **2.10. Estudios realizados.**

### **2.10.1. Propagación asexual del guayabo mediante la técnica de acodo aéreo.**

Albany N, et al, s.f. Llevaron a cabo una investigación en el estado de Zula, Venezuela, sobre la propagación asexual de la guayaba; El objetivo de esta investigación fue establecer una técnica para la propagación del guayabo a través de acodos aéreos, utilizando diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento.

En el ensayo se estudió el efecto de los siguientes reguladores de crecimiento: ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB), en concentración de 5.000 mg kg<sup>-1</sup> en ambas reguladores de crecimiento, y una combinación de 2.000 mg kg<sup>-1</sup> ANA+1.000 mg kg<sup>-1</sup> AIB, utilizando como sustrato abono de río.

Los resultados para las variables evaluadas (porcentaje de acodos enraizados, número de raíces emitidas, y longitud de raíces), según el análisis estadístico muestran que el T1, fue superior en el porcentaje de acodos enraizados con un valor de 96.43 %, comparados con T2 Y T3, los que obtuvieron 75.42% y 87.10% respectivamente, demostrando que el ácido naftalinacético (ANA) en concentración de 5.000 mg kg<sup>-1</sup> con abono de río, es el más favorable para obtener los mejores porcentajes de enraizamiento.

El número de raíces demostró igualdad estadística entre T1 y T2, los cuales fueron mejores a T3.

En la longitud de raíz se encontraron diferencias estadísticas siendo T1 y T3 similares pero superiores a T2. En el cuadro A1 se presentan los resultados de este estudio.

### **2.10.2. Propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.**

Macías Sambrano, en el 2007 Realizó un estudio sobre la propagación asexual de acodo aéreo con la variedad de cacao CCN- 51, aplicando ácido naftalenacético (ANA) más

el ácido indolbutírico (AIB) combinados en diferentes concentraciones para determinar la dosis más adecuada para la forma de propagación asexual por acodo aéreo. Con base en los resultados estadísticos se demostró que el mejor tratamiento para el enraizamiento de acodos aéreos en cacao CCN-51 fue la aplicación de 2000 mg/l ANA ácido naftalenacético + 2000 mg/l AIB ácido indolbutírico porque presentó los máximos valores de porcentaje de acodos enraizados, número y longitud de raíces con 98.50%, 3.03 y 5.22, en comparación con los valores del tratamiento testigo en las variables número de raíces, longitud de raíz y porcentaje de enraizamiento con promedio de 2.83, 0.48 cm, y 35% ver el cuadro A2.

### **2.10.3. Efecto de auxinas en la propagación por acodos aéreos de guayabos tolerantes a *Meloidogyne spp.***

J. Vilches et al en el 2011, realizaron dos experimentos, el primero evaluando el efecto de los promotores hormonales de crecimiento ácido naftalenacético y el ácido indolbutírico en los acodos aéreos en guayaba

A través de los valores encontrados se determinó que existió un grado de toxicidad con unas concentraciones de los reguladores de crecimiento empleados en este experimento, ya que pocas semanas después de realizados los acodos, las hojas de la rama acodada con aplicación de 5000 mg/l de ANA presentaron amarillamiento, abscisión de las hojas y posteriormente muerte de la rama ver cuadro A-3.

En el segundo experimento utilizando cuatro diferentes variedades de guayaba, sin producto hormonal, después de ocho semanas, los análisis estadísticos sólo detectaron diferencias ( $P < 0,05$ ) para el porcentaje de acodos enraizados (%AE) en los genotipos evaluados. El mayor %AE se observó en la selección de guayaba Agroluz-42 que registró un 53,3%. Las selecciones Agroluz-18 y Agroluz-43 tuvieron un comportamiento similar entre ambos pero inferior a Agroluz-42 ver la figura A-1.

### **2.10.4. Efecto del ácido indolbutírico sobre el enraizamiento de acodos aéreos de guayabo (*Psidium guajava L.*)**

Sánchez Urdaneta et al, 2009. Realizaron un ensayo el cual se llevó a cabo en el municipio Baralt, Venezuela, Los acodos se realizaron en ramas semi-lignificadas en activo crecimiento, de variantes de guayabo con meso y endocarpio Blanco o Rojo, utilizando como

sustrato espuma fenólica + viruta de coco (1:1). Se evaluaron cuatro concentraciones de AIB (0, 2000, 4000 y 6000 mg·kg<sup>-1</sup>), bajo un diseño experimental totalmente al azar con arreglo de tratamientos factorial 2x4 con dos y cuatro repeticiones.

Se concluye que en las variantes de guayabo seleccionadas y las concentraciones de AIB utilizadas no promovieron adecuadamente el enraizamiento de acodos aéreos, sin embargo los resultados obtenidos muestran que se presentaron diferencias estadísticas significativas ya que en el tratamiento testigo se lograron mayores porcentajes de acodos vivos, y en la concentración de 6000 mg·kg<sup>-1</sup> de AIB, no se encontraron acodos con formación de cayos.

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Generalidades de la investigación.

##### 3.1.1 Ubicación geográfica.

La investigación se realizó en una parcela de frutales, cultivada con guayaba variedad Taiwán 1, de 8 años de edad, situada en el cantón San Gerónimo del municipio de Chapeltique, departamento de San Miguel. Las coordenadas geográficas son: 13 ° 38´ Latitud norte y 88° 17´ longitud Este. Ver figura A-3.

##### 3.1.2 Condiciones climáticas del lugar.

Clima tropical seco (Clasificación climática según kóppen) sabana tropical caliente o tierra caliente (0-800 msnm), la elevación es de 200 msnm, considerando la regionalización climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como “ bosque húmedo subtropical) (con biotemperaturas de 24 °C, y temperaturas del aire media anuales a 24 °C); la temperatura promedio anual es de 29°C, precipitación promedio anual 1690 mm, y humedad relativa promedio anual de 78%. ; Los rumbos de los vientos son predominantes del norte en la estación seca, y del sur en la estación lluviosa . (Estación M-24).

##### 3.1.3 Duración del estudio.

La investigación se llevó a cabo en un periodo, de 3 meses, comprendidos desde el 14 de Octubre 2016 hasta el 12 de Enero del año 2017.

##### 3.1.4. Materiales y equipo.

###### 3.1.4.1. Vegetativos.

36 plantas establecidas de guayaba variedad Taiwán 1, de 8 años de edad

###### 3.1.4.2. Otros.

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Papel aluminio (rollos) | 4  |
| Plásticos (yardas)      | 6  |
| Ligas (rollo de pita)   | 1  |
| Jeringa                 | 1  |
| Bolsas para trasplante  | 34 |

### **3.1.4.3. Equipo.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| Bomba de mochila     | 1 |
| Pala                 | 1 |
| Tijera para injertar | 1 |
| Cinta métrica        | 1 |
| Cubeta               | 2 |

### **3.2. Metodología de campo.**

El montaje del experimento se dividió en dos fases que a continuación se detallan:

#### **3.2.1. Fase pre-experimental.**

Antes de iniciar con la fase experimental del estudio se realizó una visita a la parcela, para realizar un recorrido de reconocimiento de las características del cultivo en el cual se montó el experimento.

#### **3.2.2. Fase experimental.**

La delimitación del área experimental consistió en la verificación del distanciamiento de la siembra del cultivo, edad, la orientación y número de plantas por surco, determinar áreas de bloques, de tratamientos y parcelas útiles.

##### **3.2.2.1. Tipo de sustrato.**

El material que se usó en el ensayo fue tierra negra, aserrín y la combinación de ambos en relación de 1:1. Ver figura A-4.

##### **3.2.2.2. Desinfección del sustrato.**

Los productos usados para esterilizar el suelo fueron Rodazim, ver figura A-5. Fungicida líquido a base de carbamatos, en este producto la dosis recomendada es de 25cc por bomba de mochila; el cual se utilizó para realizar una aspersión hasta humedecer completamente el sustrato a utiliza, y 100 gr del insecticida etocop 10 Gr.

### **3.2.2.3. Preparación de los productos enraizadores.**

Los dos productos usados (Hakaphos violeta y Raizal 400), se disolvieron en 500 ml de agua hasta lograr una pasta ligeramente viscosa, la cual de esta manera permitió una mejor adherencia en el área seleccionada de la rama en la que se realizaron los diferentes acodos.

Ver figura A-6.

Dosis recomendada.

#### **Hakaphos violeta**

1 kg \_\_\_ 50 lt

Dosis utilizada

1 kg \_\_\_ 500 ml

Dosis recomendada.

#### **Raizal 400**

1 kg \_\_\_ 100 lt

Dosis utilizada

1 kg \_\_\_ 500ml

### **3.2.2.4. Selección de la rama para acodar.**

Para escoger la rama a usada se tomó en cuenta, las que presenten características idóneas como: vigor, diámetro, sin importar la altura a la cual se ubique dicha rama.

### **3.2.2.5. Elaboración de los acodos aéreos.**

Se realizaron en la parte aérea de la planta de guayaba, con sustratos de tierra negra de montaña, aserrín y una mezcla en proporción de 1:1, y dos tipos de estimulantes enraizadores, a los cuales se les colocó un plástico de 25x25 cm transparente, el cual se amarró con una liga en cada extremo y se cubrió con una capa de papel aluminio para protegerlo de la luz solar.

### **3.2.2.6. Riego.**

Se les aplicó riego cada 15 días, utilizando una jeringuilla de 20 cm inyectando 20 ml de agua por acodo en la época lluviosa y 40 ml cada 7 días en periodos críticos donde se tuvo presencia de canículas. Ver figura A-7.

### **3.2.2.7. Eliminación del callo (tejido parenquimático cicatrizal).**

En esta investigación no se encontraron acodos con formación de cayo, mostrando una diferencia importante en el estudio llevado a cabo por Sánchez Urdaneta et al (1999), sobre el efecto del ácido indolbutírico sobre el enraizamiento de acodos aéreos de guayabo, quien si

observó presencia de callosidad, y fue una variable sujeta a medición; por lo tanto en este estudio, se procedió a la etapa de recolección de datos a partir de los 3 meses de realizados los acodos, sin tomar como parámetro de medición esta variable.

### **3.3. Metodología estadística.**

El experimento se realizó en el cultivo de guayaba variedad Taiwán 1. El sistema de siembra en la parcela es en cuadro real con un distanciamiento de siembra de 4m x 4m. Se utilizaron 36 plantas y de cada una se seleccionaron tres ramas para ser acodadas.

#### **3.3.1. Factor en estudio.**

Dos productos enraizadores (Hakaphos violeta y Raizal 400), usando tierra negra y aserrín como sustrato, para promover el desarrollo de las raíces adventicias por acodo aéreo en el cultivo de guayaba.

#### **3.3.2. Diseño experimental.**

El estudio se evaluó con un arreglo factorial (2x3) en un Diseño de Bloques al azar, con 6 tratamientos, 6 bloques y 1 repetición por bloque por tratamiento. Cada unidad experimental consta de 3 acodos por planta. El área utilizada por bloque es de 98m<sup>2</sup> (4m x 4m), representando una área total para el experimento de 576 m<sup>2</sup>. (0.576 ha). Ver figura A-8.

#### **3.3.3. Análisis estadístico.**

Para la variable porcentaje de acodos enraizados, número y longitud promedio de raíces más desarrolladas se realizó el análisis de varianza (ANVA), mediante el programa SPSS, con su respectiva prueba de Duncan.

#### **3.3.4. Modelo estadístico.**

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \tau_k + \alpha\tau_{jk} + e_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = es la  $ijk$ -ésima observación en el  $i$ -ésimo bloque que contiene el  $j$ -ésimo nivel del factor A y el  $k$ -ésimo nivel del factor B.

$\mu$  = es la media general;  $\beta_i$  = es el efecto del  $i$ -ésimo bloque.

$\alpha_j$  = es el efecto del j-ésimo nivel del factor A.

$\tau_k$  = es el efecto del k-esimo nivel del factor B

$\alpha\tau_{jk}$  = es la interacción del j-esimo nivel del factor A con el k-esimo nivel del factor B

$e_{ijk}$  = es el error aleatorio.

Distribución estadística para el análisis.

