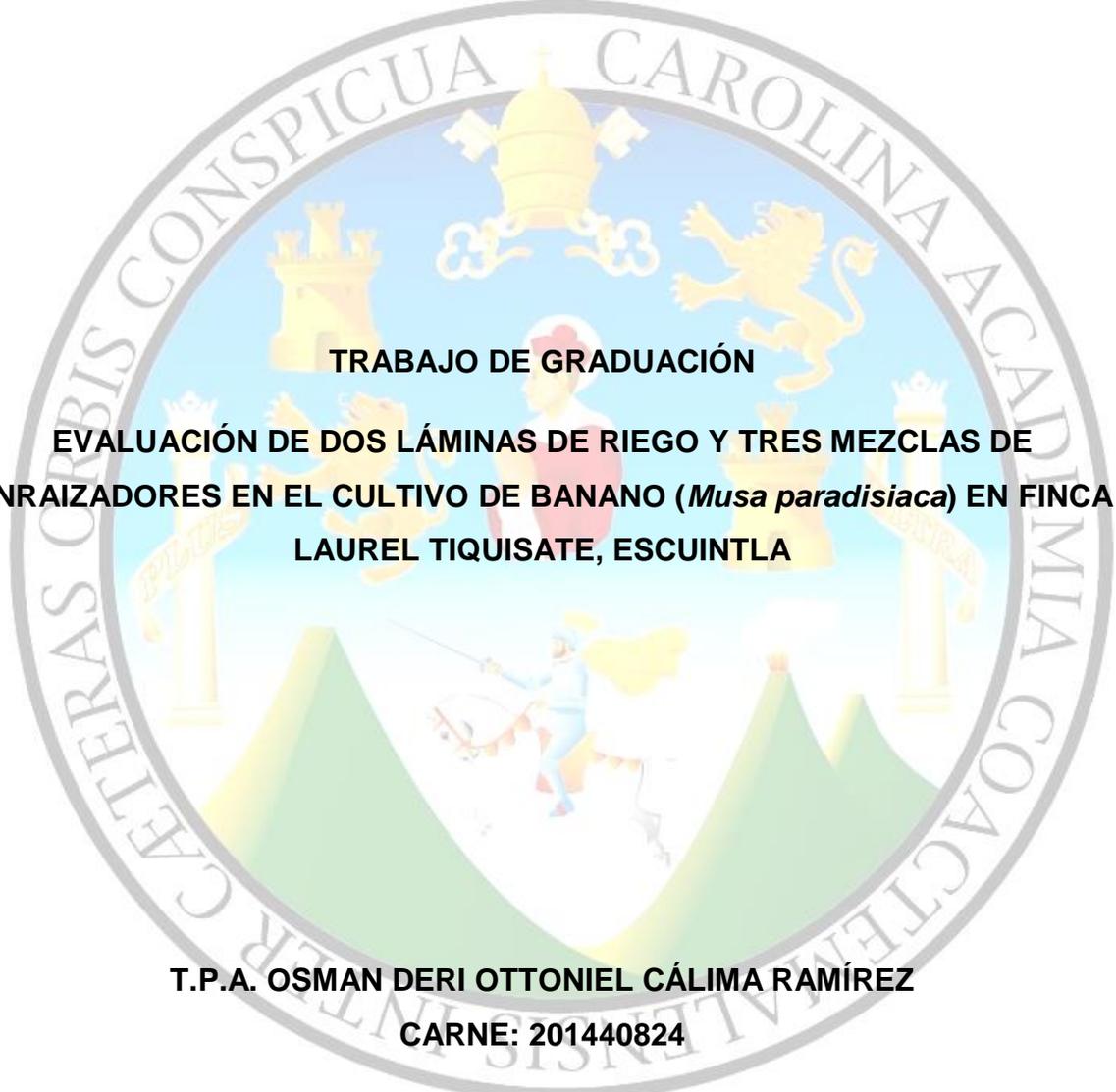


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE –CUNSUROC-
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL**

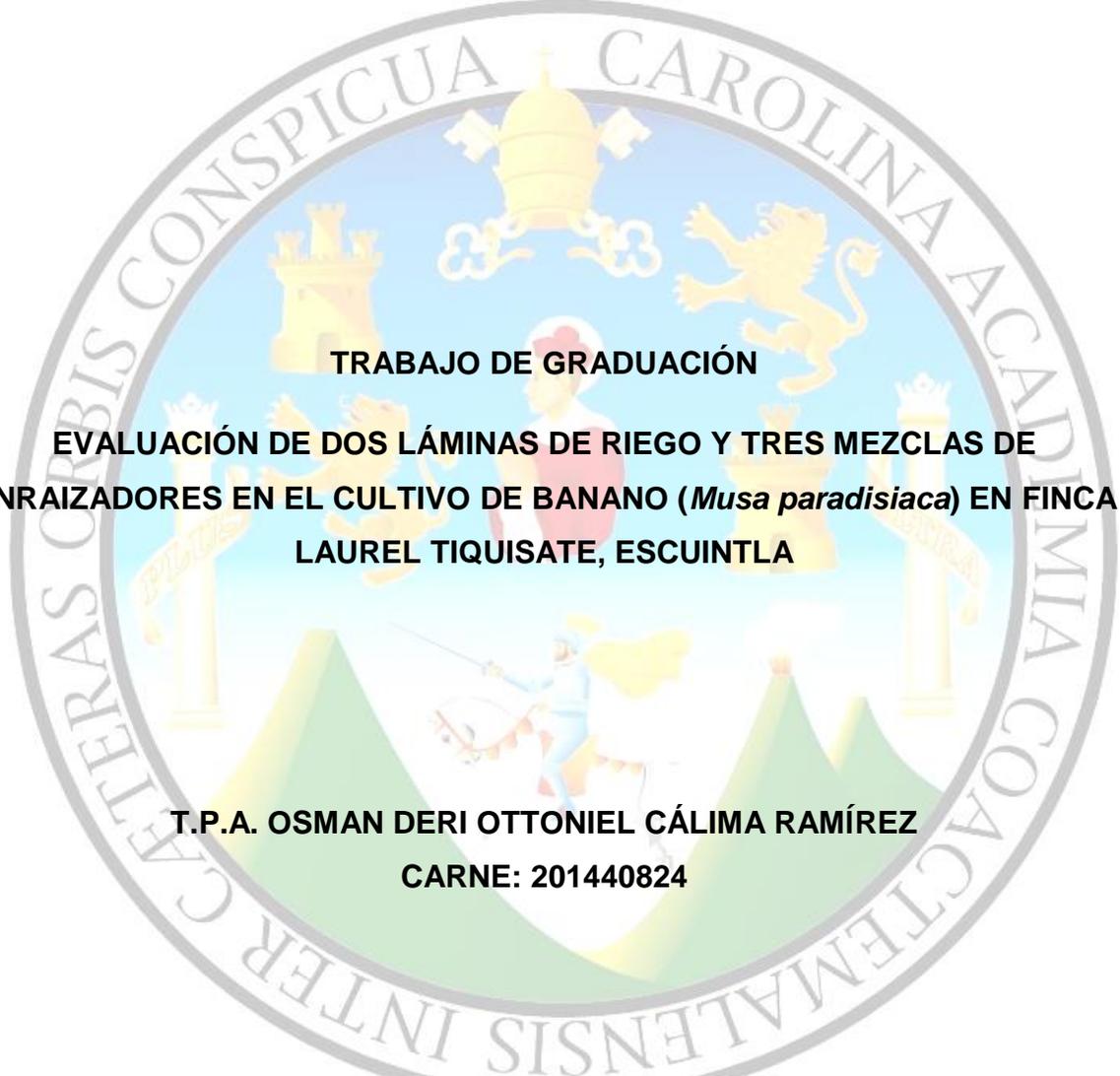
The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a knight on horseback, holding a lance and a shield, set against a background of green hills. Above the knight is a golden crown and a lion rampant. The entire scene is enclosed within a circular border containing the Latin motto: "SICUT ERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMERITUM".

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
EVALUACIÓN DE DOS LÁMINAS DE RIEGO Y TRES MEZCLAS DE
ENRAIZADORES EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa paradisiaca*) EN FINCA
LAUREL TIQUISATE, ESCUINTLA**

**T.P.A. OSMAN DERI OTTONIEL CÁLIMA RAMÍREZ
CARNE: 201440824**

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DE 2019.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE –CUNSUROC-
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a knight on horseback, holding a lance and a shield, set against a background of green hills and a blue sky. Above the knight is a golden crown and a lion rampant. The seal is surrounded by a circular border containing the Latin text "UNIVERSITAS CAROLINA AC ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERAS ORBIS CONSPICUA".

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
EVALUACIÓN DE DOS LÁMINAS DE RIEGO Y TRES MEZCLAS DE
ENRAIZADORES EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa paradisiaca*) EN FINCA
LAUREL TIQUISATE, ESCUINTLA**

**T.P.A. OSMAN DERI OTTONIEL CÁLIMA RAMÍREZ
CARNE: 201440824**

**M. Sc. CARLOS ANTONIO BARRERA ARENALES
ASESOR**

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

M.Sc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

T.P.A. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE Rony Roderico Alonzo Solis

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

M.Sc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona
Coordinador Académico

M.Sc. Rafael Armando Fonseca Ralda
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edín Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

PhD. René Humberto López Cotí
Coordinador de las Carreras de Pedagogía, Administración Educativa y Psicopedagogía

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Ingeniería Agronomía Tropical

M.Sc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M. Sc. José David Barrillas Chang
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas
y Sociales, Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área Social Humanista

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

M.Sc. Tania Elvira Marroquín Vásquez
Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

M.Sc. Paola Marisol Rabanales
Coordinador Carrera de Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

Mazatenango, 22 de Octubre de 2019.

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical.
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Maestro España:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre gozando de buena salud. El motivo de la presente es para informar que luego de haber aprobado el EPSAT en la carrera de Agronomía Tropical, solicito poder revisar el trabajo de graduación, para proseguir con el debido proceso de graduación.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



T.P.A. Osman Deri Ottoniel Cálina Ramírez
201440824
Estudiante de la Carrera de Agronomía Tropical.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por la vida, la salud, la sabiduría, la inteligencia, el entendimiento, la voluntad y la capacidad de seguir luchando para alcanzar el éxito, dándole la gloria y la honra por siempre.

Mis padres, por el apoyo, el esmero, los consejos, por enseñarme y por darme la oportunidad de seguir estudiando para poder alcanzar el triunfo que hoy me conduce a la felicidad.

Mi hermana, por su apoyo y su cariño a quien respeto que me ha brindado todo lo que estuvo a su alcance con el fin de ser un profesional.

Mi novia, por el apoyo que me brinda incondicional en todo el trayecto de mi vida profesional hasta conseguir mis objetivos.

La Universidad San Carlos de Guatemala, Carrera de Agronomía Tropical de la Sede suroccidente -CUNSUROC- por ser parte de mi formación y profesión académica.

Ing. Agr. Carlos Antonio Barrera Arenales, por su apoyo, valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios:

Quien siempre estuvo a mi lado, bendiciéndome en todas la etapas de mi vida, la gloria y la honra por siempre.

Mis padres:

Osman Deri Cálíma Pereira y Edna Dalila Ramírez González de Cálíma, a quienes los amo, por su tiempo y esfuerzo de los cuales me siento orgulloso.

Mi: Hermana

Grecia Dalila Cálíma Ramírez, por su cariño y solidaridad

Mi Novia:

María José López López, por apoyo incondicional en el proceso estudiantil a quien amo mucho.

ÍNDICE DE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1. Marco Conceptual.....	3
1.1. Importancia del cultivo de banano	3
1.2. Etimología del cultivo de banano	3
1.3. Origen del cultivo de banano	3
1.4. Historia y difusión de cultivo de banano.....	4
1.5. Taxonomía del cultivo de banano	5
1.6. Características morfológicas y fisiológicas del cultivo de banano	5
1.7. Requerimientos medioambientales.....	13
1.8. Riego y drenaje	17
1.9. Requerimientos nutricionales del banano	18
1.10. Relaciones Agua-Suelo-Planta	19
1.11. Tipo de hormonas y su funcionamiento	22
2. Marco Referencial.....	29
2.1. Nombre de la finca	29
2.2. Ubicación geográfica	29
2.3. Acceso de la ciudad capital Guatemala	29
2.4. Localización geográfica	30
2.5. Tipo y objetivo de la institución	31
2.6. Servicios que presta	31
2.7. Horario de funcionamiento.....	31

2.8.	Descripción y uso de la infraestructura de finca Laurel	31
2.9.	Características del sistema de riego de finca Laurel	34
2.10.	Investigaciones relacionadas al tema	34
III.	OBJETIVOS.....	36
1.	Objetivo General.....	36
2.	Objetivo Específico	36
IV.	HIPÓTESIS	37
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
1.	Material de la investigación.....	38
1.1.	Humega.....	38
1.2.	Gogreen	39
1.3.	Root drive	40
2.	Recursos de la investigación	40
2.1.	Recursos humanos.....	40
2.2.	Recursos físicos	41
2.3.	Recursos financieros	41
3.	Metodología de la investigación	41
3.1.	Ubicación del área experimental.....	41
3.2.	Parámetros climatológicos de la investigación.....	42
3.3.	Determinación de lámina de riego	45
4.	Diseño experimental para la investigación	48
4.1.	Diseño del experimento	48
4.2.	Modelo Estadístico	48
4.3.	Descripción de los factores.....	48
4.4.	Croquis de campo	50

5.	Variable respuesta y componentes de la evaluación	51
6.	Manejo agronómico de la investigación	57
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
1.	Efecto de la variable respuesta y componentes en el desarrollo del cultivo de banano.....	61
1.1.	Variable respuesta rendimiento cajas/ha	61
1.2.	Efecto de la altura de planta del cultivo banano.....	64
1.3.	Efecto del diámetro de cormo del cultivo de banano.....	65
1.4.	Efecto del peso de racimo en kg.....	68
2.	Ensayo para el efecto de la mezcla enraizadores del factor B	72
2.1.	Efecto de la mezcla de enraizadores en cuatro semanas de aplicación	72
2.2.	Efecto de la mezcla de enraizadores a 17 semanas de aplicación	74
3.	Influencia en desperdicio de los diferentes parámetros (ambiente, cultivo, cosecha e insectos).....	77
4.	Análisis financiero	78
VII.	CONCLUSIONES	82
VIII.	RECOMENDACIONES.....	83
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
X.	ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Promedio de diez años por mes, de datos climáticos de la estación Puyumate, Escuintla	43
2. Valores normales CC y PMP para suelos de diferentes texturas.....	45
3. Descripción de las láminas de riego evaluadas como niveles del factor A.	47
4. Factor “A” lámina de riego.....	49
5. Factor “B” mezclas de enraizadores.....	49
6. Tratamientos a evaluar en la investigación inferencial en finca Laurel.	50
7. Croquis aleatorizado de los tratamientos a evaluar con tres repeticiones en finca Laurel.	51
8. Dosificación de las mezclas de enraizadores de los ocho tratamientos evaluados.....	59
9. Efecto de los tratamientos en la variable caja/ha para la evaluación dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores	61
10. Análisis de varianza de variable número de cajas, en el cultivo de banano, utilizando en dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.....	62
11. Medias de los factores de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el rendimiento caja/ha. en el cultivo de banano.....	63
12. Prueba de tukey al 5% para las medias del factor B, mezcla de enraizadores de la variable cajas/ha.....	63
13. Efecto de los tratamientos de altura en metros para la evaluación de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.....	64
14. Análisis de varianza para la variable altura de planta en metros del cultivo de banano.....	64
15. Efecto de los tratamientos de diámetro de corno en metros para la evaluación de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.	66
16. Análisis de varianza del diámetro de corno en metros, en el cultivo de banano, utilizando en dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.....	66
17. Medias del diámetro del corno en metros, para la evaluación de efecto de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el cultivo de banano.....	67

18. Prueba de tukey al 5% del diámetro de corno en metros de los niveles de mezclas de enraizadores.	67
19. Efecto de los tratamientos sobre peso de racimo en kg, en dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.	68
20. Análisis de varianza para el peso de racimo de banano en kg, utilizando en dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.	69
21. Media para la evaluación de peso de racimo en kg, para efecto de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el cultivo de banano.	69
22. Prueba de Tukey al 5% del peso de racimo en Kg de los niveles de la mezcla de enraizadores.	70
23. Tratamientos del ensayo descriptivo para el efecto de la mezcla de enraizadores de cuatro y 17 semanas de evaluación.	72
24. Costo de producción del año 2018 de finca Laurel a B/C y rentabilidad.	78
25. Costo de Producción en relación a B/C y rentabilidad de Humega + Gogreen en la mezcla de enraizadores.....	78
26. Costo de producción en relación a B/C y rentabilidad de Humega + Root Drive en la mezcla de enraizadores.....	79
27. Costo de producción en relación a B/C y rentabilidad de Root Drive en la mezcla de enraizadores	80
28. Costo de producción en relación a B/C y rentabilidad del testigo de la mezcla de enraizadores	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Partes morfológicas del corno del cultivo de banano.....	7
2. Requerimientos nutricionales del cultivo de banano en kg /ha.	19
3. Valores de Kc para el cultivo de banano de acuerdo a la etapa fenológica y etapas de crecimientos del cultivo.....	22
4. Función y relación de hormonas de crecimiento.....	26
5. Ciclo y niveles de las hormonas de crecimiento.	28
6. Ubicación geográfica de finca Laurel Tiquisate, Escuintla.	29
7. Vía de acceso de la ciudad capital Guatemala a finca Laurel, Tiquisate Escuintla.	30
8. Distribución y uso de la infraestructura de finca Laurel Tiquisate, Escuintla.	33
9. Localización del área de investigación en el cable 11 de finca Laurel.	42
10. Distribución de la precipitación pluvial de enero a diciembre.....	44
11. Proceso de cosecha A: dobla de tallo o saque y desenfunde del racimo B: racimos en cable para el traslado de la fruta a planta empacadora.....	53
12. Deshermane para un perfil de racimo de banano.....	54
13. Identificación del área de investigación en finca Laurel.....	57
14. Identificación de las sub-parcelas A: tratamiento 6. B: tratamiento 7.....	58
15. Identificación de la unidad experimental. A: etapa de 14 semanas de desarrollo vegetativo. B: etapa de 22 semanas de desarrollo vegetativo. C: 15 días antes de cosecha.....	58
16. supervisión del sistema del sistema de riego, en la aplicación del factor "A" A: verificación de la fluctuación. B: toma de presión en el área de investigación.	59
17. Definición de racimo de banano.....	60
18. Curva de crecimiento de altura en metros en cuatro semanas para el efecto de la mezcla de enraizadores, del cultivo de banano.	72
19. Peso húmedo de raíz en kilogramos de cuatro semanas de evaluación para el efecto de la mezcla de enraizadores.	73