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Grados de libertad |
|----------------------|--------------------|--------------------|
| Tratamientos         | t-1                | 5                  |
| Bloques              | b-1                | 5                  |
| Factor A             | n-1                | 2                  |
| Factor B             | n-1                | 1                  |
| A x B                | A x B              | 2                  |
| Error                | (t-1) (b-1)        | 30                 |
| Total                | tb-1               | 35                 |

t= número de tratamientos b= número de bloques

### 3.3.5. Descripción de los tratamientos en estudio.

| Tratamientos                  | U.E. | Repeticiones | Acodos/tratamiento. |
|-------------------------------|------|--------------|---------------------|
| T1: tierra                    | 6    | 3            | 18                  |
| T2: mezcla                    | 6    | 3            | 18                  |
| T3: tierra + raizal 400       | 6    | 3            | 18                  |
| T4: mezcla + raizal 400       | 6    | 3            | 18                  |
| T5: tierra + hakaphos violeta | 6    | 3            | 18                  |
| T6: mezcla + hakaphos violeta | 6    | 3            | 18                  |
| <b>Total</b>                  |      |              | <b>108</b>          |

Mezcla: tierra negra + aserrín en proporción de 1:1

### 3.3.6. Prueba estadística.

Para determinar cuál de los tratamientos fué el mejor se utilizó la prueba estadística de Duncan, el modelo estadístico para esta prueba es el siguiente:

L.S. =  $T\alpha \times Sx$

L.S. = Límite de significación.

$T_{\alpha}$  = Valor tabular dado en la tabla de Duncan. Se obtiene con los grados de libertad del error experimental, el número de medias que separan a las dos medias que se están comparando y con el nivel de significación considerado.

$S_x$  = Error estándar de la media =  $\sqrt{S^2/n}$

$S^2$  = Cuadrado medio del error.

n = Número de repeticiones.

### **3.4. Variables a evaluar.**

En la presente investigación sobre el método de propagación asexual por acodo aéreo, se evaluaron cuatro variables que a continuación se describen.

#### **3.4.1. Porcentaje de acodos enraizados (AE).**

El porcentaje de acodos enraizados se determinó mediante una regla de tres simple, a los tres meses de haber realizados los acodos cuando ya eran visibles raíces en estos.

#### **3.4.2. Número de raíces por acodo (NRA).**

Para obtener el número de raíces, se cuantificó a los tres meses de realizados los acodos y se determinó calculando el promedio de los tres acodos que representan la unidad experimental.

#### **3.4.3. Longitud de raíz más larga (LRL).**

La variable longitud de las raíces se midió utilizando una regla graduada en centímetros con aproximaciones al milímetro, y se tomó el dato de la raíz que se observó más desarrollada.

#### **3.4.4. Análisis económico.**

Para el análisis económico se realizaran los cálculos en base a la siguiente metodología utilizada por Macías Sambrano, (2013).

### **Costos totales**

Se calculó mediante la fórmula: **CT=CF+CV**

CT= Costos totales    CF= Costos fijos    CV=Costos variables

### **Ingreso bruto**

Se calculó mediante la fórmula: **IB=YxPY**

IB= Ingreso bruto    Y= producto    YP= Precio del producto

### **Ingreso neto**

Se calculó mediante la fórmula: **BN=IN-CT**

BN= Ingreso neto    IN=Ingreso bruto    CT=Costos totales

### **Relación beneficio costo**

Se calculó mediante la fórmula: **R (B/C)=IT/CT**

R (B/C)=Relación beneficio costo    CT=Costos totales    IN=Ingreso neto

**B/C= utilidad total/costo total**

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 4.1. Porcentaje de acodos enraizados.

En los cuadros anexos A-5 al A-12 se presentan los datos del enraizamiento, análisis de varianza y prueba de Duncan de los acodos aéreos en guayaba Taiwán 1, a los 90 días de duración del experimento.

El resumen del comportamiento de los tratamientos y bloques en el tiempo de duración del estudio, se presenta en el Cuadro 1 y Figura 1,2. En el cual se observa una respuesta positiva del enraizamiento de la variedad Taiwán 1 para todos los tratamientos en estudio, no así los logrados en los promedios de los bloques.

Logrando un porcentaje de enraizamiento en el T1 = 88.88%, en el que solo se usó tierra negra sin producto enraizador, y para el T2 = 100%, solo con mezcla entre tierra negra más aserrín sin producto, pero una disminución de 11.11% en el T3 = 77.77% usando tierra más el producto hormonal raizal 400.

El resultado obtenido en el T4 = 100% usando mezcla de tierra más aserrín con raizal 400 ppm. Este valor fue similar al encontrado en T2, y el comportamiento se le atribuye a la variedad utilizada como planta indicadora (Taiwán 1).

En el T5 = 88.88% con tierra negra más hakaphos violeta, se observó una disminución en comparación a T4, pero este se comportó igual al T1 en el porcentaje de enraizamiento, y el menor porcentaje lo registro T6 = 72.21% con mezcla más hakaphos.

Al analizar los resultados estadísticos en la variable porcentaje de acodos enraizados, con el programa de análisis estadístico SPSS, el análisis de varianza (ANVA), no encontró diferencias estadísticas significativas entre bloques, analizando los factores en forma individual, (sustrato y producto), pero si existieron diferencias estadísticas significativas en la interacción de estos y entre los tratamientos (Cuadro A-11).

Para la comparación de medias de la variable porcentaje de acodos enraizados en los tratamientos según la prueba de Duncan (0.05), (Cuadro A8), se pudo observar que el T2 = 100% y T4 = 100%, fueron los mejores tratamientos con porcentajes de acodos

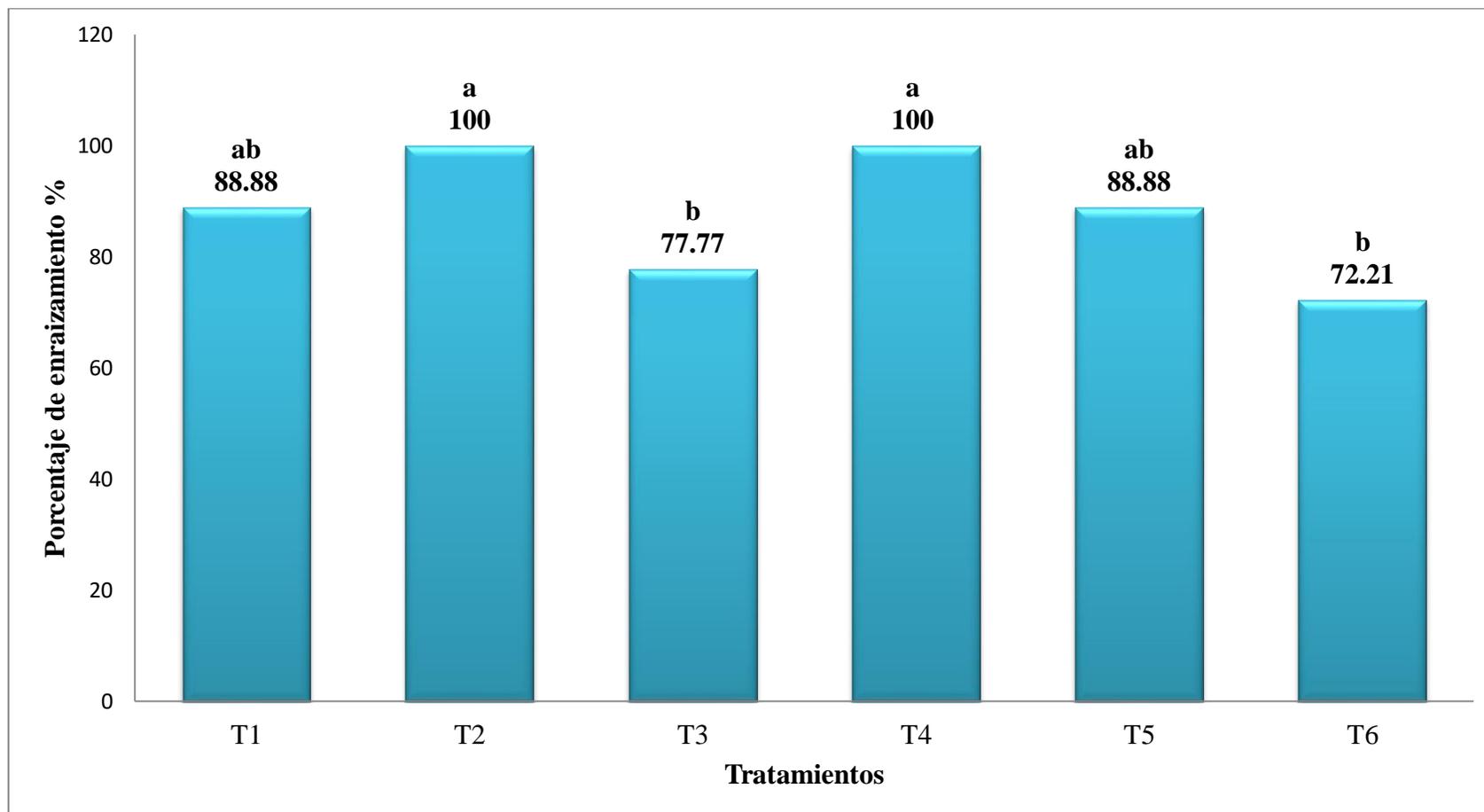
**CUADRO 1. Porcentaje de enraizamiento (%) en cada uno de los tratamientos y bloques con acodo aéreo en guayaba Taiwán 1.**

| Tratamientos                    | Bloques   |           |           |           |           |           | % promedio |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                                 | I         | II        | III       | IV        | V         | VI        |            |
| T1: Tierra                      | 100       | 100       | 100       | 100       | 66.66     | 66.66     | 88.88 ab   |
| T2: Mezcla (tierra más aserrín) | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100.00 a   |
| T3: Raizal más tierra           | 100       | 66.66     | 66.66     | 66.66     | 100       | 66.66     | 77.77 b    |
| T4: Raizal más mezcla           | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100.00 a   |
| T5: Hakaphos mas tierra         | 66.66     | 66.66     | 66.66     | 100       | 100       | 100       | 88.88 ab   |
| T6: Hakaphos mas mezcla         | 66.66     | 66.66     | 66.66     | 100       | 100       | 66.66     | 72.21 b    |
| <b>% promedio</b>               | 88.88 n.s | 83.83 n.s | 83.83 n.s | 94.44 n.s | 94.84 n.s | 83.83 n.s |            |

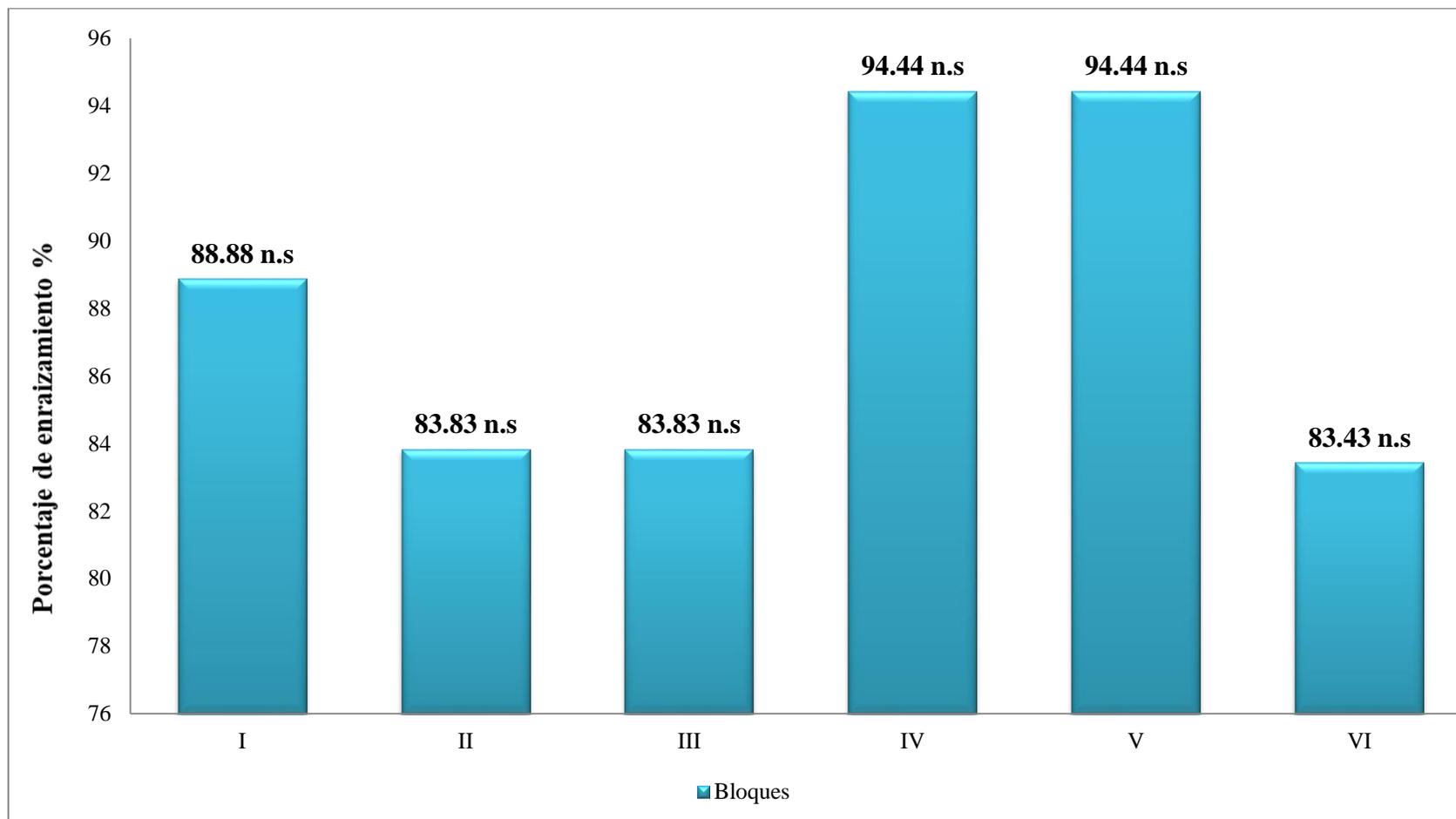
a, b: medias con diferencia estadística significativa  $P < 0.05$

ns: medias con diferencia estadística no significativa.