20. Efecto de la mezcla de enraizadores de crecimiento y del desarrollo radicular.	73
21. Curva de crecimiento de altura de planta en 17 semanas para el efecto de la mezcla de enraizadores.	74
22. Volumen de raíz de 17 semanas de evaluación para el efecto de la mezcla de enraizadores.	74
23. Altura en metros del número de hijos, de 17 semanas de evaluación del cultivo de banano.	75
24. Desarrollo radicular del efecto de los enraizadores evaluados.	75
25. Desperdicio promedio en kilogramos/ha, por daños de ambiente, cultivo, cosecha e insecto.	77
26. Identificación del tratamiento siete, 15 días antes de la cosecha.	87
27. Toma de datos sobre la variable longitud de raíz para el efecto descriptivo del factor B.	87
28. Toma de datos A: calibración de mano apical para cosecha del racimo B: toma de datos para efectos del desperdicio que provocan las diferentes actividades.	88
29. Análisis de suelo de finca Laurel Tiquisate, Escuintla.	88

GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS EN FINCA LAUREL

Bellota:	Inflorescencia o conjunto de las ramificaciones florales de la planta de Banano.
Cablero:	Persona encarga de trasladar el racimo a la planta empacadora
Cormo:	Aparato vegetativo de la planta de Banano, que comprende raíz y pseudotallo.
Desenfunde:	Retirar la protección del racimo al momento de cosecha.
Deshermame:	Forma de referirse para retirar las manos del racimo del pizote o raquis.
Destallador:	Persona encargada de realizar un corte a la altura del pecho de la persona a la planta de Banano.
Diámetro de dedos:	Es el calibre o grosor en centímetros de la unidad de Banano.
Falsa más cuatro tope ocho:	Se refiere a retirar cuatro manos de abajo hacia arriba dejándolo con ocho manos, esto se realiza a los 21 días de haber emergido la bellota.
Fomi de racimo:	Es proteger el racimo a través de un material llamado fomi para evitar el rose de los dedos del racimo de Banano.
Longitud de dedos:	Es el tamaño en centímetros de la unidad de Banano.
Mano apical distal:	Término con el que se nombra a las dos últimas manos del racimo ya podado. Son las más pequeñas en número de dedos y longitud de abajo hacia arriba.
Mano basal proximal:	Término con que se nombra a las dos primeras manos del racimo y son las más grandes en número de dedos y longitud de arriba hacia abajo.
Pizote o Raquis:	Eje de la espiga floral de la planta de banano que agrupa las manos formando el racimo.

- Pulsero:** Persona encargada de trasladar el racimo al cable.
- Saque:** Se refiere a la dobla de la planta al momento de realizar la cosecha.

Nota: Los productos orgánicos que fueron utilizados como mezcla de enraizadores en la evaluación son nombrados por el nombre comercial debido a que cada uno de ellos son un complejo de soluciones que a continuación se describen:

- **Humega:** son microorganismos bacterianos y fúngicos beneficiosos, incluyendo *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, ácidos Húmicos y fulvicos.
- **Gogreen:** son Microalgas del suelo siendo *Phylum chlorophyta* (algas verdes) y *Xanthophyta* (algas verde-amarillo) concentradas en una suspensión de agua dulce.
- **Root Drive:** Adenosin trifosfato, aminoácidos, ácidos húmicos y ácidos Carboxílicos.

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en finca Laurel Tiquisate, Escuintla, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas, con ocho tratamientos y tres repeticiones, para un total de 24 unidades experimentales, en donde se evaluó el efecto de dos láminas de riego para el factor A (lámina usada por el agricultor, de 6 mm y lamina teórica calculada, de 16.25 mm) y tres mezclas de enraizadores como factor B (Humega + Gogreen, Humega + Root drive, Root drive y un testigo).

La variable respuesta fue, rendimiento de número de cajas/ha, los componentes de rendimientos fueron: altura de planta en metros, diámetro de cormo en metros y peso de racimo en kg/ha. De acuerdo a los resultados obtenidos, los mejores rendimientos de cajas de banano por hectárea son 1.52 y 1.42, que corresponde a los niveles de enraizadores de Humega + Gogreen y Humega + Root drive. En el crecimiento de altura no presento significancia en los tratamientos evaluados, el mejor diámetro de cormo es de 0.39 metros que corresponde al nivel de enraizador de Humega + Gogreen y se determinó que los mejores niveles para peso de racimo es Humega + Gogreen y Humega + Root drive, con medias de 28.56 y 26.12 kg/ha.

En el ensayo directo de los enraizadores, el mejor tratamiento es el T1 que corresponde a Humega + Gogreen con una altura de 1.80 metros y con un volumen radicular de 1900 cc. Los parámetros evaluados, determinan un desperdicio de cosecha de 6.98 kg/ha, para el manejo de cultivo de 4.03 kg/ha, relacionado al ambiente una pérdida de 3.39 kg/ha y por plagas 2.71 kg/ha. En relación a beneficio/costo el mejor nivel de las mezclas de enraizadores es Humega + Gogreen con un rendimiento 1.52 cajas/ha con una rentabilidad de 44%.

Se sugiere la aplicación de la lámina de riego que finca Laurel utiliza, debido a que no presento diferencia significativa en la producción, se sugiere la aplicación Humega + Gogreen para el efecto de enraizamiento para una producción de 1.52 cajas/ha.

SUMMARY

The main objective of this study was to evaluate the effect of two irrigation blades and three rooting mixtures on the banana crop (*Musa paradisiaca*) in Laurel Tiquisate farm, Escuintla, a randomized complete block design with divided plots was used, with eight treatments and three repetitions, for a total of 24 experimental units, where the effect of two irrigation sheets for factor A was evaluated (6 mm used by the farmer and 16.25 mm calculated theoretical sheet) and three rooting mixtures as a factor B (Humega + Gogreen, Humega + Root drive, Root drive and a witness).

The response variable was, yield of number of boxes / ha, the yield components were: plant height in meters, corm diameter in meters and cluster weight in kg / ha. According to the results obtained, the best yields of banana boxes per hectare are 1.52 and 1.42, which corresponds to the levels of Humega + Gogreen and Humega + Root drive. In the height growth I do not present significance in the evaluated treatments, on the other the best diameter of corm is 0.39 meters that corresponds to the level of Root of Humega + Gogreen and it was determined that the best levels for cluster weight is Humega + Gogreen and Humega + Root drive with averages of 28.56 and 26.12 kg / ha.

In the direct test of the rooters the best treatment is the T1 that corresponds to Humega + Gogreen with a height of 1.80 meters and with a root volume of 1900 cc. The items evaluated determine a crop waste of 6.98 kg / ha, for crop management of 4.03 kg / ha, related to the environment a loss of 3.39 kg / ha and pests 2.71 kg / ha. In relation to benefit / cost, the best level of rooting mixtures is Humega + Gogreen with a yield of 1.52 boxes / ha with a yield of 44%.

The application of the irrigation sheet that Laurel farm uses is suggested, since I do not present a significant difference in production. On the other hand, the Humega + Gogreen application is suggested for the rooting effect for a production of 1.52 boxes / ha

I. INTRODUCCIÓN

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. El banano es un alimento básico y un producto de exportación. (Arias y Dankers 2004).

Este cultivo es exigente en agua, por lo tanto hay que regarlo en la época seca, ya que el 85 % de su constitución es de agua (FAO, 2006). En el contexto nacional y local, el cultivo de banano se encuentra localizado como banano de exportación, ubicado en las zonas costeras, mejorados genéticamente y el de consumo nacional ubicado en el altiplano como bananos de ceda, la problemática del agua es la escases en franjas costeras, con precipitaciones de 1900 mm/anales, cuando el cultivo demanda cantidades mayores a los 2000 mm/anales (Jacuinde, 2003).

Finca Laurel se encuentra ubicada en el municipio de Tiquisate del departamento de Escuintla, a 30.8 km carretera ESC-27 que conduce a la playa El Semillero, pertenece al grupo ROSMAR S.A. Cuenta con una extensión territorial de 308 ha. Se dedica a la producción y exportación de Banano (*Musa paradisiaca*).

Debido a la necesidad de obtener una mayor productividad, resulta imprescindible la utilización de complementos nutritivos que enriquezcan el suelo, siendo una alternativa sostenible y natural, para hacerlo es la aplicación de fertilizantes reguladores de crecimiento, los cuáles son productos que al ser aplicados permiten un mejor desarrollo del sistema radicular, una mayor absorción de agua y por ende una mejor producción en cuanto a rendimiento.

El objetivo de la investigación fue determinar la variable respuesta del número de cajas/ha, evaluado bajo un diseño experimental parcelas divididas. Como factor A fueron dos distintas láminas de riego, como factor B fueron tres mezclas de enraizadores y un testigo, sometidos en un ANDEVA realizando una prueba de Tukey al 5% para

determinar significancia de los factores evaluados. Así mismo se realizó un estudio, sobre el efecto de los enraizadores bajo condiciones controladas, se determinó la influencia de los parámetros (ambiente, cultivo, cosecha e insecto) como también un estudio financiero en relación de beneficio costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Marco Conceptual

1.1. Importancia del cultivo de banano

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. El banano es un alimento básico y un producto de exportación. (Arias y Dankers 2004)

Como alimento básico, los bananos, incluidos los plátanos y otros tipos de bananos de cocción, contribuyen a la seguridad alimentaria de millones de personas en gran parte del mundo en desarrollo y, dada su comercialización en mercados locales, proporcionan ingresos y empleo a las poblaciones rurales. Como producto de exportación, el banano contribuye de forma decisiva a las economías de muchos países de bajos ingresos y con déficit de alimentos, entre los que figuran Ecuador, Honduras, Guatemala, Camerún, Costa de Marfil y Filipinas. Es la fruta fresca más exportada del mundo en cuanto a volumen y valor. (Arias y Dankers 2004)

1.2. Etimología del cultivo de banano

Fue en Brasil, donde esta especie fue bautizada con el nombre de banana o banano por primera vez. Palabra que procede de la lengua usada de esclavos africanos que llegaron a tierras del Brasil; y que muy pronto, se hizo popular en varios idiomas en todo el mundo. Con respecto a la planta del plátano y el fruto en sí, recibieron este nombre por sus hojas anchas. (Agrotendencias, 2003)

1.3. Origen del cultivo de banano

Se han conseguido indicios de que el banano, fue una de las primeras plantas domesticadas por el hombre; hace aproximadamente 10.000 años. Desde la época del neolítico hasta hoy, existe una variedad salvaje en la jungla africana, denominada *Musa acuminata*. (Agrotendencias, 2003)

Los actuales bananos sin semillas, que se calcula tienen unos 2000 años de existencia; se cree fueron el resultado de una mutación en alguna planta. Que hizo que los bananos tuviesen tres copias de cada cromosoma en vez de dos que es lo común. (Agrotendencias, 2003)

Por lo general y desde su domesticación, las plantas del banano se reproducen mediante brotes del rizoma o tallo subterráneo; llamados hijuelos, siendo todas las plantas clones de sus antepasados, cuentan con poca variedad genética. (Agrotendencias, 2003)

1.4. Historia y difusión de cultivo de banano

El banano tiene su centro de origen en la región Indomalaya, propagándose desde Indonesia hacia el sur y oeste; hasta llegar a Hawái y a la Polinesia, en diferentes épocas. Sin embargo, se sabía de su existencia por parte de comerciantes europeos, desde el siglo III a.C.; pero no lo introdujeron al viejo continente sino hasta el siglo X cuando fue introducido en África. Fue desde el continente africano, que los portugueses la llevarían a Sudamérica; en el siglo XVI luego de la conquista. (Agrotendencias, 2003)

La especie como tal llegó a las islas Canarias en el siglo XV. Llevándolo hacia América en 1516 por los portugueses que poblaron Brasil; aunque el cultivo comercial comenzó a finales del siglo XIX o principios del XX. (Agrotendencias, 2003)

Los españoles fueron los encargados de llevar la banana a México donde no tuvo problemas en arraigarse. En el 1899, se funda la United Fruit Company en Centroamérica; llegando a ser el banano el primer producto de exportación hacia los EEUU. (Agrotendencias, 2003)

Geográficamente el banano se encuentra distribuido en los trópicos y subtropicos. En condiciones naturales, se encuentra en una amplia distribución que incluye tierras cercanas a las costas, lagos, orillas de ríos y zonas selváticas (Agrotendencias, 2003)

1.5. Taxonomía del cultivo de banano

Según Jones (1987), el banano tiene su clasificación taxonómica de la siguiente forma:

Reino: Plantae.

Subreino: Embryobionta.

División: Magnoliophyta.

Clase: Liliopsida.

Subclase: Zygiberidae.

Orden: Zygiberales.

Familia: Musaceae.

Género: *Musa*.

Especie: *Musa spp.*

1.6. Características morfológicas y fisiológicas del cultivo de banano

1.6.1. Morfología de la planta de banano

El banano es una planta herbácea de tamaño variable según la especie (dos a cinco metros). De una cepa o cormo salen hojas de tamaño creciente, cuyas vainas en forma de espiral conforman el pseudotallo, coronado con un penacho de hojas largas y anchas. Durante el periodo vegetativo de la planta, emergen de 15 a 25 hojas funcionales. En el interior del seudotrunko crece el tallo, que termina con el desarrollo de una inflorescencia, que a su salida, sufre un encorvamiento negativo y la fruta se desarrolla durante 80-90 días (Soto, 2008)

1.6.2. Cormo o rizoma

Según Jacuinde (2003) la mayoría de los autores han llamado cormo al tallo subterráneo del banano (León, 1987; Soto, 1990; Price, 1995). Algunos le llaman rizoma (Stover y Simmonds, 1987, Robinson, 1996). De cualquier manera, este es el verdadero tallo del banano, de donde se originan las hojas que parten del meristemo apical que se encuentran en la parte superior. El tallo está formado por muchos entrenudos cortos cubiertos externamente por la base de las hojas, y de los nudos brotan las raíces adventicias.

Ahora bien, durante la producción de hojas se producen los “hijos”, que son yemas laterales que salen del cormo original opuestas a cada hoja en un ángulo de 180° (León, 1987 y Soto, 1987 citado por Jacuinde, 2003).

El cormo es un importante órgano de almacenamiento que ayuda a sostener el crecimiento del racimo y el desarrollo de los “hijos” de la planta. Según (Robinson 1996, citado por Jacuinde, 2003). Antes de la floración el cormo contiene cerca del 355 del total de materia orgánica de la planta. Este porcentaje baja a un 205 al momento de madurez del fruto, conforme las reservas se redistribuyen durante el crecimiento.

El tallo subterráneo del plátano ha sido llamado tubérculo, rizoma o cormo el último término es el más apropiado. Es una estructura cónica o asimétrica, con el eje central curvo y doblado hacia arriba, formado por muchos entrenudos cortos, marcados por la base o cicatriz de las hojas y escamas que lo atraviesan en gran parte de su anchura. (Jacuinde, 2003).

El verdadero tallo de la planta es un órgano subterráneo que solo sobresale del suelo en la época de floración. Su anatomía es un tanto confusa, hasta que el punto que mientras Champion lo denomina bulbo, Simmonds indica que el mejor término botánico a aplicar es el cormo, siendo rizoma y bulbo incorrectos. (Jacuinde, 2003).

También se le conoce vulgarmente como cabeza o cepa se trata de un importante órgano de almacenamiento, formado por un cilindro central rodeado de un cortex protector del que emergen las raíces, las hojas, flores y los retoños (hijos), que continúan la vida de la planta. (Galán 1992, citado por Jacuinde, 2003).

Simmonds (1973), citado por Jacuinde (2003), menciona que el sistema de rizomas del plátano, como el de la gran mayoría de las monocotiledóneas, es simpodico. En casi todos los plátanos, el crecimiento horizontal del simpodio es mínimo, pasando el vástago a formar un nuevo tallo aéreo tan pronto como sobrepasa a la planta madre. Las yemas a través de las cuales se efectúa el crecimiento del simpodio, tienden a estar ubicadas en la parte media y superior del cormo, por consiguiente hay cierta tendencia a

que los hijuelos, vayan saliendo cada vez más cerca de la superficie del suelo, hasta llegar finalmente a brotar de la superficie del suelo, estos hijuelos dependen cierto tiempo de la planta madre mientras arraigan firmemente en el suelo.

Exteriormente el cormo del plátano está cubierto de cicatrices foliares dispuestas en forma apretada; esto debido a que los entrenudos son extremadamente cortos. Las cicatrices foliares forman un anillo completo en torno al cormo y cada uno de ellos está asociado a una yema que se encuentra en posición opuesta, no axilar. (Haarer 1965, citado por Jacuinde, 2003). Dice que los plátanos se producen siempre vegetativamente, excepto en los establecimientos dedicados a su multiplicación y estudio, en los que se obtienen semillas por procedimientos especiales y los embriones se cuidan con la mayor atención, ver las partes morfológicas del cormo en figura uno.

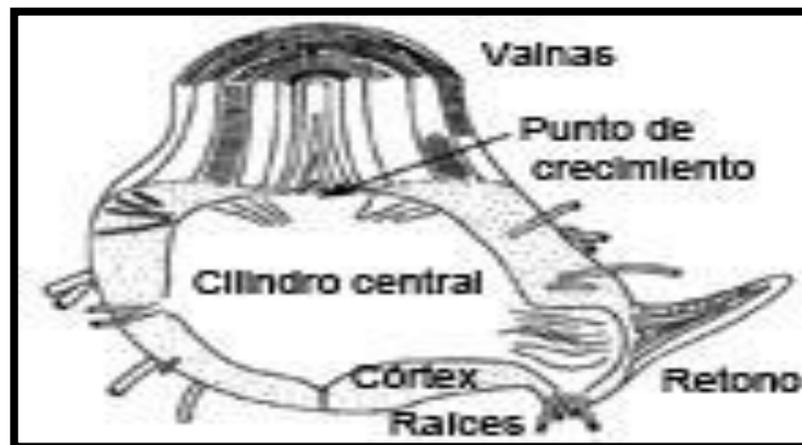


Figura 1. Partes morfológicas del cormo del cultivo de banano.
Fuente: Jacuinde (2003).

1.6.3. Desarrollo del vástago

La yema en principio se desarrolla lateralmente, casi perpendicular a la superficie del bulbo, el vástago se va alargando y engrosando, por lo general todavía bajo tierra. En un bulbo viejo puede haber varios brotes creciendo al mismo tiempo, aunque en etapas distintas de desarrollo. Los vástagos siguen alargándose, se dirigen hacia arriba y por fin afloran a ras de suelo; en esta etapa se dice que la punta del nuevo tallito es un “fisgón”. (Jacuinde, 2003).

El brote en crecimiento se va engrosando, en cuyo momento la porción que está fuera del suelo ha crecido para convertirse en un “vástago joven” o retoño. Cuando ha sobrepasado el metro de altura, el vástago comienza a desarrollar estrechas hojas en cuya etapa se denomina “vástago espadero”. Cuando las hojas nuevas se han ensanchado y el vástago se ha engrosado en su base, se considera llegado el momento óptimo para su separación de la planta madre y constituir un pie de árbol destinado a ser plantado en el campo. (Jacuinde, 2003).

Los hijuelos se clasifican de diversas maneras.

- 1.- Hijuelo virgen (un brote grande sin fructificar).
- 2.- Hijuelo espada (presenta hojas angostas).
- 3.- Hijuelo de agua (superficial con hojas anchas).
- 4.- Pimpollo (hijuelo muy joven con hojas rudimentarias). Todos pueden utilizarse como material de plantación, sin embargo, no todos son de la misma calidad. (Simmonds 1966, citado por Jacuinde, 2003).

1.6.4. Sistema radicular

El sistema radicular de las plantas de banano es adventicio, o sea, la mayor parte se encuentra creciendo cerca de la superficie del suelo (primeros 50cm. aproximadamente). Está compuesto por un eje radicular, del cual se producen las raíces laterales primarias (de primer orden); a partir de ellas se desarrollan las raíces laterales secundarias (de segundo orden). Grupos de tres o cuatro ejes de raíces blancas y carnosas de 5-8 mm de grosor emergen usualmente de un primordio común en la llamada “zona marginal” y atraviesan la corteza para emerger por el cormo. Estas raíces pueden llegar a medir hasta cinco a diez metros, pero generalmente solo miden entre uno y dos metros (Soto, 1990; Stover y Simmonds, 1987; Price, 1995 y Robinson 1996, citado por Jacuinde, 2003)

Los pelos radiculares se desarrollan a partir del eje radicular y son los principales responsables de la absorción de agua y nutrientes. La planta de banano sigue produciendo raíces hasta la floración o en el momento en que emerge la inflorescencia; sin embargo las raíces pueden permanecer vivas y funcionales después de la floración

Price (1995) citado por Jacuinde (2003) indica que la planta de banano saludable debe producir entre doscientas y quinientas raíces. Las principales funciones de la raíz son el anclaje, la absorción de agua y nutrientes, la síntesis de hormonas y el almacenamiento. El crecimiento y funcionamiento de las raíces puede verse afectado de acuerdo con el tipo de suelo. En general, las plantas ubicadas en suelos pesados poseen un sistema radicular más pobre que las ubicadas en suelos de texturas livianas. El sistema radicular suele encontrarse concentrado principalmente entre los 20 y los 50 cm. superficiales de suelo, dependiendo de las condiciones físicas y químicas de este. El crecimiento radicular depende principalmente de las condiciones de textura y estructura del suelo, las condiciones de aireación y humedad (drenaje y riego), la compactación de suelos, la fertilidad del suelo y la aplicación de productos químicos. Cuando el sistema radicular se afecta negativamente, la producción decrece.

La radícula embrionaria del plátano muere pronto, siendo reemplazada por un sistema radical puramente adventicio, en las plantas establecidas a partir de hijuelos, el sistema radical es adventicio desde el principio. Las raíces brotan normalmente en grupos de cuatro en la superficie del cilindro central del cormo, con el tiempo verían considerablemente en número, según del estado de salud la planta. La raíz del plátano tiene numerosas raicillas laterales de diámetro mucho menor, creyéndose que las mismas que están provistas de pelos absorbentes son las que principalmente facilitan la absorción de agua y minerales por la planta, se les llama generalmente raíces alimentadoras y se presentan principalmente en los puntos distales de las raíces principales y por consiguiente, los fertilizantes no deben ser aplicados demasiado cerca de la cepa. (Simmons 1973, citado por Jacuinde, 2003).

La diferenciación de las raíces prosigue hasta el momento en que el tallo verdadero se hace aéreo; la emisión de raíces cesa por lo tanto poco después de la floración. Aparentemente se presentan en grupo de tres o cuatro, aun siendo perfectamente distintas, en la superficie del cilindro central del cormo. (Champion, 1976 citado por Jacuinde, 2003).

Galán (1992), citado por Jacuinde (2003), menciona que las raíces del plátano son adventicias y crecen en todas direcciones desde la base del falso tallo, donde éste se une al rizoma. Al principio son blancas y gruesas, para luego pasar a marrón oscuro. Una planta sana produce muchas raíces, la mayor parte de las cuales se extiende en capa de la superficie del suelo circundante. Pueden crecer hasta separarse a una distancia superior a los cinco metros. De la planta matriz, por lo común a una profundidad de 15 cm. Algunas de las raíces más bajas nacidas en la porción bulbosa del rizoma pueden dirigirse hacia adentro, pudiendo muchas penetrar hasta 75 cm. En suelos bien aireados, fértiles, húmedos y con correcto drenado. Las raíces principales se ramifican en secundarias y éstas llevan en los extremos los pelos absorbentes. La zona principal de raíces absorbentes se localiza en el suelo, de diez a 15 cm. de profundidad, en un radio de 25 cm o más del seudotallo.

1.6.5. Formación del seudotallo

La porción alargada del vástago se compone de bráctea o láminas de tejido vegetal fuertemente adheridas entre sí, que a medida que crecen se van desplegando una tras otra, primero como hojas lanceoladas, luego como hojas anchas y por último como hojas adultas en las que las anchas y firmes brácteas se comprimen hasta formar tallitos cortos y fuertes o pecíolo suficientemente robustos como para soportar las grandes hojas de la planta. El primero y más pequeño tallo foliar y sus hojas mueren a medida que salen nuevas hojas para reemplazarlo, formando un manojito en el extremo del tallo, compuesto por la parte inferior de sus pecíolos. Estos tallitos inferiores que circundan la base son gruesos con grandes alvéolos y están repletos de savia; como las hojas nuevas siempre crecen en sucesión y se empujan unas a otras hacia el cogollo de la planta, esta se mantiene rígida gracias a la presión así establecida. De esta forma, los tallos hojosos se convierten en el tronco, que en ocasiones alcanza los 2.70 – 3.60 metros de altura; de aquí que el tallo o tronco del plátano se llame seudotallo en toda su circunferencia por la base, adoptando una disposición en espiral. (Jacuinde, 2003).

1.6.6. Sistema foliar

El número total de hojas en una planta de plátano es de 60-70; al principio se forman hojas rudimentarias, posteriormente hojas angostas (espada) y finalmente

alrededor de 30 hojas normales. El índice de producción es un promedio de una hoja por semana; sin embargo, puede tomar más tiempo si las condiciones son desfavorables. Existen de diez a 15 hojas funcionales en una planta sana, el 80% de la fotosíntesis de la planta se lleva a cabo en las hojas de la dos a seis (Samson, 1991 citado por Jacuinde, 2003).

1.6.7. Inflorescencia

Poco después de desarrollarse la última hoja, el capullo floral del corazón de la planta comienza a crecer y constituye un tallo que se va abriendo un camino hacia arriba por el centro del pseudotallo y brota entre las hojas de la cimera. En la mayoría de las especies se incurva entonces para colgar hacia abajo, con lo cual lo que era inflorescencia erecta se ha vuelto péndula con las flores boca abajo. En el extremo de este brote floral no tarda en engrosarse un gran núcleo de brácteas y a medida que se inclina y cuelga, los internudos se van alargando y las brácteas aflojan su presión, una o varias cada vez, dejando ver las flores femeninas dispuestas sobre los plátanos en miniatura de las numerosas capas o manos existentes. Los plátanos jóvenes tuercen hacia fuera y luego hacia arriba para formar el manojo o racimo tan pronto como las flores femeninas se ajan y caen las brácteas. (Jacuinde, 2003).

Un grupo de flores, dispuestas en dos hileras oprimidas entre la bractea que lo recubre y la yema subyacente recibe el nombre de mano, a los frutos se les llama de dos. La inflorescencia comprende primeramente varias de estas manos de flores femeninas; su cantidad puede ser muy escasa si la vegetación es defectuosa; si las condiciones son óptimas, podrá llegar hasta 13-14, después de que el meristema ha dado estos pocas grupos femeninos, se opera súbitamente un nuevo cambio que es como si se hubiera agotado el contenido de hormona femenina, aparecen grupos de flores masculinas, caracterizadas por su ovario reducido, las bracteas, junto con sus grupos de flores, están sostenidas por el eje floral, bracteas y flores están insertadas independientemente (Champion, 1968 citado por Jacuinde, 2003).

Cuando han sido ya descubiertas todas las flores femeninas de debajo de las brácteas, que caen al suelo, queda sin cubrir una parte del tallo péndulo, allá donde las

flores no son corrientemente ni masculinas ni femeninas. Estas flores imperfectas son sustituidas en breve plazo de tiempo por flores masculinas, que van desarrollándose y abriéndose a medida que caen más brácteas. (Jacuinde, 2003).

1.6.8. Fruto

El fruto de banano se caracteriza botánicamente como una cereza con pericarpio (Robinson, 1996 citado por Jacuinde, 2003). El fruto se forma partiendo de los ovarios de las flores postiladas que muestran un gran aumento en volumen. La forma del fruto varía con el cultivar y el color es generalmente amarillo, aunque existientitos de color rojo bronceado o listados de amarillo y verde. La parte comestible es el resultado del engrosamiento de las paredes del ovario convertido en una masa parenquimatosa cargada de azúcar y almidón.

El desarrollo del fruto es partenocarpico, o sea, sin polinización. Los frutos son estériles, debido a una serie de causas que incluyen genes específicos de esterilidad femenina, triploidia y cambios cromosómicos (Soto, 1990 citado por Jacuinde, 2003).

El número de frutos en una mano varía según el orden de esta, la primera y a veces la segunda en aparecer, son las que poseen mayor número, pero éste será mayor cuantas más manos de flores femeninas comporte el racimo, por término medio, en los buenos racimos se cuentan de 18-22 frutos por mano. (Champion, 1968 citado por Jacuinde, 2003).

El tamaño del racimo es sumamente variable, el fruto tiene alto valor energético; elevado contenido de azúcar, aceptable contenido de proteínas, para que el racimo alcance el estado de corte deben pasar diez a once meses posterior a la plantación, para calidad de exportación. (Jacuinde, 2003).

1.7. Requerimientos medioambientales

1.7.1. Altitud

Según Swing Torres (2012), las zonas comprendidas entre los 0 y 30 msnm son las adecuadas para el desarrollo del cultivo. No obstante, el banano se adapta a alturas que alcanzan hasta los 2,200 msnm.

1.7.2. Necesidades hídricas

Aunque hay varias opiniones relacionadas con las mejores condiciones para el crecimiento de la planta de banano, tomando en cuenta el origen de esta y su morfología (hojas anchas, gran cantidad de estomas u órganos para la transpiración en las hojas), su cultivo debería efectuarse en un lugar con 2000mm de precipitación anual (o en una condición en que se pueda aportar esta cantidad mediante el sistema de riego), para un promedio mensual de 100- 180 mm. Esto representa un uso de aproximadamente 30-35 litros de agua en un día soleado, 24 litros de agua en un día semi soleado, y 12.5 litros de agua en un día nuboso, para un total de 2000 mm anuales. Para efectos prácticos, se considera que se deben aportar entre 25-50 mm de agua de lluvia o por riego semanal. (Jacuinde, 2003).

Purseglove estima la cantidad mínima de agua requerida para un buen crecimiento en 25 mm/semana, considera un promedio de 2000-2500 mm/año como satisfactorio, si está bien distribuido. (Simmonds, 1966 citado por Jacuinde, 2003). Por otra parte, ha hecho ciertas proposiciones acerca de los niveles de precipitación y temperatura y considera 100 mm de lluvia/mes y una temperatura promedio de 27°C como ideales. En la definición de Simmonds, las temperaturas de más de 27°C se consideran como óptimas; además un aguacero de 100 mm en el primer día del mes, seguido de 30 días secos sería equivalente a diez lluvias de 10 mm a intervalos de tres días. Por lo tanto, la cantidad semanal de Purseglove es agrónomicamente más correcta. De acuerdo con Champion, aparentemente el plátano absorbe fácilmente 30% del agua disponible en el suelo a capacidad de campo; sin embargo, cuando 60% ha sido utilizado, la planta mostrará signos de marchitamiento. Esto provoca el cierre de los estomas, lo que lleva a una disminución de la fotosíntesis, un crecimiento retardado y la

formación de menos hojas, aun con riego, la continuación de la sequía produce el arrugamiento de las hojas y rompimiento de los tallos; el rizoma, por el contrario, es resistente a la sequía y puede reanudar posteriormente el crecimiento, como consecuencia, es posible suponer que la baja humedad relativa es perjudicial para el plátano. (Samson 1991, citado por Jacuinde, 2003).

El déficit hídrico se refiere a condiciones en que las plantas están recibiendo menos agua (por lluvia o por riego) de la que necesitan. El déficit hídrico produce varias repuestas en las plantas, o respuestas que en algunos casos pueden darse rápidamente. Por ejemplo, con déficit de agua relativamente cortos, las láminas foliares se doblan, también se disminuye la rehidratación de la planta durante la noche. Un déficit hídrico moderado puede retrasar el crecimiento en una hoja por mes, periodos medios de déficit hídrico se muestran en el campo como arpeollamiento de las plantas (las hojas salen todas juntas, sin espacios entre ellas) e imposibilidad de la planta de parir. Si el periodo de déficit hídrico se extiende las hojas muestran cierto amarillamiento hasta que finalmente se quiebra el pseudotallo y mueren las raíces. (Jacuinde, 2003).

Es importante el momento fonológico (la etapa de desarrollo) de la planta durante el cual se desarrolla el déficit hídrico. Si es durante el crecimiento vegetativo, la parición (emisión de la flor) puede atrasarse hasta un mes; si es cerca de la aparición, se afecta enormemente el alargamiento del dedo; si es durante el llenado de la fruta, se retrasa la cosecha en 12-22 días y se afecta la vida verde (el momento que hay entre el tiempo e cosecha hasta que empieza la maduración). Sin embargo, es importante recordar que el efecto del déficit hídrico es acumulativo: cuanto más se extienda, peores son las consecuencias. Al igual que en el caso del déficit hídrico, un exceso de agua en el suelo produce una reducción del crecimiento de la parte aérea de las raíces (sistemas radiculares superficiales) y del tamaño de la planta, y provoca una coloración pálida en las hojas.

Después de 24 horas de inundación, una gran mayoría de las raíces muere, lo que generalmente va en detrimento de la planta. El principal efecto del nivel freático alto es la restricción de volumen de suelo que las raíces pueden explorar, además de la

muerte de las raíces propiamente, de forma que se reduce la densidad de raíces, la eficiencia del sistema radicular y la productividad. Un factor ligado al exceso de agua en el perfil de suelo es el de la alta humedad relativa. Una alta humedad relativa provoca problemas enormes en el control de enfermedades de suelo como el mal de Panamá y enfermedades foliares como la Sigatoka. (Jacuinde, 2003).

En el caso del déficit hídrico, la práctica más importante es el riego y, en el caso de problemas por exceso de agua, el drenaje. (Jacuinde, 2003).

1.7.3. Precipitación pluvial y humedad relativa

Requiere una precipitación de 1800 a 2800 mm bien distribuidos durante el año, la lluvia mensual mínima debe ser de 100 a 150 mm durante todo el ciclo vegetativo. Las raíces del plátano son frágiles y no soportan el agua estancada. Deben vivir en un medio bien aireado, pero son susceptibles a la desecación. (Jacuinde, 2003).

Las precipitaciones no serán nunca inferiores a 125cm debiendo en realidad superar los 250 cm anuales. Las lluvias escasas obligan a practicar riegos suplementarios, a aplicar hierba seca como abono vegetal y a conservar la humedad de la mejor forma posible. Las lluvias superiores a los 250 cm anuales exigen un buen sistema de drenaje y la prevención de posibles erosiones. Si las lluvias no se distribuyen de manera uniforme a lo largo del año, se practicará riego durante los meses más secos. Cuando el clima es uniforme, el plátano en continuo desarrollo y produce fruto a lo largo del año; una prolongada temporada de sequía o unos cuantos meses frescos motivan el retraso del crecimiento, por lo cual resulta entonces difícil obtener frutos que puedan aprovecharse de los precios altos, a menos que se practique el riego. (Haarer, 1965 citado por Jacuinde, 2003).