Mezcla: (tierra + aserrín en proporción de 1:1).



**FIGURA 1. Porcentaje de enraizamientos de los acodos en guayaba Taiwán 1, en los diferentes tratamientos.**



**FIGURA 2.** Porcentaje de enraizamientos de los acodos aéreos en guayaba Taiwán 1, en los diferentes bloques.

enraizados iguales al 100%, pero similares estadísticamente al compararse con el T1 = 88.88 % y T5 = 88.88 %, respectivamente (Figura 1).

La prueba de Duncan para la comparación de medias por tratamientos en la variable porcentaje de acodos enraizados, muestra que el T2 y T4 son iguales estadísticamente a T1 y T5, pero son mejores al compararlos estadísticamente con el T3 y T6, que son iguales estadísticamente a T1 y T5.

En este estudio se usaron los tratamientos T1 y T2 como control para cada uno de los factores (sustrato y producto), es decir que estos tratamientos antes mencionados no contienen ningún producto enraizador, solamente el sustrato (tierra y mezcla de tierra más aserrín).

El resultado de obtener un porcentaje de enraizamiento en T2 = 100 %, el cual es un tratamiento control (mezcla de tierra negra más aserrín en proporción de 1:1) es decir sin ningún producto enraizador, deja sin efecto el beneficio de la aplicación de los productos Raizal 400 y Hakaphos violeta usados en esta investigación, por lo tanto el porcentaje de enraizamiento obtenido en este tratamiento (T2), se debe a otros factores fisiológicos propios de la variedad (Taiwán 1).

Sánchez Urdaneta et al, mencionan 5 factores a considerar con el uso de esta técnica de propagación vegetativa, los cuales son: la condición fisiológica de las ramas, la forma de aplicación, la concentración del regulador de crecimiento, y el tipo de auxina, (en este estudio se usaron dos productos enraizadores el hormonal raizal 400 sin especificar el tipo de auxina y el enraizante no hormonal hakaphos violeta aplicados en pasta viscosa sobre la rama descortezada); y el sustrato a utilizar, los cuales son elementos importantes a considerar para la evaluación de la técnica de acodo aéreo.

Sántelices citado por Zaldívar Cerón et al, afirma que además de los factores genéticos y fisiológicos en la planta, y factores climáticos externos que influyen en el enraizamiento, se deben tomar en cuenta los relacionados a la técnica del acodo aéreo: el sustrato y su microclima. Hartmann y Kester, 2001, destacan la importancia de la buena humedad, aireación, temperatura moderada y el sustrato empleado como los factores indispensables que favorecen la técnica del acodo aéreo. En la investigación se utilizó tierra negra y aserrín esterilizados y la mezcla de ambos en proporción de 1:1, la cual contribuyó a una buena aireación y retención de humedad para lograr mejores resultados, obteniendo un buen

porcentaje de acodos enraizados, siendo necesaria la reposición de humedad mediante la aplicación de agua una vez por semana, debido a que las altas temperaturas provocaron resecaamiento en los acodos, porque el periodo de enraizamiento, abarcó las últimas semanas de la época lluviosa, periodo en el cual dejó de llover creando condiciones de época seca, registrándose altas temperaturas, sin embargo se obtuvieron resultados positivos con altos porcentajes de enraizamientos en los diferentes tratamientos, debido a que la emisión de raíces comenzó dentro del periodo lluvioso. Estos porcentajes son similares a los que encontraron Albany et al, quienes obtuvieron un valor de 96.43% en acodos aéreos en guayaba, usando 5000 mg/kg ácido naftalenacético (ANA), quienes en su investigación concluyeron que, el mejor sustrato para enraizar es la combinación arena de río más espuma fenólica en proporción de 1:3. Pero en la presente investigación las diferencias estadísticas encontradas no se deben al tipo de sustrato utilizado sino que se derivan de las características fisiológicas inherentes que posee la variedad de guayaba Taiwán1.

J. Vilches et al, trabajando con las variedades de guayabas venezolanas agroluz 14, agroluz 18, agroluz 42 y agroluz 43 encontraron diferencias estadísticas entre estas variedades para la variable porcentaje de acodos enraizados, debido al potencial genético de una de las variedades respecto a las otras, siendo la agroluz 42, la que fue superior a las demás con un valor de 53.3 %.

Pérez Guerra citado por Zaldívar Cerón et al, menciona que una interrupción en el traslado hacia las raíces de materiales orgánicos (carbohidratos, auxinas y otros factores de crecimiento), procedentes de las hojas y de las ramas en desarrollo se acumulan cerca del punto de tratamiento, y el enraizado ocurre cerca de esa área, en general cuando el tallo está unido a la planta progenitora, otro factor determinante para lograr estos resultados es el estado juvenil en el cual se encontraron las ramas seleccionadas incidiendo positivamente para promover el enraizamiento. Hartmann y Kester citados por Zaldívar Cerón, señalan que a mayor edad, menor capacidad de enraizamiento, debido a que existe en menor cantidad el etileno y otras auxinas naturales que promueven el enraizamiento, y están presentes en mayor cantidad en la fase juvenil.

En el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticas entre los promedios de bloques debido a que todos ellos fueron manejados de manera homogénea ver figura 2.

#### **4.2. Número de raíces promedio.**

La recolección de los datos para esta variable se realizó en una sola medición a los 90 días de haber dado inicio la fase experimental, contando el número de raíces por cada rama acodada.

En los anexos A-13 al A-18 se presentan los datos obtenidos del número de raíces promedio de los tres acodos que representan la unidad experimental por tratamientos y por bloques, así mismo se muestra el análisis de varianza y prueba de Duncan en los anexos A-19, y A-20 respectivamente.

En el cuadro 2 y figuras 3 y 4, se presenta el resumen del número de raíces promedio por acodo, por tratamiento y bloque observándose que en el estudio se obtuvieron buenos resultados sobre la cantidad de raíces emergidas al finalizar la etapa experimental con los siguientes resultados  $T_1= 6.72$ ,  $T_2= 8.43$ ,  $T_3=12.52$ ,  $T_4=8.74$ ,  $T_5=8.13$  y  $T_6= 7.33$ .

Según el análisis de varianza ANVA, para la variable número de raíces promedio, no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, bloques, factores (sustrato y producto) ni en la interacción entre ambos, es decir que los productos Raízal 400 y Hakaphos violeta, no generan un mayor número de raíces en acodos aéreos en guayaba, ni el sustrato tierra negra ni la mezcla de tierra más aserrín en proporción de 1:1 favorecen positivamente aumentando el número de raíces.

Los resultados obtenidos en la variable número de raíces no mostraron diferencias estadísticas significativas, pero al analizar estos resultados mediante la prueba de Duncan al (0.05), para conocer cuál de estos fue el mejor promedio, se determinó que el  $T_3 = 12.5$  raíces, obtuvo el mayor número de raíces, (Figura 3), sin embargo este resultó ser similar aritméticamente al compararlos con los tratamientos:  $T_2 = 8.43$ ,  $T_4 = 8.74$ ,  $T_5 = 8.13$ ,  $T_6 = 7.33$ , y siendo únicamente mejor que  $T_1 = 6.7$ , el cual presentó la menor cantidad de raíces con la técnica del acodo aéreo.

El estudio muestra que todos los acodos presentaron un número de raíces aceptable para responder a la supervivencia después del trasplante en el cual el  $T_3 = 12.5$  raíces

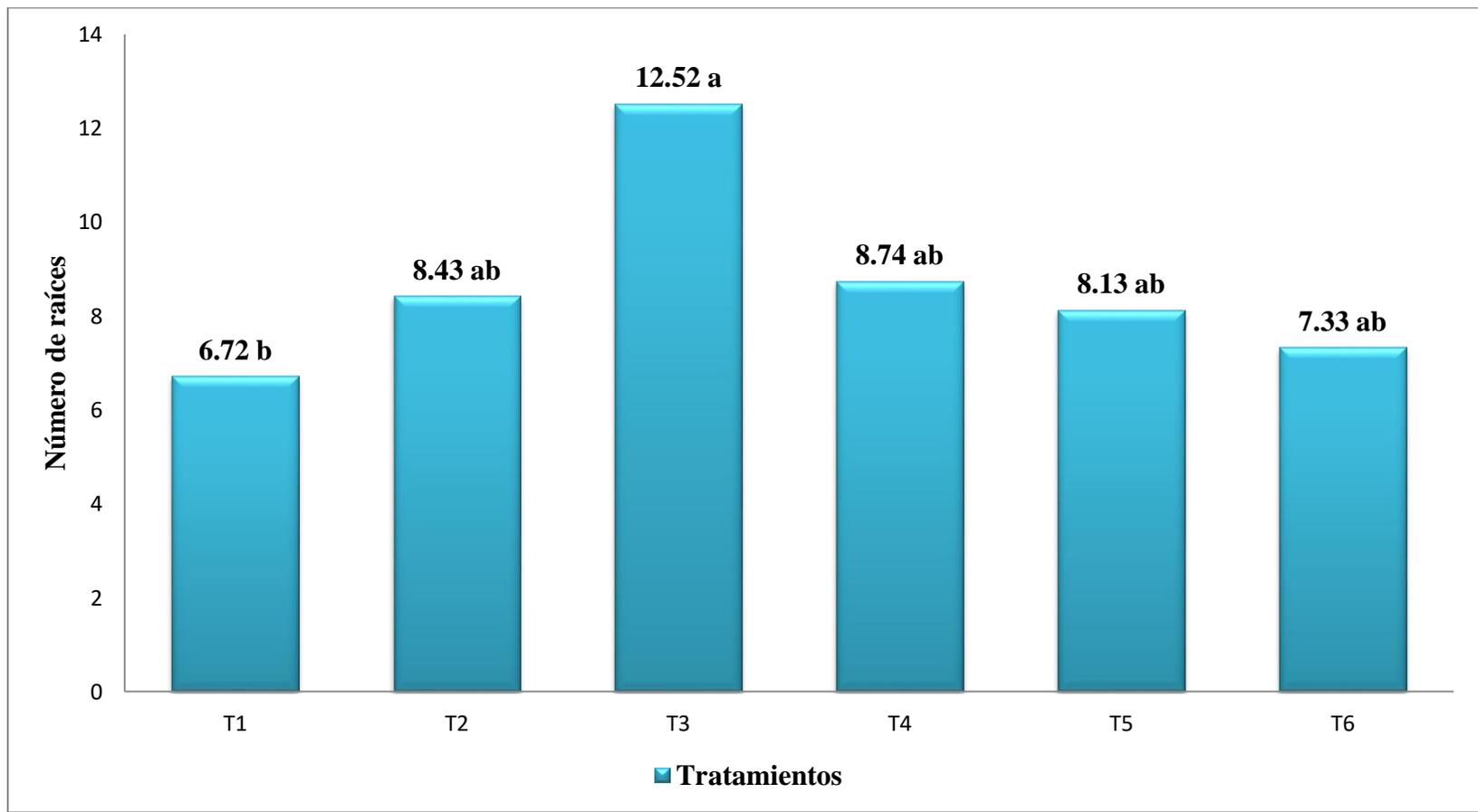
**CUADRO 2. Número de raíces en cada uno de los tratamientos y bloques en acodo aéreo en guayaba taiwanesa.**

| Tratamientos                     | Bloques   |           |          |          |          |          | Número de raíces promedio |
|----------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|
|                                  | I         | II        | III      | IV       | V        | VI       |                           |
| T1: Tierra                       | 5.60      | 8.33      | 18       | 17.66    | 10.00    | 3.00     | 6.72 b                    |
| T2: Mezcla (tierra más aserrín)  | 2.60      | 10.00     | 13       | 11.00    | 15.50    | 9.50     | 8.43 ab                   |
| T3: Raizal +tierra               | 5.30      | 8.00      | 9.5      | 4.6      | 3.00     | 5.30     | 12.52 a                   |
| T4: Raizal + mezcla              | 13.33     | 10.67     | 9        | 9.33     | 9.00     | 3.60     | 8.74 ab                   |
| T5: Hakaphos + tierra            | 6.50      | 7.33      | 18.66    | 4.60     | 4.30     | 16.60    | 8.13 ab                   |
| T6: Hakaphos + mezcla            | 7.00      | 6.30      | 7.00     | 5.30     | 7.00     | 6.00     | 7.33 ab                   |
| <b>Número de raíces promedio</b> | 10.43 n.s | 10.26 n.s | 5.95 n.s | 9.15 n.s | 9.66 n.s | 6.43 n.s |                           |

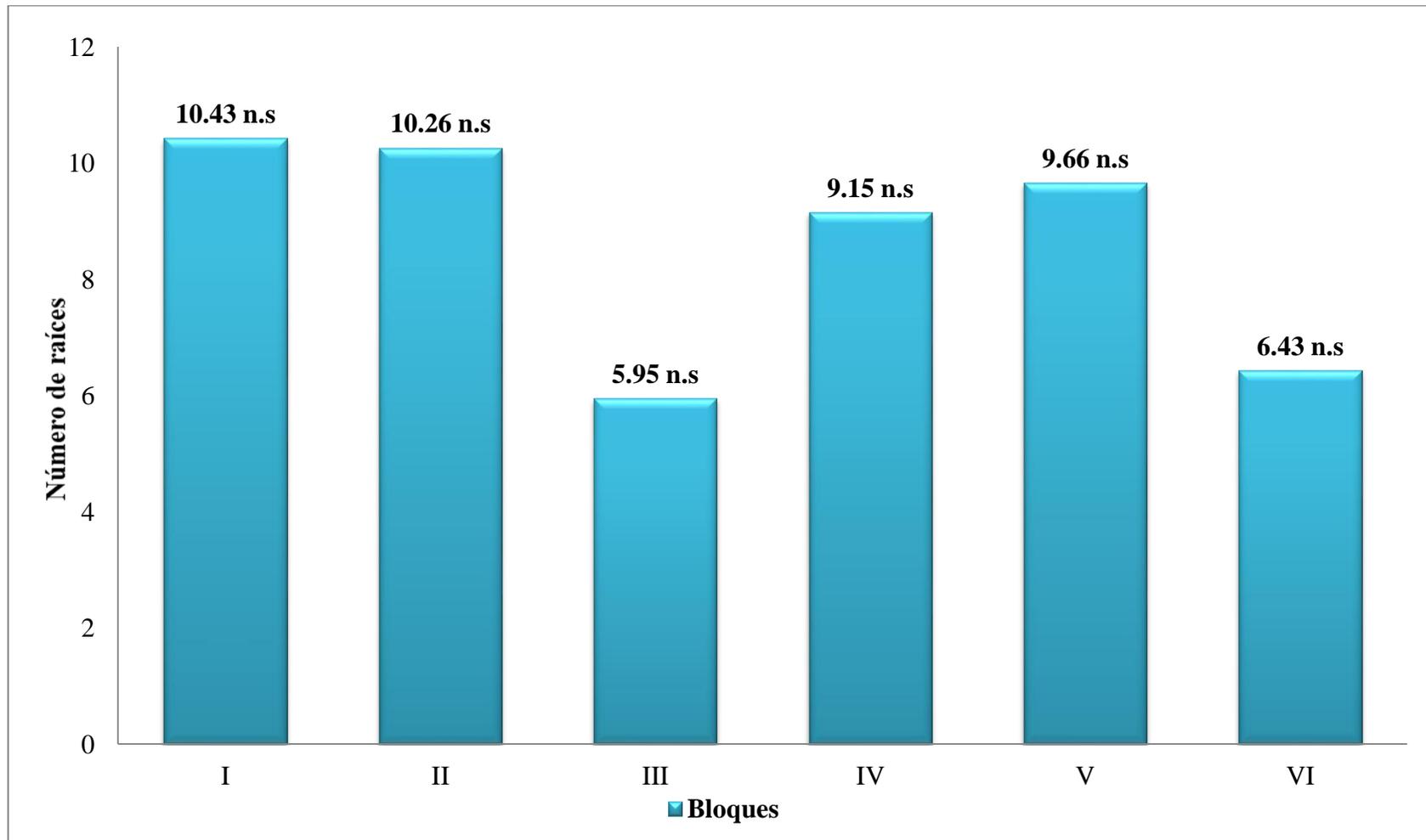
a, b: medias con diferencia estadística significativa  $P < 0.05$

ns: medias con diferencia estadística no significativa.

Mezcla: (tierra + aserrín en proporción de 1:1).



**FIGURA 3. Comparación entre el número de raíces promedio obtenidas en cada tratamiento.**



**FIGURA 4. Número de raíces promedio en los diferentes bloques.**

desarrolladas, con la aplicación de Hakaphos violeta más tierra, resultó ser el mejor aritméticamente; sin embargo el comportamiento del resto de tratamientos fue igual estadísticamente, es decir que con la aplicación de los productos Raizal 400 y Hakaphos violeta (factor A) y el uso de los sustratos tierra negra más mezcla con aserrín en proporción de 1:1 (Factor B), no ayudaron a los acodos aéreos en guayaba variedad Taiwán 1, a aumentar el número de raíces; empleando esta técnica de propagación. Los resultados obtenidos en esta variable son debidos al potencial genético que posee la variedad Taiwán 1, la cual emitió una buena cantidad de raíces en el tratamiento testigo sin el uso de productos enraizadores. Al comparar estos datos con los resultados del estudio realizado por Sánchez Urdaneta et al, se observa una superioridad en el número de raíces obtenido en el presente estudio, ya que él encontró diferencias estadísticas no significativas en esta variable, logrando 2.13 raíces por acodo con la concentración más alta usada (6000 mg·kg<sup>-1</sup>) del producto hormonal AIB, evaluando diferentes concentraciones de ácido indolbutírico (AIB), en dos diferentes variedades de guayaba de endocarpo y mesocarpo rojo y blanco. Cabe señalar que Urdaneta encontró la concentración apropiada de AIB, sin embargo no logró superar el número de raíces por acodo obtenido en el presente estudio, lo cual confirma las bondades que posee la variedad Taiwán 1, quien a su vez presenta alta capacidad de concentrar fotoasimilados ( carbohidratos y auxinas ) en la parte acodada.

En otro estudio realizado por Albany et al, se obtuvieron resultados similares en el número de raíces usando ácido naftalinacético (5000 mg/kg) logrando alcanzar un promedio de 7.89 raíces por acodo, lo cual concuerda con los datos obtenidos en el presente estudio.

#### **4.3. Longitud de raíz más desarrollada (cm).**

Los datos de esta variable se tomaron midiendo la longitud de la raíz más desarrollada que se presentó en los acodos a los 90 días de finalizado el ensayo experimental, cuando ya en estos eran visibles las raíces y demostraban un grado de desarrollo aceptable los cuales se muestran en los anexos A-21 al A-26.

En el cuadro 3 y figuras 5 y 6 se presenta el resumen de la longitud de raíz en centímetros, en los cuales se observan los siguientes valores obtenidos en los diferentes tratamientos siendo el T1 = 9.05, T2 = 9.63, T3 = 10.59, T4 = 9.42, T5 = 9.33 y T6 = 11.07.

El número y longitud de raíz son dos de las características de gran importancia para la supervivencia de la planta después del trasplante, ya que son las que le permiten a la planta la absorción de nutrientes a través de los pelos radiculares.

En el análisis de varianza (ANVA) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, bloques, factores (producto y sustrato) de igual forma en la interacción entre estos (Cuadro A-27). Sin embargo los datos fueron sometidos a la prueba de Duncan para determinar cuál de ellos fue el mejor promedio entre estos, no habiendo encontrado diferencias aritméticas (Cuadro A-28).

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que la variedad de guayaba Taiwán 1 tiene un gran potencial para ser propagada en forma asexual por acodo aéreo siendo este método uno de los recomendados por García. La aplicación de alguno de los productos empleados que son el Raizal 400 siendo este un hormonal y el Hakaphos Violeta no hormonal, y los tratamientos usados como control mostraron buenos resultados en cuanto a longitud de raíces en centímetros alcanzada, lo cual es determinante para obtener un buen porcentaje de prendimiento aplicando un buen manejo pos trasplante.

Macías Sambrano, trabajando con diferentes dosis combinadas entre las hormonas ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en acodos aéreos en cacao CCN-51 no encontró diferencias estadísticas entre tratamientos obteniendo los valores siguientes 2.85 cm para el testigo y 5.46 cm para el tratamiento 2500 mg/l de ANA + 2500 mg/l de AIB, estos resultados difieren de los encontrados por Albany (1) quien encontró diferencias estadísticas en acodos aéreos en guayabo usando ácido naftalenacético en concentración de 5000 mg/kg en comparación con el tratamiento de 5000 mg/kg de ácido indolbutírico, y la combinación de 2000 mg/kg de ANA + 1000 mg/kg de AIB, pero esta diferencia encontrada puede ser el resultado de aumentar la dosis en algún tipo de hormona, en este caso el de ANA, pero su empleo es más delicado, porque el margen de su umbral de actividad promotora y el umbral de su toxicidad es más pequeño, pudiendo inducir a la formación del fenómeno conocido como hiperplasia o cáncer de tejido.

En el presente estudio se usaron dos productos enraizadores los cuales se encuentran disponibles en los agroservicios locales.

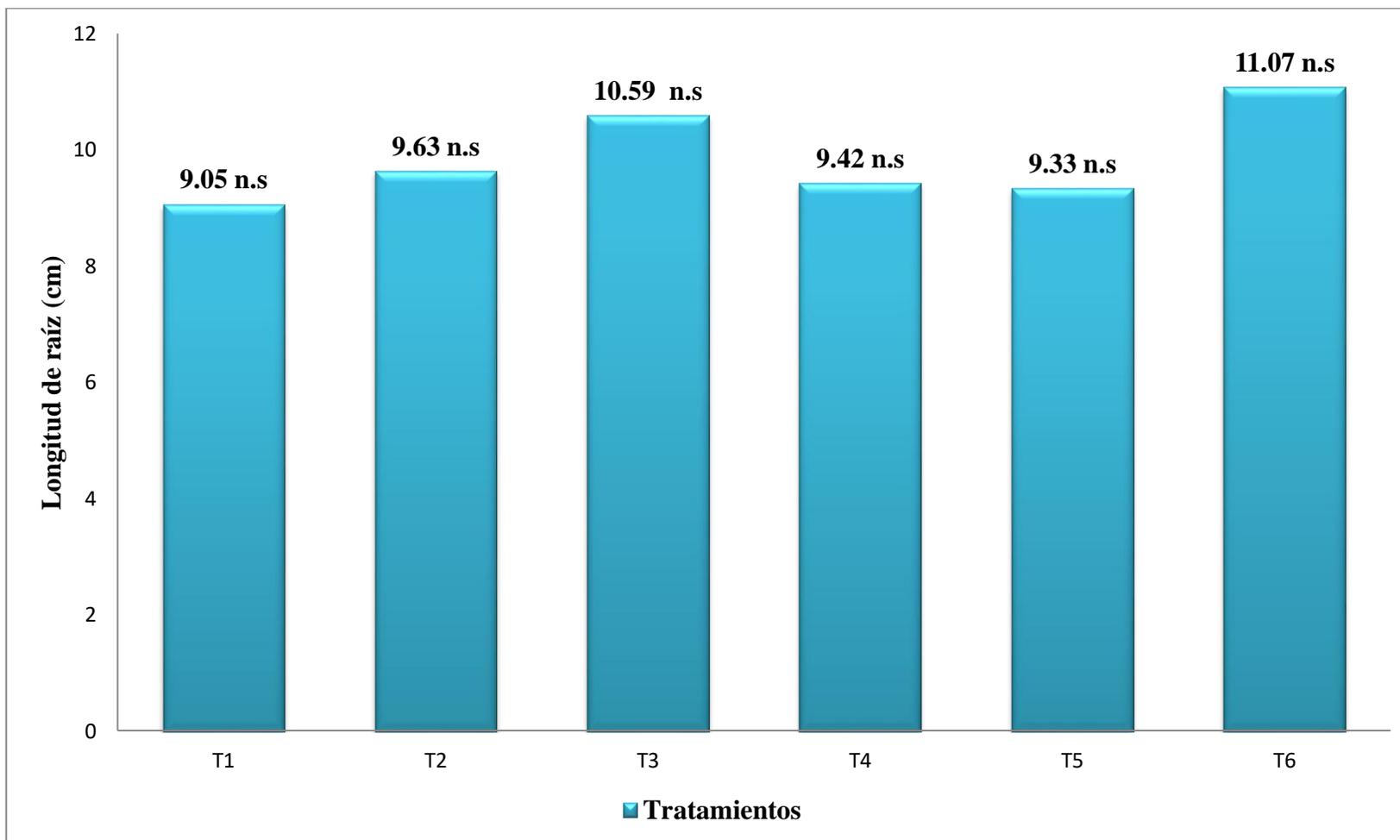
**CUADRO 3. Longitud de raíz más desarrollada en cada uno de los tratamientos y bloques en acodo aéreo en guayaba taiwanesa.**