1.7.4. Temperatura

La temperatura media óptima para el cultivo es de 25°C. Un rango de temperaturas entre 25 a 30°C favorece su desarrollo. Cuanto más baja sea la temperatura el ciclo vegetativo del cultivo se prolonga. La actividad vegetativa de la

planta queda fuertemente reducida cuando la temperatura baja de los 16°C, paralizándose completamente la salida de hojas. Por debajo de esta temperatura, las vainas foliares crecen muy juntas, lo cual se conoce como “arrepollamiento”, que dificulta la emisión de la inflorescencia o parición. Una situación extrema se genera cuando las temperaturas llegan a los 12°C, ya que en este momento la fructificación se detiene. (Swing Torres, 2012)

1.7.5. Luminosidad

El banano se cultiva en condiciones de variada iluminación. Aunque, una cierta reducción de la iluminación, no interrumpe la salida de las hojas de la bananera; sin embargo, alarga considerablemente su ciclo vegetativo, por lo que esta planta prefiere zonas de sol y despejadas de nubes. Bajo condiciones de baja luminosidad, día sombrío y frío; el ciclo vegetativo se alarga notablemente y pasa de 8.5 meses (en plantaciones bien expuestas a la luz), hasta 14 meses en plantas que crecen en la penumbra. (Swing Torres, 2012)

1.7.6. Vientos

El viento es un factor a tener muy en cuenta al momento de establecer una plantación de banano, debido a su naturaleza herbácea, sus hojas laminares y su sistema radical superficial. No se recomienda aquellas zonas que estén expuestas a velocidades de viento mayores a 20 km/hora. (Swing Torres, 2012)

1.7.7. El suelo

Los mejores suelos para el cultivo de banano son aquellos de formación aluvial y que se encuentran en los costeros, de textura arenosa, pero suficientemente provistos de arcilla y limo para retener el agua. Suelos con buena estructura y gran porosidad y que posean buen drenaje, favorecen el desarrollo de la planta. El exceso de humedad produce un mal desarrollo de la planta y la pudrición de sus raíces. (Swing Torres, 2012)

Como norma general, puede decirse que los mejores suelos para el cultivo del banano son aquellos con altos contenidos de nutrientes, bien balanceados y complementados con el abonamiento, procurando suplir la extracción de minerales que

se da con las cosechas y las pérdidas que se producen por el proceso de lixiviación. (Swing Torres, 2012).

1.8. Riego y drenaje

1.8.1. Riego

Las plantas de banano tienen grandes necesidades hídricas, debido a sus características botánicas y fisiológicas (plantas de gran tamaño y rápido crecimiento). Por esto, las plantas requieren de adecuadas condiciones de humedad en el suelo a través de todo el año, que les permitan crecer y desarrollarse normalmente. En algunas zonas bananeras donde se presenta baja precipitación y se tiene al menos un periodo del año donde se presenta déficit hídrico, se hace necesaria la utilización de riego. Existen zonas donde se presenta un corto periodo seco en el año y se puede producir de manera rentable sin riego, sin embargo en otras zonas muy secas la utilización del riego es imprescindible para producir el cultivo. (Jacuinde, 2003).

El planteamiento de un sistema de riego requiere de estudios para conocer la cantidad y distribución del agua por aplicar, así como algunos parámetros básicos para el diseño de sistemas de riego en el cultivo del banano.

- Retención de humedad en el suelo.
- Infiltración básica.
- Evapotranspiración potencial.
- Balance hídrico.

De acuerdo con la información obtenida por los anteriores parámetros, se calcula la lámina de riego (Cantidad de agua por utilizar en cada riego) y la frecuencia de riego, que depende mucho del tipo de suelo y del clima imperante. (Jacuinde, 2003).

La selección del sistema de riego por utilizar no solo depende de aspectos técnicos sino también de las condiciones económicas, sociales y culturales de las zonas, existen varias opciones de riego por utilizar en el cultivo del banano.

- Riego por gravedad, riego por aspersión y riego por goteo.

1.8.2. Drenaje

El exceso de humedad es una limitante severa para el cultivo de banano, ya que además de que el cultivo es particularmente sensible a los excesos de humedad, la mayoría de zonas dedicadas a banano son de áreas planas con regímenes altamente lluviosos, lo que hace que el cultivo este expuesto a fuertes lluvias e inundaciones a través del año. Debido a esto, la evacuación del exceso de humedad en las fincas bananeras, por medio de la construcción de drenajes, es una prioridad en el manejo agronómico del cultivo (Ortiz vega *et al*, 1999 citado por Jacuinde, 2003)

- **Síntomas de exceso de humedad**

Lo que afecta directamente a las raíces no es el exceso de humedad en el suelo, sino más bien la reducción o eliminación del espacio aéreo del suelo, que provoca el exceso de agua, y evita de esta forma que las raíces dispongan de suficiente oxígeno para realizar sus funciones de respiración, transporte de nutrientes y crecimiento. El exceso de humedad provoca en las plantas los siguientes síntomas:

- Arrepollamiento (causado también por otros factores).
- Levantamiento de las cepas, lo que hace a la planta más propensa al volcamiento.
- Excesivo crecimiento de raíces superficiales.
- Manifestación de síntomas nutricionales severos (principalmente de nitrógeno y potasio).

En casos extremos, como cuando hay inundaciones, si el suelo permanece saturado por más de tres días, pueden tenerse pérdidas irreparables del sistema radicular y muerte de la planta (Ortiz vega *et al*, 1999, citado por Jacuinde, 2003).

1.9. Requerimientos nutricionales del banano

En la fertilización del cultivo de banano se utilizan tanto formulas completas (tipo NPK) como fuentes individuales de nutrientes (tipo urea y cloruro de potasio KCl) La mejor opción es la utilización de fórmulas completas ya que mediante estas se suplen las necesidades nutricionales de la planta de manera integral y se evita el exponer la planta

a altas cantidades de un solo elemento en un momento dado. (Ortiz vega *et al*, 1999, citado por Jacuinde, 2003).

A continuación se presenta la figura dos, con los requerimientos nutricionales del cultivo de banano en kilogramos por hectárea al año.

N_2	300 - 350	
P_2O_2	100 - 150	
K_2O	200 - 300	
MgO	100	
SO_4	650 - 750	

Figura 2. Requerimientos nutricionales del cultivo de banano en kg /ha.

Fuente: Swing Torres (2012).

1.10. Relaciones Agua-Suelo-Planta

Israelsen y Hansen (1979), indican que para calcular la cantidad de agua que artificialmente debe de ponerse a disposición de la planta, es preciso estudiar sus necesidades y las características agroclimatológicas del medio en que vive, ya que ejercen una influencia decisiva sobre los requerimientos de humedad.

Según Grassi (1975), los requerimientos de agua de los cultivos en general, son muy variables. El requerimiento de agua varia de una especie a otra, así como entre las de un mismo tipo, también dentro de los requerimientos influyen condiciones naturales como el clima, la cantidad de distribución de lluvia, la clase de suelo y subsuelo y de acuerdo al estado fenológico de crecimiento.

1.10.1. Capacidad de campo (CC)

La capacidad de campo es el contenido humedad que tiene el suelo inmediatamente después de que el agua gravitacional ha drenado, o sea que es la máxima cantidad de agua que un suelo puede retener en contra de la fuerza de gravedad. Es el límite superior de agua aprovechable o disponible para el desarrollo de las plantas y además porque es el porcentaje de humedad al que la zona radicular debe regarse para que no existan desperdicios ni déficit en la planta. Es el contenido de humedad que tiene el suelo cuando el agua esta retenida de 1/10 atmósferas para suelos arenosos y 1/3 de atmósfera para suelos arcillosos (Sandoval, 2007).

1.10.2. Punto de marchitez permanente (PMP)

Es el porcentaje o contenido de humedad del suelo al cual las plantas no pueden obtener suficiente humedad para satisfacer sus requerimientos de transpiración. Al alcanzar el suelo valores de PMP las plantas se marchitan y no son capaces de recuperarse aún cuando se coloquen durante una noche en una atmósfera saturada en la que casi no se produce consumo de agua. Es el contenido de humedad que tiene el suelo cuando el agua esta retenida a 15 atmósferas (Sandoval, 2007).

1.10.3. Densidad aparente (Da)

La densidad aparente de un suelo es el peso de suelo seco por unidad de volumen de suelo, incluyendo los poros, se expresa en gramos por cm^3 . Como valores medios los suelos arcillosos tienen una densidad aparente de 1.00 a 1.3 gr/cm^3 , los francos de 1.3 a 1.5 gr/cm^3 , los suelos arenosos de 1.55 a 1.8 gr/cm^3 y los suelos orgánicos de 0.7 a 1.0 gr/cm^3 (Sandoval, 2007).

1.10.4. Profundidad a que se encuentra el mayor porcentaje de raíces

La mayoría de las raíces, fundamentalmente las que toman la mayor parte de nutrientes del suelo, se encuentran o se concentran en los primeros 0.20 m, alcanzando las raíces verticales hasta 0.60 m, y en los suelos más ligeros hasta 2.0 m. de profundidad. De manera general, respaldado por un conteo de raíces a diferentes profundidades y después de haber hecho una calicata transversal al lado de la planta, algunas investigaciones coinciden al respecto que la profundidad a la que deben tomarse

las muestras para los cálculos del riego debe oscilar entre los 50 y 60 cm, o sea, que en ese horizonte ha de encontrarse la zona de mayor actividad, aunque por debajo de la misma aún se encuentra un porcentaje bajo de raíces. En el estrato de 0.00 a 0.10 m existe baja concentración de raíces, pero a esta zona se le atribuye una alta evaporación de agua (CENTA, 2002).

1.10.5. Lámina de agua bruta (dB)

Es la diferencia entre el contenido de humedad del suelo a capacidad de campo y punto de marchitez permanente, expresados en porcentaje, multiplicado por la densidad aparente y la zona radicular, quedando con la siguiente ecuación: $dB = (CC - PMP) / 100 * Da * Zr$, expresada en centímetros (cm) (Sandoval, 2007).

1.10.6. Déficit permitido por manejo (DPM) o umbral de riego (UR)

Es el rango entre la capacidad de campo y el punto crítico. Normalmente se expresa como el porcentaje de la humedad aprovechable total que puede ser usada por el cultivo sin que la producción de este disminuya. De manera general el DPM O UR varía entre 25 y 80% del agua disponible total, siendo de 25 a 40% para cultivos susceptibles a sequía y de 60 a 80% para cultivos resistentes a sequía. El valor más usado comúnmente de DPM es 50% (Sandoval, 2007).

1.10.7. Lámina de agua neta (dN)

La lámina neta es la lámina de agua rápidamente aprovechable por la planta a la profundidad radical efectiva, y se obtiene multiplicando la lámina de humedad aprovechable por el déficit permitido de manejo (DPM) o umbral de riego (UR). Esta dada por la siguiente ecuación: $dN = dB * UR$ o $dN = dB * DPM$ (Sandoval, 2007).

1.10.8. Evapotranspiración de referencia o evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o)

Según la FAO (2006) La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo, y se denomina ET_o. La superficie de referencia corresponde a un cultivo

hipotético de pasto con características específicas. El concepto de evapotranspiración de referencia se introdujo para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo, y de las prácticas de manejo. Debido a que hay una abundante disponibilidad de agua en la superficie de la ETo, los factores del suelo no tienen ningún efecto sobre ET.

1.10.9. Coeficiente de cultivo (Kc)

Como puede desprenderse del apartado anterior, un coeficiente de cultivo, Kc, es un coeficiente de ajuste que permite calcular la ETr a partir de la ETP o ETo. Estos coeficientes dependen fundamentalmente de las características propias de cada cultivo, por tanto, son específicos para cada uno de ellos y dependen de su estado de desarrollo y de sus etapas fenológicas, por ello, son variables a lo largo del tiempo. En el cultivo de plátano va de desde 0.4 a 1.12, dependen también de las características del suelo y su humedad, así como de las prácticas agrícolas y del riego (FAO, 2006), los valores del kc se presenta en la figura tres.

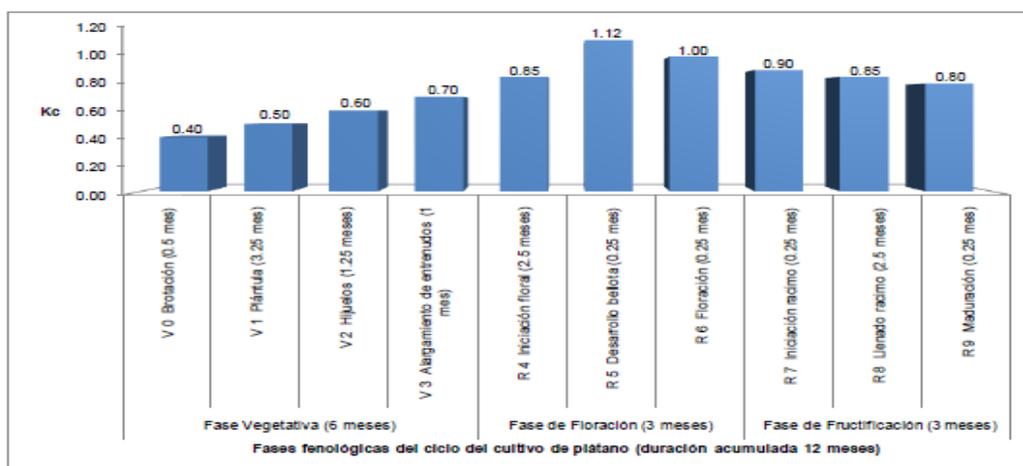


Figura 3. Valores de kc para el cultivo de banano de acuerdo a la etapa fenológica y etapas de crecimientos del cultivo.

Fuente: FAO, (2006).

1.11. Tipo de hormonas y su funcionamiento

Las hormonas vegetales, nutrientes y cofactores hormonales, regulan el crecimiento y la reproducción de la planta de la forma parecida en que las hormonas,

nutrientes y vitaminas regulan el crecimiento y la reproducción en los humanos y los animales. (Stoller, 2013)

1.11.1. Hormonas del Crecimiento

- Citoquininas (el Despachador), Auxinas (el Activador) y Ácido Giberélico (el Agrandador).

1.11.2. Hormonas del Estrés

- Etileno (el Regulador) y Ácido Abscísico (el Terminador).

1.11.3. Citoquininas: El Despachador

Según Stoller (2013), las Citoquininas son hormonas que despacha las señales de los eventos hormonales controlando la división y diferenciación celular:

1. Las Citoquininas son producidas en los tejidos meristemáticos de pelos radiculares.
2. El movimiento de las Citoquininas hacia las partes superiores de la planta estimula la formación de ramas y de follaje.
 - Los nuevos tejidos producen Auxinas que son transportados hacia la parte inferior de la planta en donde se combina con las Citoquininas para causar la división celular para las nuevas puntas radiculares:
 - La proporción de Auxinas a Citoquininas determina el tipo de crecimiento: más Auxinas más crecimiento de raíces; más Citoquininas igual a más crecimiento del follaje.
 - El mantenimiento de los nuevos tejidos meristemáticos radiculares es crítico para el desarrollo óptimo de la planta.
3. Las Citoquininas actúan reduciendo la senescencia (envejecimiento) de la planta. La falta de Citoquininas permite que el nivel de Ácido Abscísico se

incremente en la planta. La síntesis o la adición de Citoquininas reducen el nivel de Ácido Abscísico en la planta favoreciendo el mantenimiento del vigor juvenil.

1.11.4. Auxinas: El Activador

Según Stoller (2013), las Auxinas son las hormonas que activan y dirigen la nueva división celular y el movimiento de los alimentos en la planta:

1. Las Auxinas son producidas en los nuevos tejidos meristemáticos apicales de las nuevas hojas. La concentración de las Auxinas en los tejidos foliares puede ser hasta 1,000 veces más alto que en las puntas de las raíces. (Stoller, 2013).
2. Las Auxinas son responsables de la división celular que conduce al crecimiento activo de la planta. Si los niveles son insuficientes la división celular cesará, el crecimiento se detendrá y las flores o frutos serán abortados (se caerán) resultando en la falta de formación de yemas. (Stoller, 2013).
3. Las Auxinas dirigen el movimiento de los fotosintatos (alimentos, azúcares) hacia toda la planta. A medida que la planta crece más vigorosa y más Auxinas son producidas en las hojas, su movimiento hacia las raíces se incrementa. Esto dirige más alimentos desde las raíces hacia la parte aérea de la planta. (Stoller, 2013).
4. A medida que la cantidad de Auxinas en la parte aérea de la planta se incrementa y se mueve hacia abajo, causará la dormancia en las yemas vegetativas y reproductivas. (Stoller, 2013).
5. A medida que la planta alcanza su más rápido y vigoroso estado de crecimiento vegetativo, la alta cantidad de Auxinas transportadas hacia las raíces tenderán a inhibir la división celular en las raíces. La resultante pérdida del vigor de las raíces causa el inicio de la senescencia (muerte celular) de la planta. (Stoller, 2013).

6. Después que la planta inicia su senescencia, el nivel de Auxinas se incrementará en las áreas de fructificación y en las yemas de fructificación. Esto activa el incremento de la cantidad de Etileno y de Ácido Abscísico en los frutos, granos y tejidos de almacenamiento, los cuales inician su maduración. (Stoller, 2013).

1.11.5. Ácido Giberélico: El Agrandador

Según Stoller (2013), las plantas producen Ácido Giberélico para estimular el crecimiento y el alargamiento de las células:

1. El Ácido Giberélico se produce dentro de la célula e incrementa el efecto sumidero para atraer el movimiento de los fotosintatos (alimentos, azúcares) hacia la célula. (Stoller, 2013).

Los alimentos son necesarios para suministrar energía y material para la formación de las células para producir la expansión celular (agrandar). (Stoller, 2013).

División celular: es importante para establecer el tipo y el número de células necesarios para el desarrollo normal de la planta, el crecimiento vigoroso y la calidad del rendimiento. (Stoller, 2013).

Crecimiento celular: es importante para la masa radicular y foliar y para la cantidad del rendimiento. (Stoller, 2013).

2. El transporte de las Auxinas inicia la síntesis del Ácido Giberélico. Esto tiende a expandir las células y causar el crecimiento largo de los entrenudos o elongación del tallo, el cual es muy favorable para plantas donde se busca la masa de hojas o brotes, pero no es favorable para plantas cultivadas y desarrolladas para lograr frutos, semillas o tejidos de almacenamiento. (Stoller, 2013).
3. El Ácido Giberélico es almacenado normalmente en los nudos en donde incrementa el tamaño de las células y la viabilidad reproductiva de las yemas que se forman en

los nudos. Esto explica porque las yemas reproductivas tienden a formarse en los nudos. (Stoller, 2013).

4. Si el Ácido Giberélico se mueve fuera de los nudos, los nudos serán menos productivos, la semilla o los frutos en los nudos fracasarán en cuajar y pueda que aborten. En la ausencia de Ácido Giberélico, las flores, los frutos pequeños o los tejidos de almacenamiento pueden ser abortados. El Ácido Giberélico ayuda a romper la dormancia de la semilla. (Stoller, 2013).

5. El Ácido Giberélico trabaja en forma opuesta al Etileno y el Ácido Abscísico. El Ácido Giberélico reduce el proceso de maduración y tiende a mantener el tejido vegetal más juvenil y vigoroso. En la figura cuatro se presenta la relación y función de las hormonas de crecimiento. (Stoller, 2013).

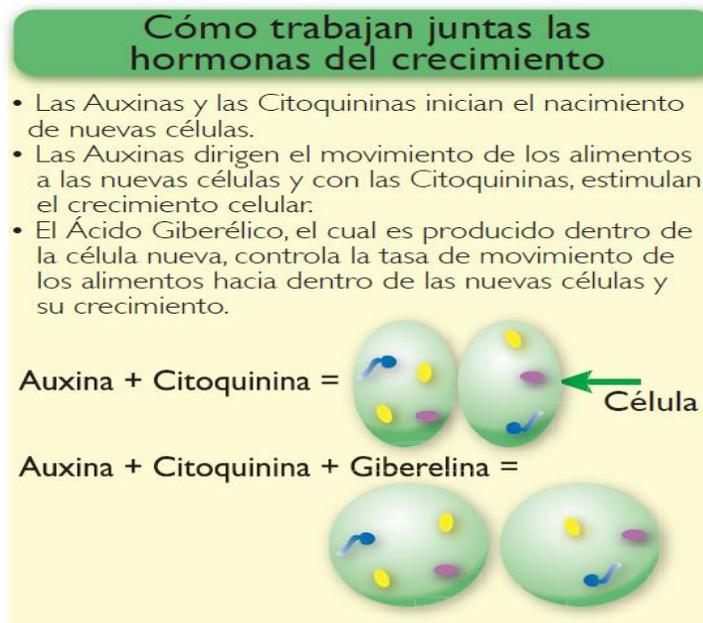


Figura 4. Función y relación de hormonas de crecimiento.

Fuente: Stoller (2013).

1.11.6. El Etileno: El Regulador

El Etileno es un gas producido en las células para regular el movimiento de las hormonas. El Etileno se presenta en dos formas: (Stoller, 2013).

a. Etileno Regular (o Fisiológico)

1. Controla el movimiento de las Auxinas desde varias células dentro de la planta. Sin Etileno, todo el movimiento de los alimentos sería dirigido hacia los nuevos tejidos meristemáticos apicales con muy poco movimiento hacia las raíces (tejidos de almacenamiento) o frutos en desarrollo.
2. Señaliza la madurez reproductiva e inicia la floración y fructificación.
3. Se incrementa a medida que envejece la planta para iniciar el proceso de maduración. Estimula el incremento del Ácido Abscísico para llevar a los tejidos (semillas, frutos y tejidos de almacenamiento) a la dormancia. Esto facilita la senescencia (la muerte de las células viejas) resultando en una mejor vida de almacenamiento de las partes cosechadas de la planta.

b. Etileno por Estrés

1. Es producido bajo condiciones de estrés como una señal para que la planta sintetice las proteínas protectoras para ayudar a superar el estrés moderado.
2. En exceso, el Etileno por estrés causa la senescencia prematura y la muerte celular. En la figura cinco se presenta el ciclo y niveles de las hormonas de crecimiento.

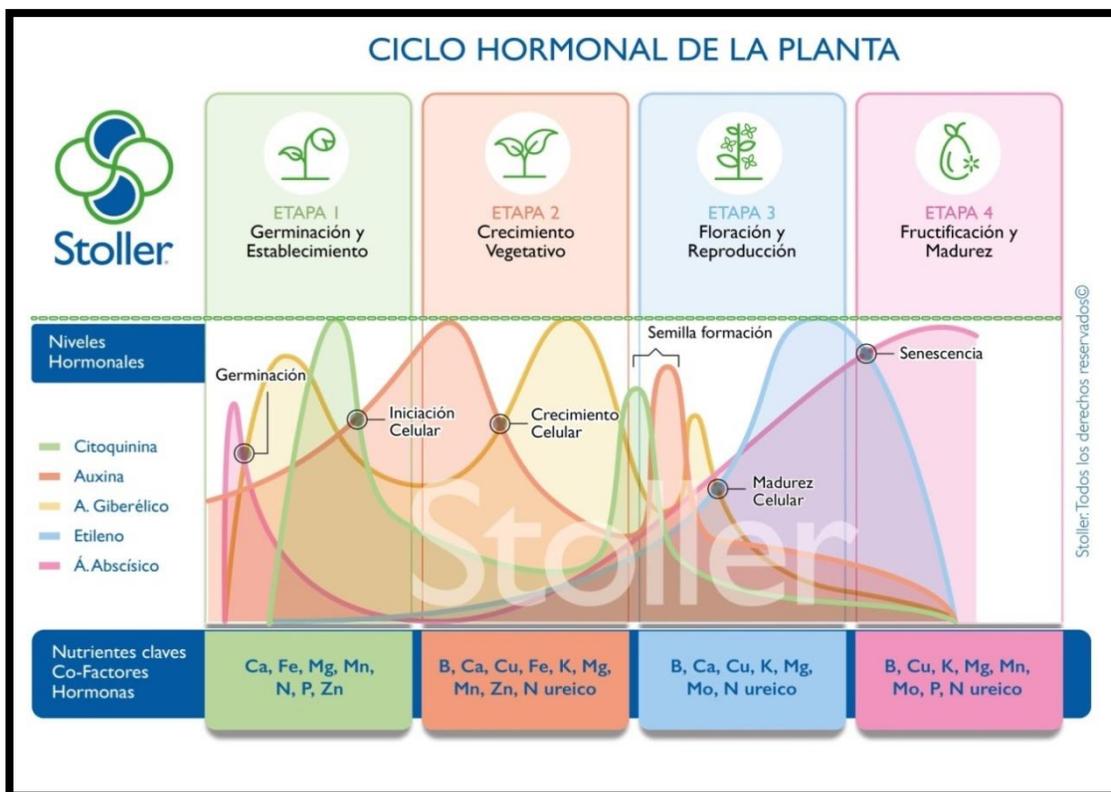


Figura 5. Ciclo y niveles de las hormonas de crecimiento.

Fuente: Stoller (2013).

1.11.7. Ácido abscísico: el germinador

El Ácido Abscísico es responsable de la madurez celular y de la terminación del crecimiento de la célula: (Stoller, 2013).

- El Ácido Abscísico es principalmente producido en las raíces y se mueve rápidamente hacia el follaje bajo cualquier naturaleza de estrés:
 - Cierra las estomas del follaje para preservar la humedad.
 - Reduce el nivel de Auxinas.
 - Inhibe la división celular en el follaje pero no en las raíces.
 - Causa la dormancia de la semilla.

2. Marco Referencial

2.1. Nombre de la finca

Finca Laurel pertenece a la Empresa del Grupo "Rosmar S.A." Tiquisate, Escuintla

2.2. Ubicación geográfica

Finca Laurel se encuentra ubicada a 30.8 km del municipio de Tiquisate del departamento de Escuintla por la ESC-27 carretera que conduce a la playa El Semillero, la cual se presenta en figura seis.

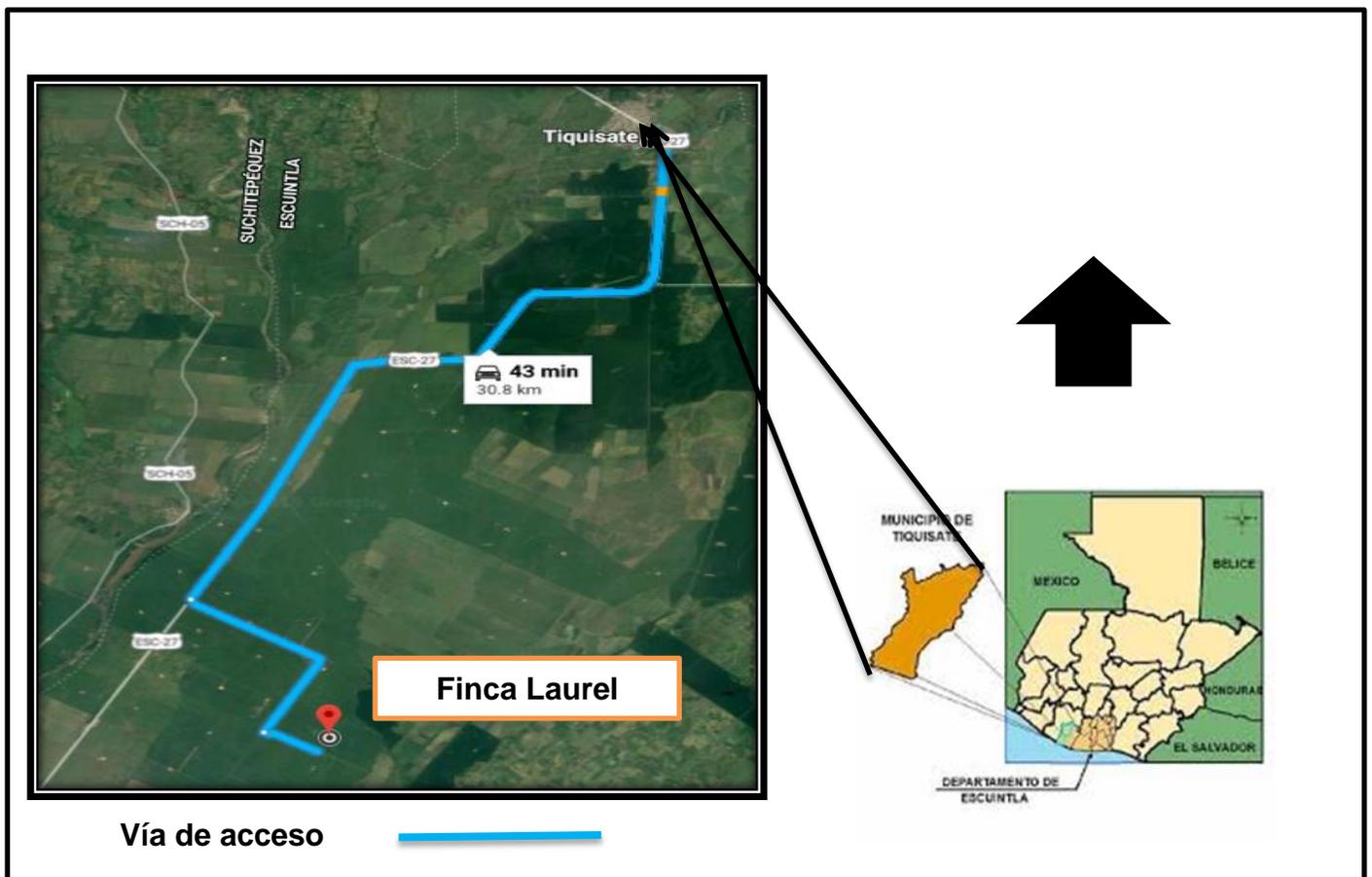


Figura 6. Ubicación geográfica de finca Laurel Tiquisate, Escuintla.
Fuente: Google maps utilizado por el autor (2019).

2.3. Acceso de la ciudad capital Guatemala

Por la CA2 occidente que dirige a la costa sur, donde se llega la ciudad del departamento de Escuintla ubicada a 145 kilómetros, siguiendo ruta a Rio Bravo, Suchitepéquez 90 kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla en la misma

dirección siguiendo hacia al municipio Tiquisate en el km 147, tomando la vía que conduce a carretera el semillero por la ESC-27 en un tiempo equivalente a 3.47 horas en automóvil de Tiquisate a finca Laurel. Ver figura siete.

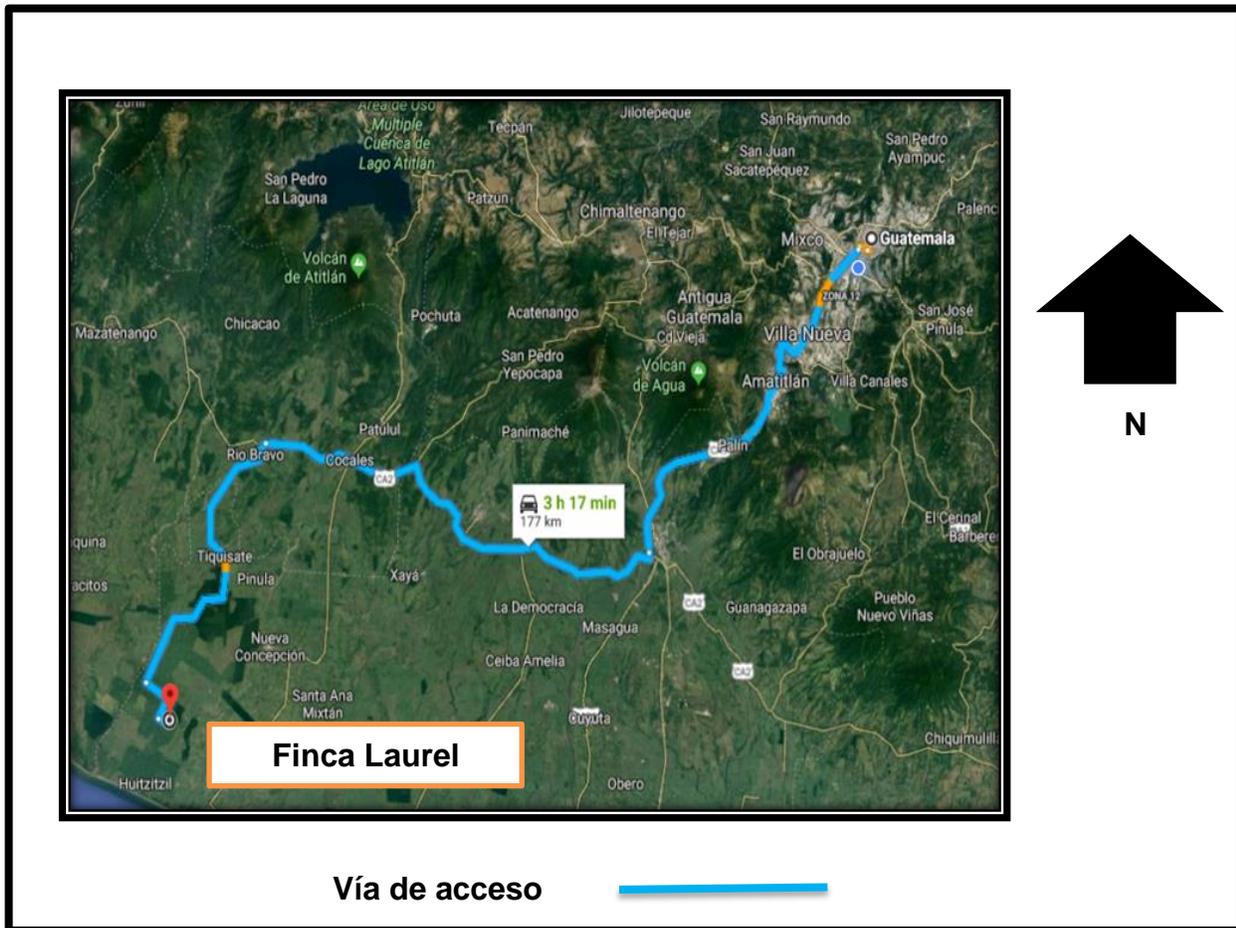


Figura 7. Vía de acceso de la ciudad capital Guatemala a finca Laurel, Tiquisate Escuintla.
Fuente: Google maps utilizado por el autor (2019).

2.4. Localización geográfica

Las coordenadas referenciales de la finca Laurel latitud 14°6'21"N longitud 91°26'14" O. En donde se encuentra ubicada la finca Laurel de la empresa del grupo Rosmar, estos datos fueron recolectados con la ayuda de un APP digital de GPS.

2.5. Tipo y objetivo de la institución

Finca Laurel pertenece a la empresa agrícola “Rosmar” la cual dedicada al cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) con el objetivo principal de la producción del mismo es para sus distintos canales de exportación, Estados Unidos y Europa como también el mercado nacional Guatemala.

2.6. Servicios que presta

Finca Laurel es una empresa agrícola dedicada al cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) el servicio que presta es un producto alimenticio de alta calidad, para consumo humano.

2.7. Horario de funcionamiento

Finca Laurel Tiquisate, Escuintla establece diferentes horarios de acuerdo al área laboral.

- Área Administrativa horario 6:00 am a 17:00 pm
- Área de campo (caporales de cosecha, parcela y riego) 5:30 am a 17:00 pm

2.8. Descripción y uso de la infraestructura de finca Laurel

En la figura ocho, se observa la infraestructura y usos de finca Laurel, el cual está distribuido por 29 cables, están orientados de norte a sur cada cable cuenta con seis válvulas de distribución del sistema de riego a excepción del cable 29 que cuenta con una válvula y media, se observa las diferentes infraestructuras como son los sanitarios, la ubicación de la planta empacadora, las oficinas de finca Laurel, área de bombeo de riego y el camino principal de finca Laurel, debido que no se logra visualizar ciertos aspectos se hace mención lo siguiente:

- Entrada principal (línea horizontal de color gris fuerte).
- Válvulas de riego (línea continua horizontal de color negra).
- Canales de riego (línea vertical azul).