| Tratamientos                      | Bloques  |          |          |           |           |          | Promedio de Longitud cm |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-------------------------|
|                                   | I        | II       | III      | IV        | V         | VI       |                         |
| T1: Tierra                        | 6.30     | 8.60     | 16.00    | 13.30     | 9.30      | 5.00     | 9.05 n.s                |
| T2: Mezcla                        | 5.16     | 8.60     | 5.00     | 8.60      | 12.00     | 17.00    | 9.63 n.s                |
| T3: (Raizal + tierra)             | 9.00     | 10.16    | 10.75    | 10.33     | 7.25      | 11.00    | 10.59 n.s               |
| T4: (Raizal + mezcla)             | 13.13    | 11.33    | 9.00     | 10.33     | 9.60      | 7.30     | 9.42 n.s                |
| T5: (Hakaphos + tierra)           | 11.00    | 9.60     | 13.30    | 8.16      | 6.50      | 16.66    | 9.33 n.s                |
| T6: (Hakaphos + mezcla)           | 9.75     | 9.50     | 9.50     | 5.80      | 11.33     | 9.50     | 11.07 n.s               |
| <b>Promedio de longitud en cm</b> | 9.75 n.s | 9.37 n.s | 9.74 n.s | 10.11 n.s | 10.87 n.s | 9.23 n.s |                         |

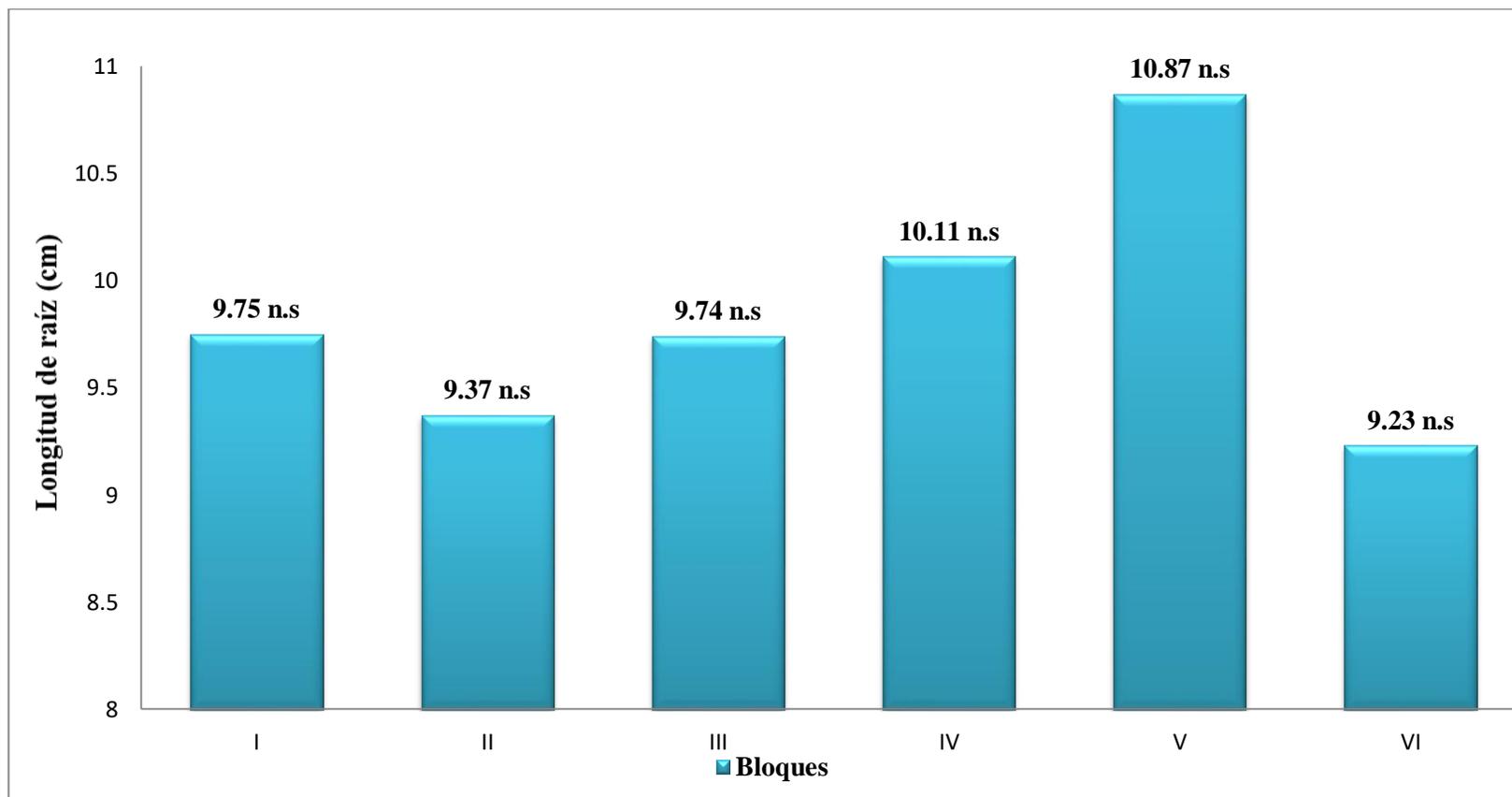
a, b: medias con diferencia estadística significativa  $P < 0.05$

ns: medias con diferencia estadística no significativa.

Mescla: (tierra + aserrín en proporción de 1:1).



**FIGURA 5. . Longitud de raíz más desarrollada en (cm) en cada uno de los tratamientos a los 90 días de realizado el acodo aéreo.**



**FIGURA 6. Promedio de longitud más desarrollada (cm) en los diferentes bloques.**

El comportamiento sobre los datos obtenidos en los bloques no muestra diferencias estadísticas, debido a que todos fueron sometidos a las mismas condiciones climáticas y de manejo del ensayo experimental ver figura 6.

#### **4.4. Análisis económico.**

La evaluación económica por tratamiento se presenta en el cuadro 4, el cual refleja los costos totales de producción, en la fase de enraizamiento y trasplante a la bolsa (fase de aclimatación), obteniendo los siguientes valores T1 (\$14.89), T2 (\$14.67), T3 (\$18.36), T4 (\$18.40), T5 (\$15.39) y T6 (\$15.42), es de notar que los valores más altos son los obtenidos en T3 y T4, ya que en estos se utilizó el producto enraizador (Raizal 400 ppm).

Los productos empleados en este estudio se encuentran disponibles en los diferentes agroservicios de San Miguel, pero no son específicos para usarlos con la técnica de propagación asexual de acodos aéreos, por esta razón fueron empleados realizando una pasta ligeramente viscosa, la cual pudo ser aplicada alrededor de la parte descortezada, logrando de esta forma que los diferentes productos evaluados permanecieran adheridos al xilema de las ramas tratadas.

En el caso de los ingresos por ventas y tomando como precios de referencia los que se ofrecen en el vivero Candy para las plantas de guayabas taiwanesas, se obtuvo que el T4 (\$33), presentó el mayor ingreso, seguido de T3 (\$24), usando en estos dos Raizal 400 y los demás tratamientos obtuvieron T1 (\$12), T2 (\$9), siendo estos dos a los cuales no se les aplicó ningún producto enraizador. En los tratamientos en los cuales fue usado Hakaphos violeta se obtuvieron los siguientes ingresos T5 (\$15), y T6 (\$9) respectivamente.

Con respecto a la relación beneficio/costo, para cada tratamiento esta se obtuvo dividiendo el ingreso bruto entre el costo total de producción, resultando de la siguiente manera T4 (\$1.79), el cual es el que dió mayor beneficio por cada dólar invertido con una ganancia de (\$0.79), seguido del T3 (\$1.31), en el cual se obtuvo una ganancia de \$0.31 por cada dólar invertido, T5 (\$0.97) con una pérdida de \$0.03, T1 (\$0.80) sin usar producto obtuvo un valor negativa \$0.20, T2 (\$0.61), y T6 (0.58) con pérdidas de \$0.39 y \$0.42 respectivamente.

De acuerdo a los valores obtenidos para la variable análisis económico sencillo podemos decir que entre los dos tratamientos que generaron ganancias es el T4 (\$0.79) el mejor para al generar mayores ganancias seguido del T3 (\$ 0.31), ambos fueron los que mayores beneficios obtuvieron, pero son estos a los cuales se les aplicó el producto enraizador hormonal Raizal 400 ppm, lo cual indica que es el mejor para lograr mayor cantidad de prendimiento de plantas pos trasplante, en comparación a los demás tratamientos en los cuales el número de plantas con prendimiento se vió disminuido, y los costos superaron los ingresos reflejando pérdidas, ya que no se lograron utilidades.

Con la investigación también se buscaba conocer cuál de los tratamientos obtendría el mejor resultado en el trasplante a la bolsa y sí, fueron observadas efectivamente plantas de mejor calidad en los tratamientos T3 y T4, al compararlas con las del resto de tratamientos en los cuales se observó menor calidad de plantas en cuanto al color del follaje y emisión de brotes nuevos, cabe señalar que en esta segunda fase de aclimatación solo se realizó una observación del desarrollo de las nuevas plantas y se cuantificaron las que presentaron el mejor desarrollo en cada tratamiento.

**CUADRO 4. Evaluación económica por cada uno de los tratamientos en estudio.**

| <b>DESCRIPCIÓN</b>       | <b>T1</b> | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> | <b>T5</b> | <b>T6</b> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Costo Variable</i>    | \$        | \$        | \$        | \$        | \$        | \$        |
| Fungicida Rodazin        | 0.08      | 0.08      | 0.08      | 0.08      | 0.08      | 0.08      |
| Insecticida Etocop 10 Gr | 0.18      | 0.18      | 0.18      | 0.18      | 0.18      | 0.18      |
| Papel aluminio           | 0.66      | 0.66      | 0.66      | 0.66      | 0.66      | 0.66      |
| Plástico                 | 0.5       | 0.5       | 0.5       | 0.5       | 0.5       | 0.5       |
| Ligas                    | 0.18      | 0.18      | 0.18      | 0.18      | 0.18      | 0.18      |
| tijera para injertar     | 0.75      | 0.75      | 0.75      | 0.75      | 0.75      | 0.75      |
| Jeringas                 | 0.05      | 0.05      | 0.05      | 0.05      | 0.05      | 0.05      |
| preparación de acodos    | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         |
| Raizal 400               | 0         | 0         | 3.75      | 3.73      | 0         | 0         |
| Hakaphos violeta         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.75      | 0.75      |
| Equipo                   | 0.25      | 0.25      | 0.25      | 0.25      | 0.25      | 0.25      |
| Bolsa                    | 0.24      | 0.27      | 0.21      | 0.27      | 0.24      | 0.27      |
| <b>Sub total</b>         | 6.64      | 6.67      | 10.36     | 10.4      | 7.39      | 7.42      |
| <i>Costo fijo</i>        |           |           |           |           |           |           |
| Mano de obra             | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         |
| <b>Costos totales</b>    | 14.89     | 14.67     | 18.36     | 18.4      | 15.39     | 15.42     |
| Total de plantas         | 4         | 3         | 8         | 11        | 5         | 3         |
| Precio de venta/planta   | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         |
| <b>Ingreso por venta</b> | 12        | 9         | 24        | 33        | 15        | 9         |
| Utilidad neta            | 5.36      | 2.33      | 13.64     | 22.6      | 7.61      | 1.58      |
| <b>Relación B/C</b>      | 0.82      | 0.61      | 1.31      | 1.79      | 0.97      | 0.58      |

## 5. CONCLUSIONES.

Después de analizar y discutir los resultados obtenidos durante la realización del ensayo se concluye.

1. En el porcentaje de acodos enraizados los resultados obtenidos demostraron que existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo los mejores el T2 (tierra más aserrín = 100%) y T4 (tierra más aserrín con raizal 400 = 100%), seguidos de T1 (tierra = 88.88%), y T5 (tierra más hakaphos violeta = 88.88%), y los tratamientos que obtuvieron los menores valores de enraizamiento fueron el T3 (tierra más raizal 400 = 77.77 %), y el T6 (tierra más aserrín con raizal 400 = 72.71%).
2. Para la variable número de raíces no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, mostrando los siguientes valores; T1 (tierra = 6.72), T2 (tierra más aserrín = 8.43), T3 (tierra con raizal 400 = 12.52), T4 (tierra más aserrín con raizal 400 = 8.74), T5 (tierra con hakaphos violeta = 8.13), y T6 (tierra más aserrín con hakaphos violeta = 7.33). sin embargo si se obtuvo diferencia aritmética entre tratamientos, siendo el T1 el que presentó menor número de raíces en comparación con todos los demás tratamientos.
3. Con respecto a la longitud de la raíz más desarrollada los resultados obtenidos determinaron que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, registrando los datos siguientes; T1 (tierra = 9.05 cm), T2 (tierra más aserrín = 9.63 cm), T3 (tierra con raizal 400 = 10.59 cm), T4 (tierra más aserrín con raizal 400 = 9.42 cm), T5 (tierra con hakaphos violeta = 9.33 cm), y T6 (tierra más aserrín con hakaphos violeta = 11.07 cm).
4. El análisis económico evaluado por medio de la relación beneficio costo (B/C) muestra que entre los tratamientos que se obtuvieron ganancias, fue mejor el T4 (t/a + raizal 400 con una ganancia = \$0.79), seguido de T3 (t/raizal 400 = \$0.31).

## **6. RECOMENDACIONES.**

1. Se recomienda realizar la técnica de propagación por acodos aéreo en guayaba variedad Taiwán 1, utilizando el producto enraizador Raizal 400 ppm, ya que fue el que presentó ganancias en T3 Y T4, logrando mayor porcentaje de plantas que sobrevivieron al trasplante.
2. Realizar un estudio más completo que permita la evaluación de las dos etapas necesarias para la producción de plantas por acodos aéreos, las cuales son: 1. El enraizamiento, y 2. Trasplante a la bolsa.
3. Realizar la técnica de propagación por acodos aéreo en guayaba con otras variedades como la Taiwán 2,3 y 4.
4. Darle seguimiento a esta investigación evaluando otras formas del bloquear el floema, las cuales pueden ser: (raspado de la corteza ó estrangulamiento con alambre).
5. Se recomienda ensayar con acodos aéreos de guayaba en ramas juveniles, de árboles no mayores de 8 años, ya que existe en esta etapa de desarrollo mayor concentración de etileno y otras auxinas.
6. Llevar a cabo este mismo experimento durante la época lluviosa, ya que se presentan condiciones ideales para la técnica de acodo aéreo.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. ALBANY, N; VILCHES, J; VILORIA Z; CASTRO, C; GADEA, L. 2003. Propagación asexual del guayabo mediante la técnica de acodo aéreo.
2. BERNALES ABARCA, CA. 1997. Implementación de la técnica de etiolación y acodo en la propagación clonal de paltos (Persea americana). Tesis Ing. Quillota. Ch. Universidad católica de valparaiso. Facultad de agronomía. 87 p.
3. CALDERÓN RAMOS, A; LASO, M. 2009. Producción de frutos de guayaba (Psidium guajava L.), Variedad Taíman 1, utilizando diferentes programas de fertilización N-P-K. Tesis Ing. San Salvador. SV. UES. 65 p.
4. CUEVA MIRANDA, G; DÍAS SOLÍS, E; RAMOS, P. 2006. Uso de dos estimulantes radiculares en esquejes de loroco. (Fernalda palurata). Tesis Ing. San Miguel. SV.UES. 105 p.
5. ECURED, CONTRIBUTORS. Acodo de árboles. Ed. Ecured. (en línea texto). Ec. Consultado el 12 de enero de 2013. Disponible en [https://www.ecured.cu/Acodo\\_de\\_%C3%A1rboles](https://www.ecured.cu/Acodo_de_%C3%A1rboles)
6. ERAZO QUIJADA, JD; LANDAVERDE GARCÍA, JD; MÉNDEZ RIVERA, LE. 2005. Evaluación de diferentes tipos de bolsa de protección contra las plagas del fruto de guayaba (Psidium guajava L.) variedad taiwanesa 1. Tesis Ing. San Salvador.SV. UES. 77p.
7. ESTACIÓN METEOROLÓGICA M 24, U. S. (s.f.).
8. FUNDACIÓN DE DESARROLLO AGROPECUARIO. INC, FDA. S.f. cultivo de guayaba. Boletín técnico n° 8. Edición Pedro Pablo Peña.
9. GANDULFO SOTO, LM. 1983. Efecto del anillado y la aplicación del ácido indolbutírico en el enraizamiento de brotes etiolados de palto

(Persea americana mill) c.v. Mexicola. Tesis Ing. Quillota. CL. UCV.  
71 p.

10. GARCÍA, MA. 2002. Prácticas para mejorar el rendimiento de la guayaba Vol. 5.
11. GARCÍA, MA. 2010. Guía técnica del cultivo de la guayaba. Programa MAG-CENTA -frutales. San Andrés. 32 p.
12. GARCÍA, MA; LIN, HL. 2003. El cultivo de la guayaba Taiwanesa (Psidium guajava L.).
13. HARTMAN TH; KESTER, DE. 1994. Propagación de plantas: principios y prácticas. Trad. AM Ambrosio. CECSA. 3 ed. México D.F. p 500.
14. HARTMAN TH; KESTER, DE. 2001. Propagación de plantas: principios y prácticas. Trad. AM Ambrosio. CECSA. 3 ed. México D.F. p 500.
15. HUANCA APASA, W.2010. Métodos de propagación asexual y su aplicación.
16. J. VILCHEZI, N. ALBANY, L. MARTÍNEZ, A. MARÍA CASASSA PADRÓN, C. GONZÁLEZ, M. MARI. 2011. Efecto de auxinas en la propagación por acodos aéreos de guayabos tolerantes a Meloidogyne spp 28 Supl. 1: 445-455 Rev. Fac. Agron. (LUZ).
17. LEYVA CRUZ, JL. 2018. Una sola hoja de esta planta hace magia en tu cuerpo. Los resultados comprobados. (En línea video). USA. 4 min. 54 seg. Consultado el 30 de dic. 2018. Disponible en <https://www.facebook.com/leyvajoss/529061684246719/>.
18. LÓPEZ, LL. 2014. Propagación asexual de litchi (Nephellum Litchi Camb) mediante diferentes técnicas de acodo aéreo, con tres enraizadores (hormona, agua de coco y miel) en la estación experimental de Sapecho Alto Beni. Tesis Ing. La Paz. BL. Universidad mayor de San Andrés. 102 p.

19. MACÍAS SAMBRANO, J. 2013. Propagación vegetativa de cacao CCN-51 con acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB. Tesis Ing. Quevedo. EC. UTEQ. 75 P.
20. MATA BELTRÁN, I; RODRÍGUEZ MENDOZA, A. 1990. Cultivo y producción del guayabo. Editorial trillas, 2a edición México D. F. 132 p.
21. MENDOZA LÓPEZ, MA; LUIS AGUILAR A; CASTILLO ORTA, SF. 2008. Guayaba (Psidium guajava L.) su cultivo en el oriente de Michoacán. Folleto técnico N° 4. 49 p.
22. MORERA MONTOYA, R; HELGA BLANCO, M. 2009. Microorganismos asociados a frutos embolsados de guayaba taiwanesa variedad Taí Kuo. Agronomía mesoamericana, 20(2), 339-338.
23. MUTIS, J. C.2010. Propagación de especies nativas de la región andina. Conceptos básicos sobre la propagación tradicional. Bogotá, D.C. Colombia. 238 p.
24. ROJAS BOSA, KA. 2007. Efecto de la iluminación sobre el enraizamiento de estacas de Lecauendron Inca. Gold. Tesis Ing. Talca. CL. Universidad de TALKA. 44 p.
25. SAG. 2005. (Secretaría de Agricultura y Ganadería HN); DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria HN); PROMOSTA (Proyecto de Modernización de los Servicios de Transferencia de Tecnología Agrícola HN); BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 32 p.
26. SÁNCHEZ URDANETA AD; SUAREZ E; GONZALES RAZELA M; AMAYA Y; COLMENARES, CB; ORTEGA, J. 2009. Efecto del ácido indolbutírico sobre el enraizamiento de acodos aéreos de guayabo (Psidium guajava L.) en el municipio Baralt, Venezuela. Revista UDO Agrícola 9 (1): 113-120.

27. SIURA, S. 2016. Acodos y propagación vegetativa natural. Principios de Propagación de Plantas, 43 p.
28. TUZ YAN, R. 2013. Fluctuación poblacional de moscas de la fruta (Diptera phritidae) en huertos marginales durante 10 años de muestreo en el municipio de Benito Juárez. Tesis Ing. Coahuila. MX. UAAAN. 69 p.
29. VILLALOBOS RAMOS, V; GONZÁLEZ MI; LUTZ; DURÁN-QUIRÓS, A, MORA ACEDO, D. 2009. Efecto de la técnica de acodo en Dracaena marginata, sobre la calidad de las raíces. Agronomía mesoamericana 19(2): 209-219.
30. ZALDÍVAR CERÓN, MG; SÁNCHEZ PÉREZ, JE. 2014. Propagación clonal de portainjertos de aguacate (Persea americana Mill) variedad Ereguayquín a través de la técnica de acodo aéreo utilizando etiolación y ácido indolbutírico como enraizado. Tesis Ing. San Salvador. SV. UES. 59 p.
31. RAMÍREZ VILLALOBOS, M; URDANETA FERNÁNDEZ A. 2004. Efecto del ácido naftalenacético y de diferentes sustratos sobre el enraizamiento de acodos aéreos del guayabo (Psidium guajava L.). Rev. Fac.Agron. (LUZ). 21 supl.1:28-34.

# 8. ANEXOS

**CUADRO A-1. Resultados sobre propagación de guayaba por la técnica de acodo en Baralt estado de Zula Venezuela.**

| Tratamientos | Porcentaje de acodos enraizados (%) | Numero de raíces | Longitud de raíces (cm) |
|--------------|-------------------------------------|------------------|-------------------------|
| 1            | 96.43 a                             | 7.89 a           | 4.13 a                  |
| 2            | 75.42 b                             | 7.09 a           | 2.84 b                  |
| 3            | 87.10 b                             | 4.72 b           | 3.00 a                  |

T1: Acido naftalinacetico (ANA) 5000 mg kg-1 con abono de rio

T2: ácido indolbutírico (AIB) 5000 mg kg-1 con abono de rio

T3: ANA+AIB (2000+1 000 mg kg-1) con abono de rio

**CUADRO A-2. Resumen de datos estadísticos de Propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo.**

| Tratamientos | Longitud del callo (cm) |         | Numero de raíz | Longitud de raíz(cm) | Porcentaje de enraizamiento |
|--------------|-------------------------|---------|----------------|----------------------|-----------------------------|
|              | 30 días                 | 60 días |                |                      |                             |
| 1            | 1.28 ab                 | 2.23 a  | 0.48 b         | 2.83 a               | 35 b                        |
| 2            | 1.50 a                  | 2.41 a  | 2.43 a         | 4.45 a               | 97 a                        |
| 3            | 0.99 b                  | 2.60 a  | 3.03 a         | 5.22 a               | 98.5 a                      |
| 4            | 1.03 b                  | 2.70 a  | 2.35 a         | 5.46 a               | 97.5 a                      |

T1: Testigo

T2: 1500mg/l ANA +AIB

T3: 2000 mg/l ANA +AIB

T4: 2500 mg/l ANA +AIB

**CUADRO A-3. Efecto de los genotipos de guayabo (Psidium guajava L.) tolerantes al nématodo Meloidogyne spp., en las variables acodos vivos, enraizados y muertos.**

| Tratamientos | Acodos vivos % | Acodos enraizados % | Acodos muertos % |
|--------------|----------------|---------------------|------------------|
| T0           | 80 a           | 55 a                | 20 b             |
| T1           | 90 a           | 20 b                | 10 b             |
| T2           | 15 b           | 15 b                | 85 a             |

T0= Testigo

T1= 4000 mg.L-1 AIB

T2= 5000 mg.L-1 ANA

**CUADRO A-4. El cuadro muestra las diferencias encontradas en las variables porcentaje de acodos con callo y acodos vivos.**

| Tratamiento | Acodos vivos (%) | Acodos con callos (%) |
|-------------|------------------|-----------------------|
| T0          | 62.50 a          | 25.00 a               |
| T1          | 45.83 ab         | 12.50 ab              |
| T2          | 20.83 b          | 4.17 b                |
| T3          | 29.17 ab         | 0.00 c                |