- Cuadro azul (reservorio de agua ubicados en cable cinco válvula uno, cable 14 válvula cuatro y cable 22 válvula seis)
- Sanitarios (ubicados en los cables cinco, válvula 3 lados sur y cable 25, válvula 3 lado sur)
- Dobles líneas verticales (división de los cables).

En la parte de ha bajo de la figura ocho se encuentra enumerados los cables, ubicados de norte a sur con excepción del cable 29 que solo tiene una válvula y media ubicado en lado sur.

La planta empacadora se encuentra ubicada en el lado sur entre los cables 14 y 15 válvula tres lados sur y el punto de bombeo en los cables 14 y 15 válvula cuatro lado norte. Ver figura ocho.

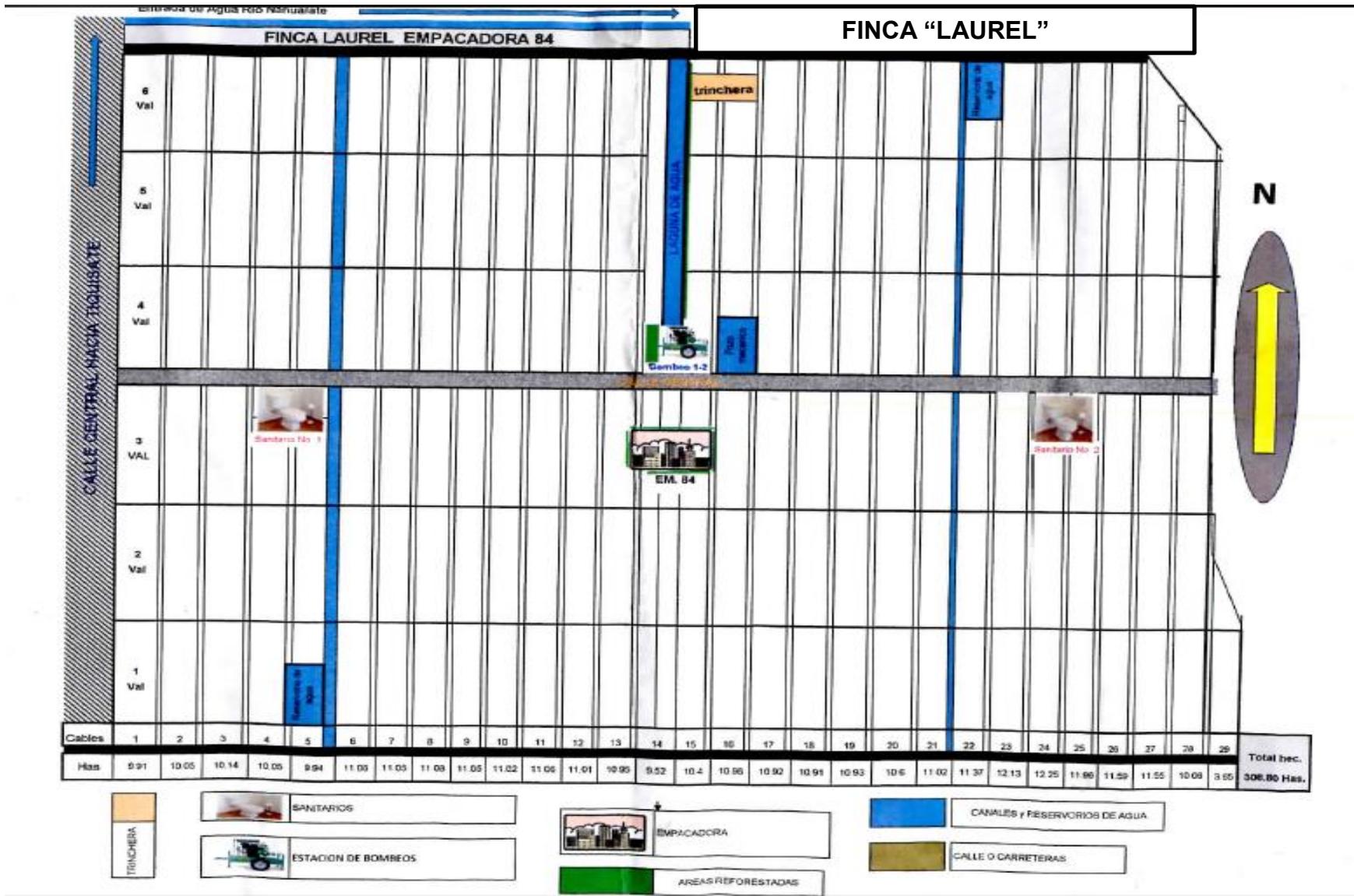


Figura 8. Distribución y uso de la infraestructura de finca Laurel Tiquisate, Escuintla.
Fuente: Finca Laurel (2006)

2.9. Características del sistema de riego de finca Laurel

Finca laurel cuenta con un sistema de riego por aspersión, con seis válvulas de distribución por cable, cada válvula tiene 220 aspersores de marca Nelson R-10 con una descarga de 1.56 gal/min. El funcionamiento del sistema es que el agua llegue a la planta en forma de lluvia localizada, cuenta con un reservorio de agua donde se establecen cuatro motores dos son eléctricos y los otros son de combustión diésel para la succión de agua tiene una tubería principal de 12". El marco del sistema de riego es de nueve metros por diez metros entre surco, dando inicio a las 7:00 am para las 4:00 pm en un intervalo de siete turnos regando cuatro cables por turno en 45 minutos es por ello que en ocasiones se realizan aplicaciones nocturna para mantener la humedad en el suelo.

2.10. Investigaciones relacionadas al tema

Según Corado (2014), en su tesis titulada "Evaluación de cuatro láminas de riego por goteo" sobre el rendimiento en el cultivo de plátano; Moyuta, Jutiapa de la Universidad Rafael Landívar facultad de ciencias ambientales y agrícolas licenciatura en ciencias agrícolas con énfasis en riegos donde se evaluaron las cuatro láminas de riego, T1 = lámina con un 10% abajo de la teórica calculada = 1.43 cm (14.3 mm), T2 = lámina teórica calculada = 1.59 cm (15.9 mm), T3 = lámina con un 10% arriba de la teórica calculada = 1.75 cm (17.5 mm) , T4 = lámina usada por el agricultor (tratamiento testigo) = 0.6 cm (6 mm).

El diseño utilizado para realizar esta investigación fue el de bloques completamente al azar (dbca), donde concluye que el rendimiento total expresado en tm/ha, no fue afectado por el efecto de las láminas de riego evaluadas, debido a que los resultados obtenidos demuestran que estadísticamente las láminas se presentaron iguales en el análisis de varianza, es decir, que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto se descarta la hipótesis planteada. El componente de calidad de la fruta no se vio influenciado por el efecto de cuatro láminas de riego por goteo evaluadas y en cuanto a medias de relación beneficio/costo el tratamiento uno (T1) de la lámina de 1.43 cm (14.3 mm) fue la mejor alternativa desde el punto de vista económico y productivo, con una rentabilidad de 49.28%.

Ochoa (2014), en su trabajo de titulación “evaluación del enraizamiento a partir de la aplicación de un biorregulador de crecimiento en yemas de banano (*Musa sp*) con la variedad *William*” en Ecuador de la universidad técnica de Machala facultad de ciencias agropecuarias donde se evaluaron los tratamientos T1= 1 cepa + 3 yemas + kelpak 10 cc , T2= ½ cepa + 1 yema + kelpak 10 cc, T3 = ½ cepa + 2 yemas + kelpak 10 cc, T4= hijo de agua + 3 yemas + kelpak 10 cc, T5= testigo (cepa con tres yemas) 0cc. Se concluye que la novísima tecnología de potenciar la producción de yemas a la cepas de banano de la variedad *Willams* la cual se maneja un sustrato enriquecido con humus, humus macerado con hidróxido de potasio más el bioestimulante kelpak de la basf.

La estimulación para la formación de yemas a partir de “una cepas con tres yemas + el bioestimulante 10 ml (T2 y T3), “Media cepa con dos yemas + kelpak” produjo los mejores resultados en el análisis de las variables relativas a la altura de las yemas, y desarrollo del sistema radicular en peso y volumen a los 60 días. Y el testigo tradicional fue superado por los diferentes tratamientos experimentales; sin existir diferencias relevantes entre emplear la cepa entera o dividida en dos partes.

III. OBJETIVOS

1. Objetivo General

- 1.1. Evaluar dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en finca “Laurel” Tiquisate, Escuintla.

2. Objetivo Específico

- 2.1. Determinar el efecto que tienen dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el desarrollo del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en finca Laurel, Tiquisate Escuintla.
- 2.2. Determinar el efecto de las mezclas de enraizamiento en el desarrollo del cultivo de banano a través de un ensayo bajo condiciones controladas en finca laurel, Tiquisate Escuintla.
- 2.3. Determinar los ítems (ambiente, cultivo, cosecha e insecto) que influyen en el desarrollo del cultivo de banano sujeta a la investigación.
- 2.4. Analizar financieramente dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores que tenga significancia.

IV. HIPOTESIS

1. Ha:

Al menos una de las interacciones de las dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores tendrá un efecto significativo en crecimiento y desarrollo del cultivo de banano.

2. Ha:

Al menos una de las mezclas de enraizadores tendrá un efecto significativo en el desarrollo del cultivo de banano investigado bajo condiciones controladas.

3. Ha:

Al menos uno de los ítems (ambiente, cultivo, cosecha e insectos) evaluados tendrán un efecto en el desarrollo del cultivo de banano.

4. Ha:

Al menos una de las interacciones de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores tendrá un efecto significativo en el análisis financiero.

V. MATERIALES Y METODOS

1. Material de la investigación

En la investigación se utilizó los siguientes productos comerciales que se describen a continuación

1.1. Humega®

Es un producto enriquecido biológicamente que puede estimular la absorción de los micronutrientes. Al mezclar Humega® con otros fertilizantes, los complica al fijarlos a una molécula de carbono.

Es un fertilizante múltiple clasificado para uso orgánico sustentable, con notables propiedades de mejorador y restaurador de suelos agrícolas. Contiene ácidos húmicos y fúlvicos, enzimas, aminoácidos, carbono, polifenoles, polisacáridos y más de 72 minerales mayores y microelementos. También una diversidad completa de bacterias benéficas: heterótrofas, anaeróbicas, levaduras y moho, pseudomonas, actinomicetos y bacterias que fijan nitrógeno, todas esenciales para la restauración del suelo y su fertilidad.

1.1.1. Mejora de la estructura del suelo

- Las bacterias en Humega® descomponen la materia orgánica y producen compuestos tales como polisacáridos, mucílago, gomas y diversos polímeros para consolidar las partículas del suelo.
- También estimulan raíces de las plantas para producir exudados que también se adhieren las partículas del suelo juntos.
- La naturaleza filamentosa de hongos y actinomicetos se encuentra en Humega® contribuyen a la formación de macroagregados por los alrededores y la estabilización de los microagregados.

1.1.2. Cambiar el agua de plantas y la absorción de nutrientes

- El ciclo del carbono.

- Compuestos tóxicos de degradación.
- El ciclo de nutrientes, la fijación de nitrógeno.

1.2. Gogreen®

Es una mezcla propia de células de alga verde (chlorophyta) y algas amarillo-verde (xanthophyta). Gogreen es viable y puede reproducirse rápidamente para proveer estructuras Benéficas a los suelos y actuar como un agente limpiador de los sistemas de irrigación. GOGreen es 100% natural y puede ser utilizado en cualquier tipo de irrigación y programa de fertilización.

Gogreen® es: Es una mezcla patentada de especies de micro algas del suelo con un pH de 7.0 del phylum Chlorophyta (algas verdes) y Xanthophyta (algas verde-amarillo) concentradas en una suspensión de agua dulce. Una suspensión de por lo menos 30 millones de células de algas por onza. La mayoría de las células en la suspensión están estabilizadas en fase estacionaria (o de no crecimiento).

Gogreen® no es: Un cultivo de algas puro. La mezcla puede contener diferentes especies de bacterias, hongos o invertebrados acuáticos. Algas filamentosas o colonial encontradas comúnmente en los canales de riego, lagos de edad avanzada y corrientes de movimiento lento.

1.2.1. Regulador del crecimiento vegetal auxina: participa en el desarrollo de plantas

- Estimula la formación de raíces secundarias y laterales.
- Estimula el desarrollo de los brotes axilares, flores y frutos.
- Estimula los brotes a moverse hacia la luz.
- Estimula la diferenciación del sistema vascular.
- Estimula que las raíces penetren en el subsuelo.

1.3. Root drive

Es un producto hecho a base de varios compuestos los cuales determinan tanto el equilibrio del nitrógeno como la elongación de las células, además estimula el brote de las yemas y los estolones para la formación de las raíces adventicias. Contiene aminoácidos, los cuales regulan los niveles tanto de nitrógeno como de ATP en la planta, además de ser catalizados para muchas de las reacciones en la formación de azúcares y proteínas

- Por su presentación líquida es fácilmente absorbido por las raíces de las plantas.
- Mejora la asimilación de los fertilizantes granulados.
- Aumenta la germinación de semillas y el enraizamiento.
- Ayuda a mantener los niveles óptimos de nitrógeno.
- Mejora el amacollamiento y la elongación de tallos.
- Aporta ATP a las plantas necesario en la síntesis bioquímica.

Es una fórmula líquida que funciona como activador fisiológico con Ácidos Húmicos que funcionan como dispersantes y quelatantes haciendo disponibles los nutrientes, evitando reacciones cruzadas que fijan o bloquean la disponibilidad de los nutrientes; aminoácidos indispensables en la síntesis de proteínas; ATP que es la moneda energética de cambio en todos los procesos fisiológicos de la planta y Ácidos Carboxílicos que son compuestos de bajo peso molecular que junto a las sales de amonio absorbidas del suelo forman el ácido Glutámico para formar porfirinas que son los pilares de las clorofilas, los citocromos y los diferentes tipos de parénquima.

2. Recursos de la investigación

2.1. Recursos humanos

- Gerente.
- Administrador.
- Cinco trabajadores de campo.
- Estudiante de EPS.

2.2. Recursos físicos

- Bomba de mochila de capacidad de 20L.
- Gabacha.
- Guates de hule.
- Plaquetas de PVC (identificación de tratamientos).
- Manta vinílica (identificación de la investigación).
- Metro.
- Calibrador de racimo.
- Cuchilla.
- Libreta de campo.
- Computadora.

2.3. Recursos financieros

Los recursos financieros fueron gestionados por finca Laurel.

3. Metodología de la investigación

Para el proceso de la investigación se solicitó una reunión con el gerente de finca Laurel con el objetivo de planificar el tema de investigación y poder evaluar los parámetros requeridos de acuerdo a las metodologías que se describen a continuación.

3.1. Ubicación del área experimental

Se solicitó un área para llevar a cabo el proceso de investigación, esta actividad se realizó con la ayuda del gerente, administrador y por el practicante de EPS.

Con un mapa de usos de la infraestructura y localización de áreas de campo se determinó que se llevaría a cabo en el área dos del cable 11 con un área de 10 ha. En la figura nueve se localizan el área de la investigación realizada.

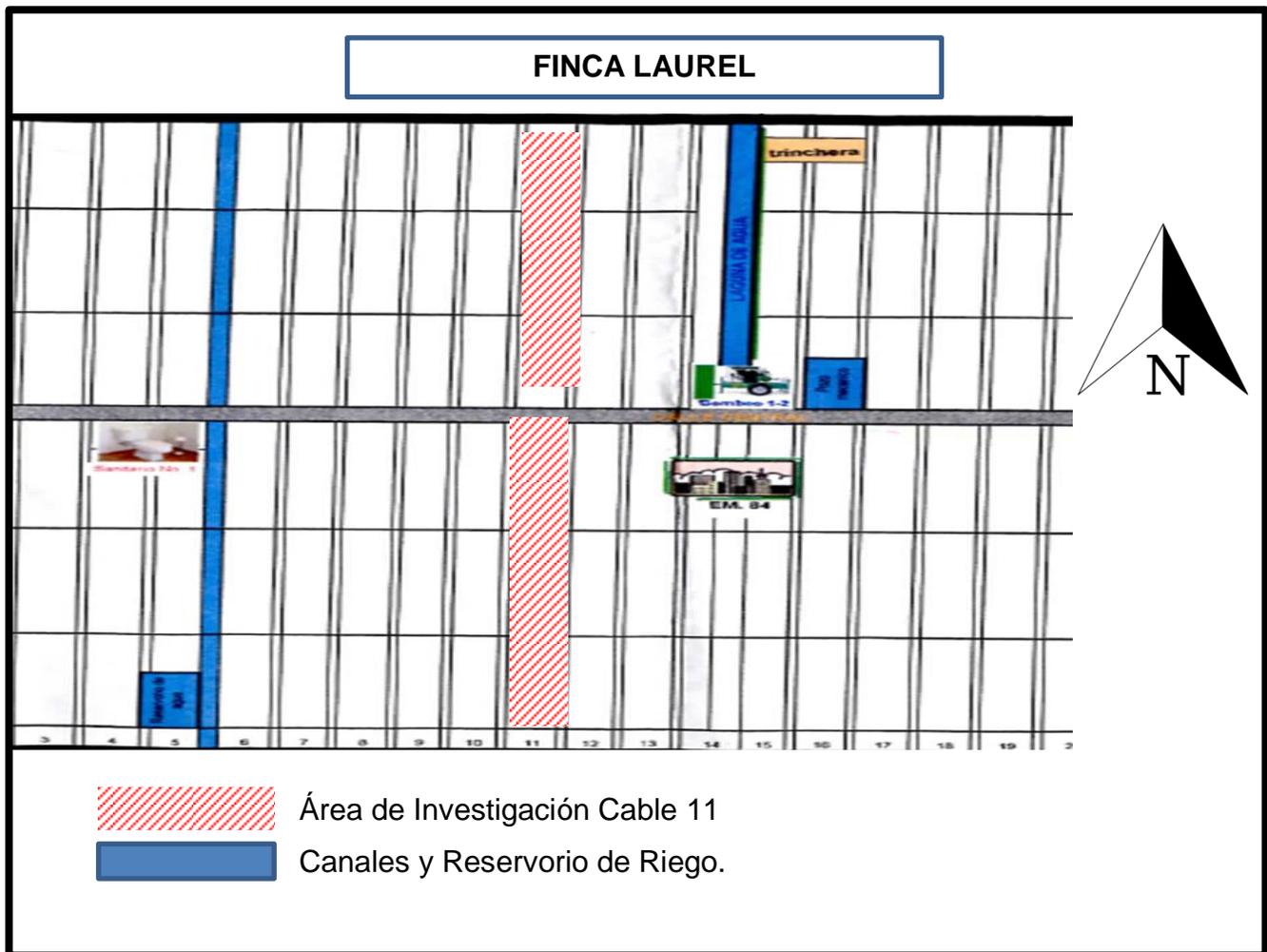


Figura 9. Localización del área de investigación en el cable 11 de finca Laurel.