T0= testigo

T1= 2000 mg·kg-1 de AIB

T2= 4000 mg·kg-1 de AIB

T3= 6000 mg·kg-1 de AIB

**CUADRO A-5. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 1 (tierra).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>Porcentaje de acodos enraizados (%)</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|--|
| 1                  | 1             | 0               | 0               | 100.00                                     |
| 1                  | 2             | 0               | 0               | 100.00                                     |
| 1                  | 3             | 0               | 0               | 100.00                                     |
| 1                  | 4             | 0               | 0               | 100.00                                     |
| 1                  | 5             | 0               | 0               | 66.66                                      |
| 1                  | 6             | 0               | 0               | 66.66                                      |

**Producto 0: sin producto**

**Sustrato 0: tierra**

**CUADRO A-6. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 2 (Mezcla).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>Porcentaje de acodos enraizados (%)</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|--|
| 2                  | 1             | 0               | 1               | 100  |
| 2                  | 2             | 0               | 1               | 100  |
| 2                  | 3             | 0               | 1               | 100  |
| 2                  | 4             | 0               | 1               | 100  |
| 2                  | 5             | 0               | 1               | 100  |
| 2                  | 6             | 0               | 1               | 100  |

**Producto 0: sin producto**

**Sustrato 1: mezcla entre tierra negra + aserrín.**

**CUADRO A-7. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 3 (tierra + raizal 400).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>Porcentaje de acodos enrizados (%)</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|---|
| 3                  | 1             | 1               | 0               | 100.00                                    |
| 3                  | 2             | 1               | 0               | 66.66                                     |
| 3                  | 3             | 1               | 0               | 66.66                                     |
| 3                  | 4             | 1               | 0               | 66.66                                     |
| 3                  | 5             | 1               | 0               | 100.00                                    |
| 3                  | 6             | 1               | 0               | 66.66                                     |

**Producto 1: raizal 400 ppm**

**Sustrato 0: tierra**

**CUADRO A-8. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 4 (Mezcla + raizal 400).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>Porcentaje de acodos enrizados (%)</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|---|
| 4                  | 1             | 1               | 1               | 100                                       |
| 4                  | 2             | 1               | 1               | 100                                       |
| 4                  | 3             | 1               | 1               | 100                                       |
| 4                  | 4             | 1               | 1               | 100                                       |
| 4                  | 5             | 1               | 1               | 100                                       |
| 4                  | 6             | 1               | 1               | 100                                       |

**Producto 1: raizal 400 ppm**

**Sustrato 1: mezcla entre tierra negra + aserrín.**

**CUADRO A-9. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 5 (tierra + hakaphos violeta).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>Porcentaje de acodos enrizados (%)</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|---|
| 5                  | 1             | 2               | 0               | 100.00                                    |
| 5                  | 2             | 2               | 0               | 66.66                                     |
| 5                  | 3             | 2               | 0               | 66.66                                     |
| 5                  | 4             | 2               | 0               | 100.00                                    |
| 5                  | 5             | 2               | 0               | 100.00                                    |
| 5                  | 6             | 2               | 0               | 100.00                                    |

**Producto 2: hakaphos violeta**

**Sustrato 0: tierra**

**CUADRO A-10. Porcentaje de enraizamiento para el tratamiento 6 (tierra + hakaphos violeta).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>Porcentaje de acodos enrizados (%)</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|---|
| 6                  | 1             | 2               | 1               | 66.66                                     |
| 6                  | 2             | 2               | 1               | 66.66                                     |
| 6                  | 3             | 2               | 1               | 66.66                                     |
| 6                  | 4             | 2               | 1               | 100.00                                    |
| 6                  | 5             | 2               | 1               | 100.00                                    |
| 6                  | 6             | 2               | 1               | 66.66                                     |

**Producto 2: hakaphos violeta**

**Sustrato 1: mezcla entre tierra negra + aserrín.**

**CUADRO A-11. Análisis de varianza para la variable porcentaje de acodos enrizados a los 90 días de duración del estudio.**

| <b>Fuentes de variación</b> | <b>G.L</b> | <b>S.C</b> | <b>C.M</b> | <b>F.C</b> | <b>P. 5%</b> |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Tratamientos                | 5          | 3859.253   | 771.851    | 3.049      | 0.024*       |
| Bloques                     | 5          | 895.438    | 179.088    | 0.509      | 0.767 ns     |
| Producto (A)                | 2          | 1173.161   | 586.580    | 2.317      | 0.116 ns     |
| Sustrato (B)                | 1          | 277.944    | 277.944    | 1.098      | 0.303 ns     |
| Producto * Sustrato (A*B)   | 2          | 2408.148   | 1204.074   | 4.756      | 0.016 *      |
| Error experimental          | 30         | 7594.852   | 253.162    |            |              |
| Total                       | 35         | 11454.105  |            |            |              |

\*: significativo  $\leq 0.05$

ns: no significativo

**CUADRO A-12. Prueba de Duncan para la media de tratamientos en la variable porcentaje de acodos enraizados.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>N</b> | <b>Subconjunto para alfa = 0.05</b> |            |
|--------------------|----------|-------------------------------------|------------|
|                    |          | <b>1</b>                            | <b>2</b>   |
| T6                 | 6        | 72.2183 b                           |            |
| T3                 | 6        | 77.7733 b                           |            |
| T1                 | 6        | 88.8867 ab                          | 88.8867 ab |
| T5                 | 6        | 88.8867 ab                          | 88.8867 ab |
| T2                 | 6        |                                     | 100.0000 a |
| T4                 | 6        |                                     | 100.0000 a |

Letras iguales no representan diferencias estadísticas significativas.

a,b: medias con diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ )

**CUADRO A-13. Promedio del número de raíces en el tratamiento 1 (tierra).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>N° de raíces promedio</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| 1                  | 1             | 0               | 0               | 5.60                         |
| 1                  | 2             | 0               | 0               | 2.60                         |
| 1                  | 3             | 0               | 0               | 5.30                         |
| 1                  | 4             | 0               | 0               | 13.33                        |
| 1                  | 5             | 0               | 0               | 6.50                         |
| 1                  | 6             | 0               | 0               | 7.00                         |

**Producto 0: sin producto**

**Sustrato 0: tierra**

**CUADRO A-14. Promedio del número de raíces en el tratamiento 2 (Mezcla).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>N° de raíces promedio</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| 2                  | 1             | 0               | 1               | 8.33                         |
| 2                  | 2             | 0               | 1               | 10.00                        |
| 2                  | 3             | 0               | 1               | 8.00                         |
| 2                  | 4             | 0               | 1               | 10.67                        |
| 2                  | 5             | 0               | 1               | 7.33                         |
| 2                  | 6             | 0               | 1               | 6.30                         |

**Producto 0: sin producto**

**Sustrato 1: mezcla entre tierra negra + aserrín.**

**CUADRO A-15. Promedio del número de raíces en el tratamiento 3 (tierra + raizal 400).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>N° de raíces promedio</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| 3                  | 1             | 1               | 0               | 18.00                        |
| 3                  | 2             | 1               | 0               | 13.00                        |
| 3                  | 3             | 1               | 0               | 9.50                         |
| 3                  | 4             | 1               | 0               | 9.00                         |
| 3                  | 5             | 1               | 0               | 18.66                        |
| 3                  | 6             | 1               | 0               | 7.00                         |

**Producto 1: raizal 400 ppm**

**Sustrato 0: tierra**

**CUADRO A-16. Promedio del número de raíces en el tratamiento 3 (Mezcla + raizal 400).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>N° de raíces promedio</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| 4                  | 1             | 1               | 1               | 17.66                        |
| 4                  | 2             | 1               | 1               | 11.00                        |
| 4                  | 3             | 1               | 1               | 4.60                         |
| 4                  | 4             | 1               | 1               | 9.33                         |
| 4                  | 5             | 1               | 1               | 4.60                         |
| 4                  | 6             | 1               | 1               | 5.30                         |

**Producto 1: raizal 400 ppm**

**Sustrato 1: mezcla entre tierra negra + aserrín.**

**CUADRO A-17. Promedio del número de raíces en el tratamiento 3 (tierra + hakaphos violeta).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>N° de raíces promedio</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| 5                  | 1             | 2               | 0               | 10.00                        |
| 5                  | 2             | 2               | 0               | 15.50                        |
| 5                  | 3             | 2               | 0               | 3.00                         |
| 5                  | 4             | 2               | 0               | 9.00                         |
| 5                  | 5             | 2               | 0               | 4.30                         |
| 5                  | 6             | 2               | 0               | 7.00                         |

**Producto 2: hakaphos violeta**

**Sustrato 0: tierra**

**CUADRO A-18. Promedio del número de raíces en el tratamiento 3 (tierra + hakaphos violeta).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>N° de raíces promedio</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| 6                  | 1             | 2               | 1               | 3.00                         |
| 6                  | 2             | 2               | 1               | 9.50                         |
| 6                  | 3             | 2               | 1               | 5.30                         |
| 6                  | 4             | 2               | 1               | 3.60                         |
| 6                  | 5             | 2               | 1               | 16.60                        |
| 6                  | 6             | 2               | 1               | 6.00                         |

**Producto 2: hakaphos violeta**

**Sustrato 1: mezcla entre tierra negra + aserrín.**

**CUADRO A-19. Análisis de varianza para la variable número de raíces en acodos aéreos en guayaba a los 90 días de duración del estudio.**

| <b>Fuentes de variación</b> | <b>G.L</b> | <b>S.C</b> | <b>C.M</b> | <b>F.C</b> | <b>P. 5%</b> |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Tratamientos                | 5          | 124.812    | 24.962     | 1.341      | 0.274 ns     |
| Bloques                     | 5          | 115.661    | 23.132     | 1.222      | 0.323 ns     |
| Producto (A)                | 2          | 71.224     | 35.612     | 1.913      | 0.165 ns     |
| Sustrato (B)                | 1          | 8.189      | 8.189      | 0.440      | 0.512 ns     |
| Producto * Sustrato (A*B)   | 2          | 45.399     | 22.700     | 1.219      | 0.310 ns     |
| Error experimental          | 30         | 558.590    | 18.620     |            |              |
| Total                       | 35         | 683.403    |            |            |              |

\*: significativo  $\leq 0.05$

ns: no significativo

**CUADRO A-20. Prueba de Duncan para la media de tratamientos en la variable número de raíces en acodos aéreos en guayaba taiwanesa.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>N</b> | <b>Subconjunto para alfa = 0.05</b> |           |
|--------------------|----------|-------------------------------------|-----------|
|                    |          | <b>1</b>                            | <b>2</b>  |
| 1                  | 6        | 6.7217 b                            |           |
| 6                  | 6        | 7.3333 ab                           | 7.3333 ab |
| 5                  | 6        | 8.1333 ab                           | 8.1333 ab |
| 2                  | 6        | 8.4383 ab                           | 8.4383 ab |
| 4                  | 6        | 8.7483 ab                           | 8.7483 ab |
| 3                  | 6        |                                     | 12.5267 a |

Letras iguales no representan diferencias estadísticas significativas.

a,b: medias con diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ )

**CUADRO A-21. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 1. (Tierra).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>Longitud de raíz más desarrollada (cm)</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|---|
| 1                  | 1             | 0               | 0               | 6.30  |
| 1                  | 2             | 0               | 0               | 5.16  |
| 1                  | 3             | 0               | 0               | 9.00  |
| 1                  | 4             | 0               | 0               | 13.13   |
| 1                  | 5             | 0               | 0               | 11.00   |
| 1                  | 6             | 0               | 0               | 9.75  |

Producto 0: sin producto

Sustrato 0: tierra

**CUADRO A-22. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 2. (Mezcla).**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Bloque</b> | <b>Producto</b> | <b>Sustrato</b> | <b>Longitud de raíz más desarrollada (cm)</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|---|
| 2                  | 1             | 0               | 1               | 8.60  |
| 2                  | 2             | 0               | 1               | 8.60  |
| 2                  | 3             | 0               | 1               | 10.16   |
| 2                  | 4             | 0               | 1               | 11.33   |
| 2                  | 5             | 0               | 1               | 9.60  |
| 2                  | 6             | 0               | 1               | 9.50  |