3.2. Parámetros climatológicos de la investigación

Los parámetros climatológicos fueron utilizado para el cálculo de la lámina de riego, los datos climáticos son: humedad, temperatura, viento, insolación horas y precipitación. Mientras que los datos de suelo son: punto de marchites permanente y capacidad de campo, que a continuación describen.

3.2.1. Datos climáticos

A continuación en el cuadro uno, se presenta el promedio de diez años por mes de datos climatológicos de la estación más cercana a finca Laurel, Tiquisate Escuintla.

Cuadro 1. Promedio de diez años por mes, de datos climáticos de la estación Puyumate, Escuintla

Mes	Prom T° °C	Humedad %	Insolación horas	Rad MJ/m ² /día	ETo mm/día	días del mes	mm/mes	p.p/prom/mes
Enero	24.9	80	11.4	28.3	5.34	31	165.54	1.58
Febrero	25.7	79	11.7	28.6	5.45	28	152.6	12.52
Marzo	26.6	71	12	27.8	5.47	31	169.57	19.62
Abril	27.6	78	12.5	26.1	5.12	30	153.6	76.48
Mayo	27.4	84	12.8	23.8	4.47	31	138.57	237.94
Junio	26.7	87	12.9	22.4	4.01	30	120.3	258.4
Julio	26.4	87	12.9	23.1	4.1	31	127.1	268.1
Agosto	26.7	87	12.6	25	4.61	31	142.91	333.6
Septiembre	26.4	89	12.2	27.1	5.08	30	152.4	334.62
Octubre	26.1	88	11.8	28.2	5.36	31	166.16	349.57
Noviembre	25.8	85	11.5	28.3	5.43	30	162.9	101.83
Diciembre	25.1	83	11.3	28.1	5.33	31	165.23	18.70

En el cuadro uno se puede observar los datos climatológicos que se obtuvieron del programa nacional ICC donde se procedió a tabular mediante la utilización de un software “CROPWAT 8.0” la evapotranspiración (ETo). Indicando que los meses de noviembre a abril es necesaria la aplicación de riego.

Por lo tanto es importante conocer la máxima ETo entre los meses mencionados para poder determinar los requerimientos de agua del cultivo, para realizar una planificación correcta y tener un buen diseño riego. En la figura diez se presentan la distribución de la precipitación pluvial.

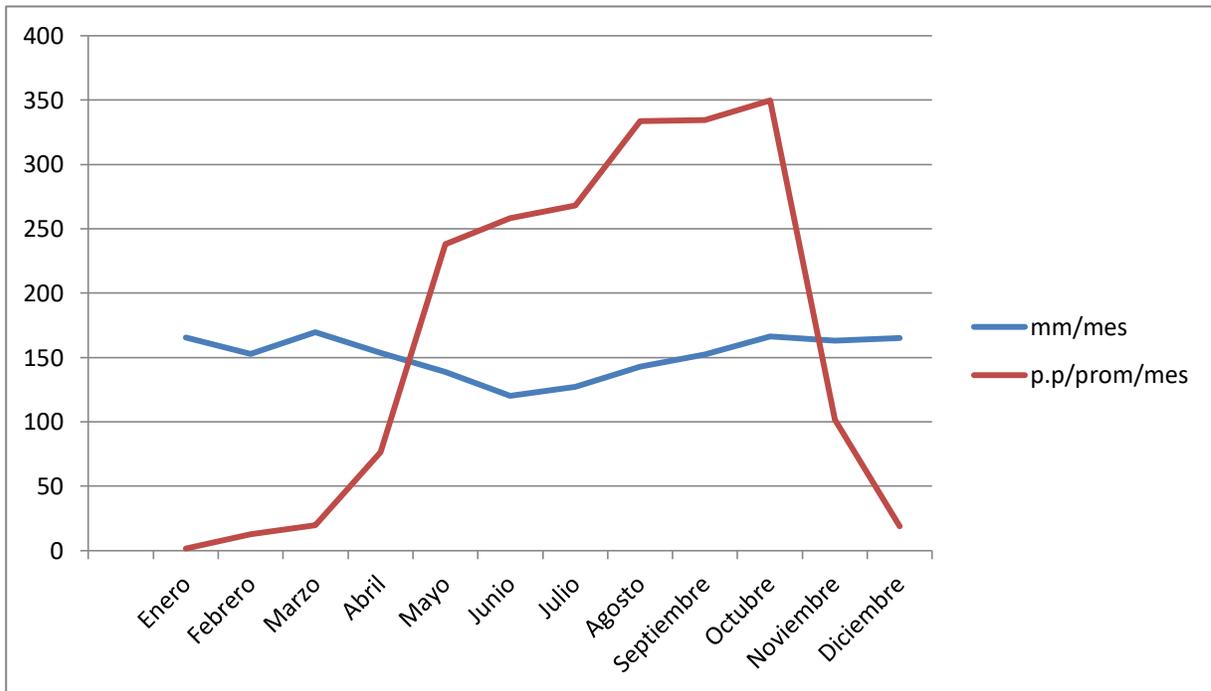


Figura 10. Distribución de la precipitación pluvial de enero a diciembre

En la figura diez se observa que no es necesaria la aplicación de riego en los meses mayo a octubre a razón que la precipitación cubre con las necesidades adquiridas. Se obtiene que los meses de noviembre a abril es necesaria la aplicación de riego, a razón de esto se obtiene que el valor de ETo el cual se encuentra en el mes de marzo siendo 5.47 mm/mes ver cuadro uno, esta factor es el que utilizó para el cálculo de lámina de riego.

3.2.2. Análisis de suelo

Finca laurel cuenta con un análisis de suelos que presenta textura francos arenosos para ello se toma como referencias para calcular la lámina de riego. A continuación se presenta el cuadro dos con los datos promedio sobre capacidad de campo y punto de marchites permanente que fueron utilizados en la investigación.

Cuadro 2. Valores normales CC y PMP para suelos de diferentes texturas

TEXTURA	CAPACIDAD DE CAMPO	PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE
Arenoso	5 -15	3 -8
Franco arenoso	10 -20	6 -12
Franco	15 -30	8 -17
Franco arcilloso	25 -35	13 -20
Arcilloso	30 -70	17 -40

Fuente: <http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/10/el-agua-en-el-suelo.html> (2019).

3.3. Determinación de lámina de riego

De acuerdo a los parámetros climatológicos de finca Laurel, se realizó el cálculo de la lámina de riego que a continuación se describe.

3.3.1. Cálculo de lámina de riego

En base al análisis de suelo y a la textura se procederá a calcular la lámina riego recomendada para el cultivo de banano en finca Laurel Tiquisate, Escuintla. Con un 80% de eficiencia de aplicación (riego de aspersión), ocupando las siguientes ecuaciones.

3.3.2. Lámina de riego de humedad aprovechable

$$LHA = \frac{CC - PMP}{100} * DA * ZR$$

LHA= lámina humedad aprovechable.

CC= capacidad de campo.

PMP= punto de marchites permanente.

DA= densidad aparente.

ZR= zona radicular del cultivo.

$$LHA = \frac{13 - 8}{100} * 1.3 * 50 = 3.25 \text{ cm } 32.5 \text{ mm}$$

3.3.3. Umbral de riego

Según (Sandoval, 2007) para toma de este dato se considera un 0.50 indicando que se aplicarán riegos auxiliares cuando fue consumida el 50% de la lámina de agua bruta y se calcula la lámina neta que se expresa en la siguiente ecuación:

$$LN= LB*UR$$

En donde:

LN= lámina neta.

LB=lámina bruta.

UR= umbral de riego.

$$LN= 39 \text{ mm} * 0.5= 16.25 \text{ mm}$$

3.3.4. Evapotranspiración crítica

Se realizó considerando la lámina de agua neta aplicar y la evapotranspiración crítica diaria, que es equivalente al ETo. Mayor encontrándose en el mes marzo 5.47mm/día ver cuadro uno, por el Kc del cultivo de 1.12 ver figura 3.

ETc= evapotranspiración crítica.

ETo. = 5.47mm/día.

Kc= 1.12.

$$ETc = 5.47 * 1.12 = 6.13 \text{ mm/día}$$

3.3.5. Lámina de agua bruta aplicar

LBA=lámina bruta aplicar.

EP= eficiencia de aplicación (80% riego por aspersión).

$$LB = \frac{6.13 \text{ mm}}{0.80} = 7.7 \text{ mm}$$

3.3.6. Tiempo de aplicación

Para conocer el tiempo de aplicación necesaria de la lámina de riego, fue determinada la intensidad de aplicación como se expresa en la siguiente ecuación:

$$IAP = \frac{Q \text{ EMISOR}}{\text{MARCO DE RIEGO}}$$

$$IAP = \frac{1.56 \text{ Gal/min}}{9 \text{ m} * 10 \text{ m}} = 0.017 \text{ gal/min} = \frac{3.94 \text{ lt}}{\text{hora}} / \text{m}^2$$

Es igual decir 3.94mm/h = 0.394cm/hora

En dónde.

- T= tiempo.
- Lb= lamina bruta.
- In.r= intensidad de riego.

$$T = \frac{7.7 \text{ mm}}{3.94 \text{ mm/hora}} = 1.95 \text{ horas/dia}$$

3.3.7. Frecuencia de aplicación de riego

$$F = \frac{7.7 \text{ mm}}{6.13 \text{ mm/dia}} = 1 = \text{diario}$$

A continuación en el cuadro tres se describen la lámina de riego, el tiempo y la frecuencia de aplicación para los niveles del factor A

Cuadro 3. Descripción de las láminas de riego evaluadas como niveles del factor A.

Lámina de riego	Tiempo	Frecuencia
16.25 mm	1.95 = 2 horas	Diario
6 mm	1 hora y 30 minutos	Diario

4. Diseño experimental para la investigación

4.1. Diseño del experimento

El diseño a utilizado en esta investigación es un parcelas divididas (DPD) debido a las condiciones del área de investigación (finca Laurel) el cual no es homogénea se ajustó correctamente el DPD. La investigación se llevó a cabo con tres repeticiones evaluadas dos parcelas grandes y cuatro sub-parcelas.

4.2. Modelo Estadístico

El modelo estadístico para determinar las diferentes variables es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu_{...} + \rho_{..k} + \alpha_i + \xi_{(\alpha)} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \xi_{(\beta)}$$

En donde:

Y_{ijk} = Valor en el k bloque en la parcela i y la subparcela j .

$\mu_{...}$ = Valor constante similar a la media de la población.

α_i = efecto del i -ésimo nivel del factor "A".

$\xi_{(\alpha)}$ = Error experimental de parcelas grandes.

β_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor "B"

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo nivel del factor A con el bloque j -ésimo nivel del factor B.

$\xi_{(\beta)}$ = Error experimental de sub parcelas

4.3. Descripción de los factores

En el cuadro cuatro se presenta a continuación, el factor A siendo dos láminas de riego, determinados como parcela grande.

Cuadro 4. Factor “A” lámina de riego.

FACTOR A	
Lámina teórica calculada (16.25 mm)	Nivel 1
Lámina aplicada por agricultor (6 mm)	Nivel 2

El Factor B se presenta en el cuadro cinco, siendo tres mezclas físicas de enraizadores comerciales y un testigo absoluto, está determinado como las sub-parcelas la dosificación de cada una de las mezclas se presenta en el cuadro ocho.

Cuadro 5. Factor “B” mezclas de enraizadores.

FACTOR B	
mezcla Humega® + Gogreen®	Nivel 1
mezcla Humega® + Root Drive	Nivel 2
Root Drive	Nivel 3

A continuación se presenta en el cuadro seis la interacción del factor A y B dando como resultado ocho tratamientos a evaluar. Donde continúa la descripción de los tratamientos en la siguiente página.

Cuadro 6. Tratamientos a evaluar en la investigación inferencial en finca Laurel.

No. Tratamientos	Factor A	Factor B
1	Lámina Riego 1 (Calculada)	Humega® + Gogreen®
2	Lámina Riego 1 (Calculada)	Humega® + Root Drive
3	Lámina Riego 1 (Calculada)	Root Drive
4	Lámina Riego 1 (Calculada)	Testigo absoluto
5	Lámina Riego 2 (aplicada)	Humega® + Gogreen®
6	Lámina Riego 2 (aplicada)	Humega® + Root Drive
7	Lámina Riego 2 (aplicada)	Root Drive
8	Lámina Riego 2 (aplicada)	Testigo absoluto

4.4. Croquis de campo

La investigación está ubicada en el cable 11 ver figura nueve. Tiene un área de 10 ha. Cuenta con seis válvulas de distribución de agua de riego lo que facilita el manejo adecuado de las aplicaciones de lámina de riego.

A continuación en el cuadro siete, se presenta la distribución de los tratamientos aleatoriamente establecidos en el croquis de campo con tres repeticiones. Como factor “A” láminas de riego y factor “B” mezclas de enraizadores.

Cuadro 7. Croquis aleatorizado de los tratamientos a evaluar con tres repeticiones en finca Laurel.

Repetición 3	A1				A2			
	T2	T4	T1	T3	T5	T8	T6	T7
Repetición 1	A2				A1			
	T4	T1	T3	T2	T8	T5	T7	T6
Repetición 2	A1				A2			
	T1	T3	T2	T4	T6	T7	T5	T8

5. Variable respuesta y componentes de la evaluación

Durante el proceso de la evaluación se tomó la variable de respuesta en el rendimiento de cajas/ha y para tener un mejor manejo sobre la evaluación en el cultivo de banano se tomaron los siguientes componentes:

1. Variable respuesta: rendimiento número de cajas/ha.
2. Componentes de la variable respuesta: Altura de planta, diámetro de corno y peso de racimo.
3. Efecto del enraizamiento en las diferentes mezclas evaluadas.
4. Determinación de la influencia de los parámetros (ambiente, cultivo, cosecha e insecto) en el desperdicio del racimo de banano.
5. Análisis de financiero.

1. Para la variable respuesta rendimiento en cajas/ha de racimo, primero se procedió a realizar la cosecha de los racimos, esta actividad se describe continuación:

Se calibró el racimo en la primera mano apical de abajo hacia arriba, y la calibración se realizó al centro de mano, entre los grados de calibraciones que maneja la finca Laurel se describe a continuación:

- Calibraciones de ocho o 40°.

- Calibraciones de 9 o 41°.
- Calibraciones de 10 o 42°.
- la fruta que presente grados de seis y siete se rechaza ya que no cumple las expectativas de la empresa. Según (Swing Torres, 2012)

Para términos de la investigación se calibró la fruta a los 84 días en un grado de 9 o 41° con el objetivo de llevar una fruta joven con un buen estado de desarrollo. Según (Swing Torres, 2012) los bananos deben cosecharse verdes con un grado óptimo de madurez fisiológica, para esto se utiliza un calibre de medida.

Para la cosecha se formaron cuadrillas de tres personas cual es conformada de la siguiente manera:

- Un cosechero: es la persona de cortar el racimo y destallar la planta cosechada.
- Un pulsero: es la persona de trasladar el racimo y colocarlo en el cable.
- Un jalador de carga, (la carga equivale a 25 racimos).

Dentro de las herramientas que se utilizaron: Machete, calibrador, cuchilla chuza, desinfectante, fomi y manguera para lavar los racimos.

Primero se deshojó la planta un 100%, posteriormente se le realizó un dobléz a la planta denominado “saque”, ver figura 11. Se continuo levantado la bolsa o enfunde con mayor cuidado se le colocó el fomi entre manos hasta completar el racimo (el fomi evita que el racimo se dañe) se cortó el racimo y se trasladó al cable para colocarlo al rodo, con una manguera se lavó la fruta y se trasladó a la planta empacadora.



Figura 11. Proceso de cosecha A: dobla de tallo o saque y desenfunde del racimo B: racimos en cable para el traslado de la fruta a planta empacadora.

Posteriormente de haber realizado la actividad de cosecha se pesó el racimo completo en una báscula, a través de una computadora se monitoreó el peso y se registró para realizar un análisis estadístico a base del programa de ANDEVA NUEVO LEON.

Para la determinación del número de cajas/ha se procedió a realizar un perfil de racimo, que consistió en tomar datos como: número de manos, calibre apical y basal, longitud de dedos apical y basal, número de dedos luego se diagnosticó los daños (ambiente, cultivo, cosecha e insecto) que fueron provocados en el proceso de investigación.

A continuación se presentarán una serie de problemas que se pueden provocar durante la actividad de la investigación:

- Daños de cultivo (son todas las actividades agrícolas que se realizan).
- Daños de ambiente (son los daños provocados por clima).

- Daños de cosecha (son los daños en el momento de cosecha).
- Daños de insectos (son los daños provocados por las plagas).

Para obtener el factor que indicara el número de cajas por racimo se realizó una serie de conversiones que se describen a continuación:

Desperdicio = suma de todo los daños en Lbs (daños de cultivo, ambiente cosecha e insectos).