Producto 0: sin producto

Sustrato 1: mezcla

**CUADRO A-23. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 3. (Tierra + raizal 400).**

| Tratamiento | Bloque | Producto | Sustrato | Longitud de raíz más desarrollada (cm) |
|-------------|--------|----------|----------|--|
| 3           | 1      | 1        | 0        | 16.00                                  |
| 3           | 2      | 1        | 0        | 5.00                                   |
| 3           | 3      | 1        | 0        | 10.75                                  |
| 3           | 4      | 1        | 0        | 9.00                                   |
| 3           | 5      | 1        | 0        | 13.30                                  |
| 3           | 6      | 1        | 0        | 9.50                                   |

Producto 1: raizal 400

Sustrato 0: tierra

**CUADRO A-24. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 4. (Mezcla + raizal 400).**

| Tratamiento | Bloque | Producto | Sustrato | Longitud de raíz más desarrollada (cm) |
|-------------|--------|----------|----------|--|
| 4           | 1      | 1        | 1        | 13.30                                  |
| 4           | 2      | 1        | 1        | 8.60                                   |
| 4           | 3      | 1        | 1        | 10.33                                  |
| 4           | 4      | 1        | 1        | 10.33                                  |
| 4           | 5      | 1        | 1        | 8.16                                   |
| 4           | 6      | 1        | 1        | 5.80                                   |

Producto 1: raizal 400

Sustrato 1: mezcla de tierra + aserrín

**CUADRO A-25. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 5. (Tierra + hakaphos violeta).**

| Tratamiento | Bloque | Producto | Sustrato | Longitud de raíz más desarrollada (cm) |
|-------------|--------|----------|----------|--|
| 5           | 1      | 2        | 0        | 9.30                                   |
| 5           | 2      | 2        | 0        | 12.00                                  |
| 5           | 3      | 2        | 0        | 7.25                                   |
| 5           | 4      | 2        | 0        | 9.60                                   |
| 5           | 5      | 2        | 0        | 6.50                                   |
| 5           | 6      | 2        | 0        | 11.33                                  |

Producto 2: hakaphos violeta

Sustrato: tierra

**CUADRO A-26. Longitud de raíz más desarrollada (cm) en el tratamiento 5. (Mezcla + hakaphos violeta).**

| Tratamiento | Bloque | Producto | Sustrato | Longitud de raíz más desarrollada (cm) |
|-------------|--------|----------|----------|--|
| 6           | 1      | 2        | 1        | 5                                      |
| 6           | 2      | 2        | 1        | 17                                     |
| 6           | 3      | 2        | 1        | 11                                     |
| 6           | 4      | 2        | 1        | 7.3                                    |
| 6           | 5      | 2        | 1        | 16.66                                  |
| 6           | 6      | 2        | 1        | 9.5                                    |

Producto 2: hakaphos violeta

Sustrato 1: mezcla de tierra negra + aserrín.

**CUADRO A-27. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz más desarrollada en acodos aéreos en guayaba a los 90 días de duración del estudio.**

| <b>F.DE V.</b>      | <b>G.L</b> | <b>S.C</b> | <b>M.C</b> | <b>F.</b> | <b>P. 5%</b> |
|---------------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|
| Tratamiento         | 5          | 19.123     | 3.825      | 0.387     | 0.853 ns     |
| Bloque              | 5          | 10.343     | 2.069      | 0.204     | 0.958 ns     |
| Producto            | 2          | 4.860      | 2.430      | 0.246     | 0.783 ns     |
| Sustrato            | 1          | 1.323      | 1.323      | 0.134     | 0.717 ns     |
| Producto * Sustrato | 2          | 12.940     | 6.470      | 0.656     | 0.526 ns     |
| Error               | 30         | 296.102    | 9.870      |           |              |
| Total               | 35         | 315.224    |            |           |              |

\*: Significativo  $\leq 0.05$

ns: no significativo

**CUADRO A-28. Prueba de Duncan para la media de tratamientos en la variable longitud de raíz más desarrollada en acodos aéreos en guayaba taiwanesa.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>N</b> | <b>Subconjunto para alfa = 0.05</b> |
|--------------------|----------|-------------------------------------|
|                    |          | <b>1</b>                            |
| 1                  | 6        | 9.0567                              |
| 5                  | 6        | 9.3300                              |
| 4                  | 6        | 9.4200                              |
| 2                  | 6        | 9.6317                              |
| 3                  | 6        | 10.5917                             |
| 6                  | 6        | 11.0767                             |

Letras iguales no representan diferencias estadísticas significativas.

a,b: medias con diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ )

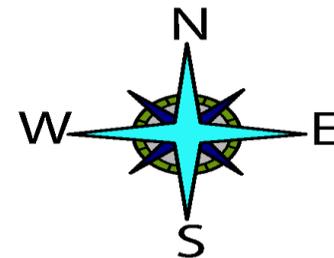
**CUADRO A-29. Panfleto del Hakaphos violeta.**

| <b>Ingredientes activos en 1 kg</b> |         |
|-------------------------------------|---------|
| • Nitrógeno total:                  | 13 %    |
| • Fósforo:                          | 40%     |
| • Potasio:                          | 13 %    |
| • Magnesio:                         | 0.40 %  |
| • Manganeso:                        | 0.05 %  |
| • Zinc:                             | 0.02 %  |
| • Boro:                             | 0.01 %  |
| • Hierro:                           | 0.05 %  |
| • Cobre:                            | 0.02 %  |
| • Molibdeno:                        | 0.001 % |

**CUADRO A-30. Panfleto de raizal 400 ppm.**

| <b>Ingredientes activos en 1 kg</b> |         |
|-------------------------------------|---------|
| • Nitrógeno total:                  | 9.00 %  |
| • Fósforo:                          | 45.00%  |
| • Potasio:                          | 11.00%  |
| • Magnesio:                         | 0.60 %  |
| • Azufre                            | 0.8%    |
| • Fitohormonas:                     | 400 ppm |

CUADRO A-31. Distribución de los tratamientos en los bloques.



**BLOQUE I**

|    |    |
|----|----|
| T4 | T5 |
|    |    |
| T6 | T3 |
|    |    |
| T2 | T1 |

**BLOQUE II**

|    |    |
|----|----|
| T5 | T6 |
|    |    |
| T4 | T3 |
|    |    |
| T1 | T2 |

**BLOQUE III**

|    |    |
|----|----|
| T2 | T3 |
|    |    |
| T4 | T5 |
|    |    |
| T1 | T6 |

**BLOQUE IV**

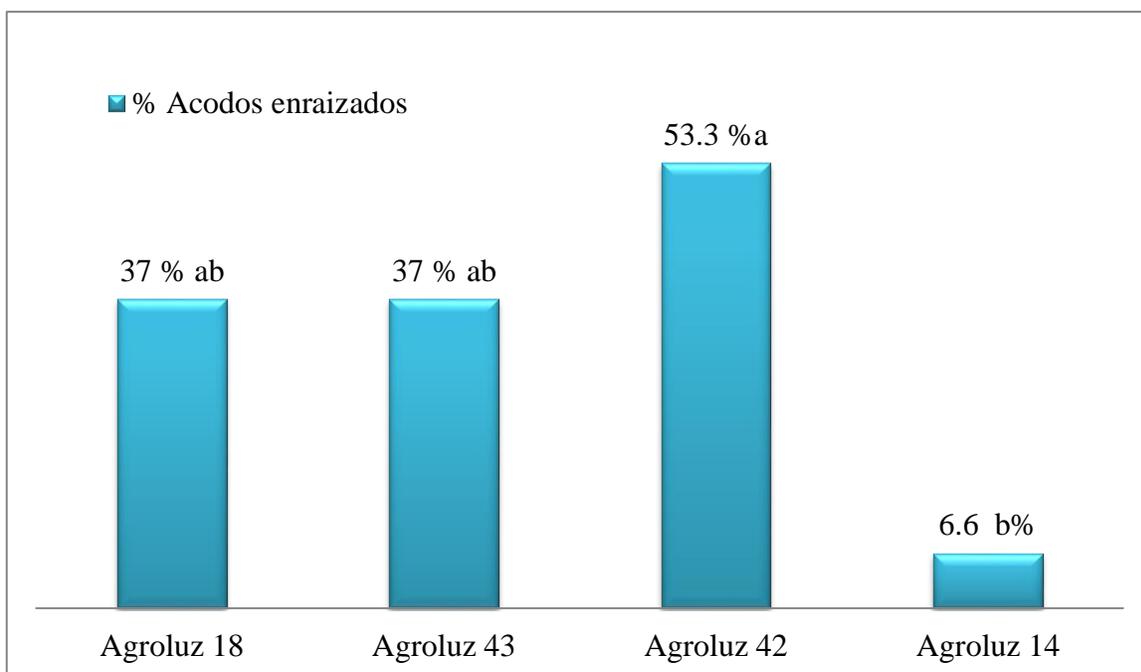
|    |    |
|----|----|
| T3 | T5 |
|    |    |
| T1 | T4 |
|    |    |
| T2 | T6 |

**BLOQUE V**

|    |    |
|----|----|
| T5 | T6 |
|    |    |
| T4 | T1 |
|    |    |
| T3 | T2 |

**BLOQUE VI**

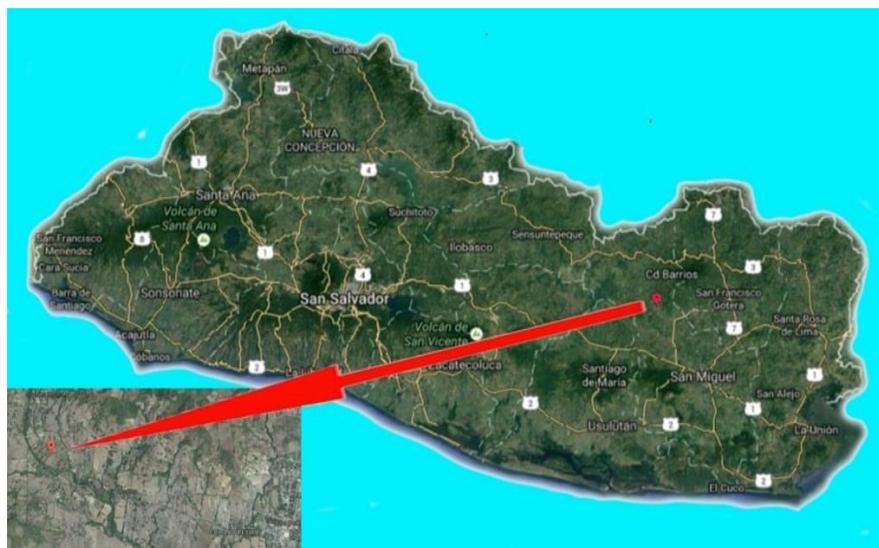
|    |    |
|----|----|
| T4 | T5 |
|    |    |
| T1 | T2 |
|    |    |
| T3 | T6 |



**FIGURA A-1. Efecto de las selecciones de Psidium guajava L sobre el porcentaje de acodos enraizados.**



**FIGURA A-2. Zonificación del cultivo de guayaba en El Salvador.**



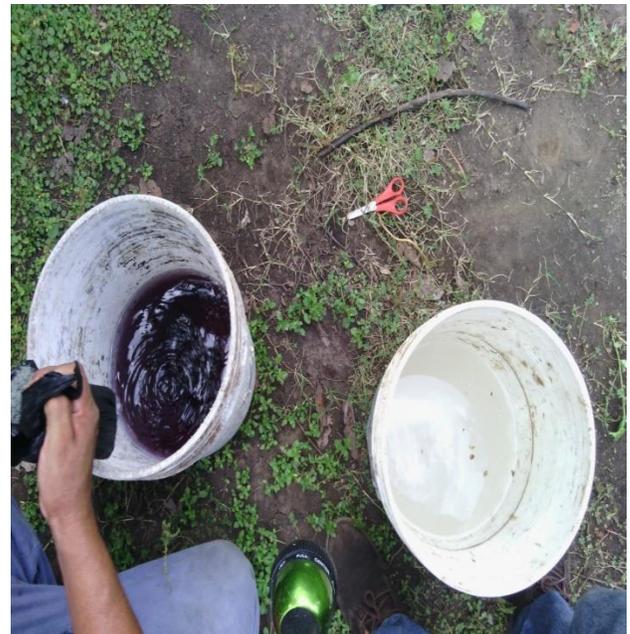
**FIGURA A-3. Ubicación del ensayo experimental.**



**FIGURA A-4. De izquierda a derecha sustratos aserrín y tierra negra.**



**FIGURA A-5. Producto fungicida Rodazim 500 sc, y el insecticida Etocop 10 gr, utilizados para desinfectar el sustrato.**



**FIGURA A-6. Preparación de los productos enraizados Hakaphos violeta y raizal 400 ppm.**



**FIGURA A-7. Riego por medio de una jeringa para mantener una buena humedad en el acodo.**



**FIGURA A-8. Identificación de los tratamientos y bloques en los arboles utilizados en el experimento.**