Peso de fruta Lbs CB = peso total del racimo – desperdicio (la suma del peso de todos los daños).

% de aprovechamiento = $\text{Peso de fruta. CB} / \text{peso total} * 100$.

% de desperdicio = $100 - \% \text{ de aprovechamiento}$.

Factor CB o No. De caja/racimo = $\text{Peso de fruta CB} / 40.05$ (peso que tiene la caja).



Figura 12: Deshermane para un perfil de racimo de banano.

Luego de haber obtenido los datos atreves de un perfil de racimo ver figura 12, se realizó un análisis de estadístico a través del programa ANDEVA de la Universidad de Nuevo León.

Para el análisis de la evaluación se tabularón los datos de la variable número de cajas/ha realizado un análisis de varianza al 5% utilizando el programa ANDEVA de la Universidad de Nuevo León, para determinar si existen diferencias significativas entre los factores o tratamientos.

Se empleó una prueba múltiple de medias Tukey al 5% para determinar que tratamiento o niveles tiene mejor efecto sobre la variable respuesta número de cajas/ha.

2. Para determinar el componente altura de planta de banano, se realizaron mediciones a cada semana registradas en una libreta para llevar un control de la altura en metros para determinar si existe significancia entre los tratamientos.

Esta actividad se realizó utilizando un metro para determinar la altura, se midió desde el cormo hasta la formación de la hoja dos y tres, se registró en una libreta los datos recolectados por semana. Se llevó a cabo la recolección de datos hasta que emergiera la inflorescencia (bellota).

La actividad siguiente fue la toma del diámetro de cormo en relación a la toma de altura de la planta de banano. Consistió con una cinta métrica midiendo la circunferencia del mismo, este dato se tomó semanal y se registró en una libreta de campo para tener un mejor análisis estadístico. Los datos se aplicaran a la fórmula siguiente.

$$diámetro = \frac{Circunferencia}{\pi}$$

Luego de la toma de estas dos componentes de la variable respuesta, se realizó una prueba de estadística en el programa de ANDEVA NUEVO LEON, con el objetivo de verificar que tratamiento evaluado obtuve un mejor crecimiento y un buen desarrollo del cormo en relación a las dos láminas de riego y a las tres mezcla de enraizadores. Realizando un análisis de varianza al 5%, para determinar si existen diferencias significativas entre los factores o tratamientos.

Se empleó una prueba múltiple de medias Tukey al 5% para determinar que tratamiento o niveles tiene mejor efecto sobre los componentes altura de la planta y diámetro de cormo en relación a la variable respuesta.

3. Para el efecto de las mezclas de enraizadores, consistió en realizar una investigación descriptiva con diez repeticiones de cada mezcla de enraizadores a

niveles controlados (almacigo) donde se realizaron aplicaciones de los productos evaluados para verificar el efecto que tiene en cuatro y 17 semanas

Se tomó la altura antes de la aplicación y después se llevó una secuencia por semana hasta cumplir las cuatro y 17 semanas de evaluación, se procedió a retirar la planta de la bolsa plástica con el debido cuidado de no dañar la raíz.

Para las plantas de cuatro semanas se evaluó la raíz y se contabilizó por tratamiento el número de raíces, así mismo se trasladó al área de empaque donde se pesó la raíz humedad, luego se anotaron los datos en una libre de campo y se analizaron a través de gráficas de crecimiento en altura metros y peso de raíz en kilogramos, elaboradas en el programa de Excel como una estadística descriptiva.

Para el efecto del enraizador en 17 semanas, se realizó un ensayo con plantas de almacigo donde se realizaban aplicaciones mensuales de la mezclas de los productos.

Se tomó la altura de la planta semanal en metros, con el objetivo de observar la curva de crecimiento, se contabilizó el número de hijo que obtuvo cada tratamiento evaluado y por último se evaluó el efecto que obtuvo en el sistema radicular tomando datos: longitudes de raíz, peso de raíz y volumen de raíz.

Luego de la toma de datos, se registró en el programa de Excel para realizar un análisis de estadística descriptiva donde se graficó la curva de crecimiento de altura de planta, la longitud de raíz, peso de raíz y el volumen de raíz con el objetivo de verificar que tratamiento tuvo efecto descriptivo.

4. Para la determinación de la influencia de desperdicio de los parámetros (ambiente, cultivo, cosecha e insecto) se realizó a través de un perfil de racimo donde se contabilizaron los daños provocados por ambiente, cultivo, cosecha e insectos, los cuales fueron tabulados en una hoja del programa Excel para realizar una gráfica de barras y poder cuantificar el desperdicio promedio por hectárea de cada una de la actividades mencionadas.

5. Para el análisis financiero se realizó un análisis de costos parciales de los factores evaluados, determinando que niveles tiene efectos sobre la rentabilidad. La metodología que se utilizó para realizar el análisis financiero, fue la de presupuestos parciales, en donde se realizó únicamente a los factores que tuvieran significancia en la variable respuesta cajas/ha, los costos fueron basados a la producción obtenida a través del número de cajas, tomando ingresos totales e ingresos netos; obteniendo así la relación beneficio/costo, a través de la siguiente ecuación:

Dónde:

Costo Total de Producción.	$CT = VP \times CU$
Volumen de Producción/Cajas/ha.	$VP = \text{Rendimiento}$
Costo Unitario Promedio Caja.	$CU = CT / \text{Rendimiento o } VP$
Margen de Utilidad Unitaria.	$MU = 30 \text{ a } 40 \% \text{ de } CU$
Precio Promedio de Venta de Caja.	$PV = CU + MU$
Valor Bruto de la Producción (Ingresos).	$VBP = \text{Rendimiento} \times PV$
Índice de Rentabilidad (%).	$IR = (UT / CT) \times 100$
Relación Beneficio / Costo.	$Rel.B/C = VBP / CT$

6. Manejo agronómico de la investigación

Se realizó una rotulación del área con una manta vinílica de 1m * 0.50 m, se estableció en ambas entradas de la investigación donde se identificó el número de tratamiento y el título de la investigación la cual se presenta en la figura 13.



Figura 13. Identificación del área de investigación en finca Laurel.

Se identificaron las sub-parcelas de cada tratamiento con una plaqueta elaborada a través de tubos de PVS al frente del área de la unidad experimental esto se presenta en la figura 14.



Figura 14. Identificación de las sub-parcelas A: tratamiento 6. B: tratamiento 7.

Luego de haber identificado los tratamientos, se procedió a identificar las unidades experimentales seleccionando las plantas con la misma edad fisiológica siendo estas de 14 semanas, se marcó con aerosol de color rojo con el número de tratamiento, en su proceso del desarrollo se le cambió la identificación colocándole una cinta al redor del tallo, y por último faltando 15 días para cosecha, se le cambió la cinta colocándole nuevamente otra alrededor del tallo con una plaqueta del tratamiento, como se puede observar en la figura 15.



Figura 15. Identificación de la unidad experimental. A: etapa de 14 semanas de desarrollo vegetativo. B: etapa de 22 semanas de desarrollo vegetativo. C: 15 días antes de cosecha.

Para el "B" se realizó aplicaciones manuales en el sistema de drench, aplicándolo en una bomba de mochila, de una capacidad de 16 litros, una aplicación por mes, las dosificaciones se describen en el cuadro ocho.

Cuadro 8. Dosificación de las mezclas de enraizadores de los ocho tratamientos evaluados.

Tratamientos	PRODUCTOS	L/ha
T1	Humega + Gogreen	1 litro + ½ litro
T2	Humega + Root drive	1 litro + 1 litro
T3	Root Drive	1 litro
T4	Testigo	Sin aplicación
T5	Humega + Gogreen	1 litro + ½ litro
T6	Humega + Root drive	1 litro + 1 litro
T7	Root Drive	1 litro
T8	Testigo	Sin aplicación

En el cuadro ocho se observar la dosificación por hectárea de las mezclas evaluadas, las cuales se realizaron por mes utilizando como recurso humano cuatro jornales.

El factor A siendo las láminas de riego se basó al programa del sistema de riego que utiliza finca laurel y se supervisó las presiones para la verificación de fugas agua, esto se puede observar en la figura 16.



Figura 16. Supervisión del sistema del sistema de riego, en la aplicación del factor "A" A: verificación de la fluctuación. B: toma de presión en el área de investigación.

En la semana 22 del desarrollo vegetativo de la planta de banano, se espera que la planta emerja la inflorescencia (bellota), para poder protegerla de los daños que puede sufrir al estar expuesta al ambiente, es necesario embolsarla a los tres días de a ver emergido, luego de emergida la bellota se realiza el proceso de definición de racimo (con cuantas manos quedara el racimo). El proceso para definir un racimo es contabilizar 21 días después que emergió la bellota, en este caso con fin de investigación, se definió el racimo, con falsa + cuatro y tope ocho manos, lo que es decir quitar cuatro manos de abajo hacia arriba y dejarle ocho manos funcionales para que tenga las misma posibilidad de desarrollo, evitando que existan sesgos al momento de la tabulación de datos como se puede observar en la figura 17.



Figura 17. Definición de racimo de banano.

En la figura 17 se puede observar la definición de un racimo, lo ideal es a las tres semanas de a ver emergido la inflorescencia (bellota), esto indica el porcentaje de manos funcionales que va a tener el racimo y permita tener un desarrollo adecuado de los dedos de cada mano evitando un daño de punta entre dedos o entre manos, esta actividad garantiza el desarrollo de cada racimo y la producción futura.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Efecto de la variable respuesta y componentes en el desarrollo del cultivo de banano

1.1. Variable respuesta rendimiento cajas/ha

Para la variable rendimiento de cajas/ha, del cultivo de banano se presentan en el cuadro nueve los datos de investigación recopilados a través de un estudio de perfil de racimo, así mismo se presenta los análisis que corresponde a un estudio varianza en cuadro diez y una prueba de Tukey al 5% para los niveles de B presentados en cuadro 12.

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos en la variable caja/ha para la evaluación dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores

Trat.	Factor A y Factor B	Bloques			Media caja/ha
		1	2	3	
1	Lam.1 Humega + Gogreen	1.41	1.43	1.50	1.45
2	Lam.1 Humega + Root drive	1.05	1.46	1.35	1.29
3	Lam.1 Root dirve	1.12	0.98	1.20	1.10
4	Lam.1 Testigo	1.41	1.30	1.37	1.36
5	Lam. 2 Humega + Gogreen	1.44	1.88	1.45	1.59
6	Lam. 2 Humega + Root drive	1.45	1.61	1.58	1.55
7	Lam. 2 Root dirve	1.11	1.43	1.45	1.33
8	Lam. 2 Testigo	1.17	1.36	1.34	1.29

En el cuadro nueve, se observa que los tratamientos cinco y seis presentaron la mejores resultados con unas medias de 1.59 y 1.55 en cajas/ha estos resultados indica que el racimo procesado fue de una caja y media favoreciendo la producción, los valores del resto de los tratamientos fueron tomados en cuenta para la elaboración del análisis de varianza y medias que a continuación se presenta en el cuadro diez.

Cuadro 10. Análisis de varianza de variable número de cajas, en el cultivo de banano, utilizando en dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	0.119766	0.059883	2.0276	0.330 NS
Factor A (Laminas De Riego)	1	0.118999	0.118999	4.0293	0.183 NS
Error A	2	0.059067	0.029533		
Factor B (Mezclas de enraizadores)	3	0.301342	0.100447	6.6240	0.007 *
Interacción	3	0.099918	0.033306	2.1964	0.141 NS
Error B	12	0.181969	0.015164		
Total	23	0.881062			

C.V. (ERROR B) = 9.00%.

NS = No existe diferencia significativa.

* = Diferencia altamente significativa.

En el cuadro diez se muestra el análisis de varianza donde las dos láminas de riego no presenta diferencias significativa, esto quiere decir que las láminas de riego no tiene efecto sobre la variable respuesta rendimiento en caja/ha, con lo que respecta a la interacción la cual no presentó diferencias significativa, es decir que ambos factores no tienen relación sobre el rendimiento caja/ha, por otro el factor B siendo las mezclas de enraizadores el cual presentó diferencias significativa en algunos de los niveles evaluados.

Además se puede observar en los datos anteriores, un coeficiente de variación del 9% lo que indica que la investigación fue bien manejada sobre el rendimiento cajas/ha, obteniendo datos confiables, debido a que es menor del 20%.

Se presenta en el cuadro 11, las medias de los factores evaluados para la realización de una prueba de Tukey al 5% para los niveles del factor B siendo los niveles de la mezcla de enraizadores.

Cuadro 11. Medias de los factores de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el rendimiento caja/ha. en el cultivo de banano.

Factor A	Factor B				Media
	1	2	3	4	
1	1.4467	1.2867	1.1000	1.3600	1.2983
2	1.5900	1.5467	1.3300	1.2900	1.4392
Media	1.5183	1.4167	1.2150	1.3250	1.3688

En el cuadro 11 se encuentra las medias del factor siendo las mezclas de enraizadores a las cuales se les aplicó una prueba estadística de Tukey al 5% para determinar si existe diferencia entre los niveles del factor, ver cuadro 12.

Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para las medias del factor B, mezcla de enraizadores de la variable cajas/ha.

Niveles de factor B	Media		
1 (Humega + Gogreen)	1.52 cajas/ha.	A	
2 (Humega + Root Drive)	1.42 cajas/ha.	A	B
4 (Testigo)	1.33 cajas/ha.		B
3 (Root Drive)	1.22 cajas/ha.		B

Nivel de significancia = 0.05 Tukey = 0.2111
valores de tablas: $q(0.05) = 4.20$ $q(0.01) = 5.50$

En el cuadro 12 se puede apreciar que existe diferencia significativa entre los niveles que presenta el factor B como mezcla de enraizadores, donde se observa la agrupación de la letra A en el nivel uno y dos los cuales resultan ser los mejores niveles con unas medias de 1.52 y 1.42 cajas/ha. Esto se debe a las mezclas de humega + gogreen y humega + root drive, que atribuyeron no solamente en el desarrollo radicular si no también produjo un efecto significativo en la producción de cajas/ha, el resto de los niveles cuatro y tres con medias de 1.33 y 1.22 cajas/ha, no hay diferencia significativa mejor, en comparación con los otros niveles evaluados.

1.2. Efecto de la altura de planta del cultivo banano

Para el componente altura en metros de planta del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) se presenta en cuadro 13 los datos de investigación recopilados en campo (finca Laurel), así mismo se presenta el análisis de varianza ver cuadro 14, para la verificación si existes significancia en los factores dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.

Cuadro 13. Efecto de los tratamientos de altura en metros para la evaluación de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.

Trat.	Factor A y Factor B	Bloques			Media en metros
		1	2	3	
1	Lam.1 Humega + Gogreen	3.42	3.36	3.38	3.38
2	Lam.1 Humega + Root drive	3.08	3.10	3.34	3.17
3	Lam.1 Root dirve	3.32	3.40	3.41	3.38
4	Lam.1 Testigo	3.20	3.40	2.18	2.93
5	Lam. 2 Humega + Gogreen	3.35	3.40	3.32	3.36
6	Lam. 2 Humega + Root drive	3.55	3.30	3.15	3.33
7	Lam. 2 Root dirve	3.30	3.15	3.25	3.23
8	Lam. 2 Testigo	3.25	3.35	3.25	3.28

En el cuadro 13, se puede observar que el tratamiento uno y tres, presentó mejores resultados con una media de 3.38 metros de altura, seguidos del tratamiento cinco con una altura de 3.36 metros de altura, estos resultados indica que la aplicación de factor B como enraizador favorecieron al desarrollo vegetativo en cuanto a crecimiento del cultivo de banano, el resto de los tratamiento evaluados (T8, T7, T6, T4 y T2), no fue representativo su crecimiento pero fueron tomados en cuenta para la elaboración del análisis de varianza y medias que a continuación se presenta en el cuadro 14

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable altura en metros de planta del cultivo de banano.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.117020	0.058510	3.4592	0.225 NS
FACTOR A	1	0.044174	0.044174	2.6116	0.248 NS
ERROR A	2	0.033829	0.016914		
FACTOR B	3	0.231354	0.077118	1.0795	0.396 NS
INTERACCION	3	0.217194	0.072398	1.0134	0.422 NS
ERROR B	12	0.857269	0.071439		
TOTAL	23	1.500839			

C.V. (Error B) = 8.20%.

NS = No existe diferencia significativa.

En el cuadro 14 se puede observar que los datos no presentan diferencias significativas en las dos láminas de riego evaluadas, ni en las tres mezclas de enraizadores como también no presentó en la interacción de los factores, en relación a la altura en metros del cultivo de banano, esto es debido que una vez emergida la inflorescencia (bellota) la planta detiene su crecimiento en altura, alcanzando su desarrollo vegetativo óptimo para poder emerger la bellota paralizado el sistema radicular en el crecimiento y enfocándose en el desarrollo de inflorescencia, para es por ello que se determina que ninguno de los factores evaluados no influyo en la altura de la planta de banano.

Así mismo se observa en el cuadro 14 un coeficiente de variación para los factores de dos láminas de riego y las tres mezclas de enraizadores de un 8.20% lo que indica que diseño fue bien manejado, ya que no existió varianza de la unidad experimental y toma de datos en la variable altura en metros en el cultivo de banano, obteniendo datos confiables menores del 20%.

Además se determinó estadísticamente que no se realiza la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre los niveles de los factores, ni en la interacción AxB. Debido a la regla de decisión que "F" es mayor a "P". Ver cuadro 14

1.3. Efecto del diámetro de corno del cultivo de banano

Para el componente diámetro en metros del corno del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) se presenta en el cuadro 15, los datos de la investigación recopilados en campo, así mismo se presenta los análisis correspondientes como lo es, el análisis varianza en cuadro 16, y prueba de medias de tukey al 5% para la significancia que presenta los niveles de la mezcla de enraizadores que se presenta en el cuadro 17.

Cuadro 15. Efecto de los tratamientos de diámetro en metros de cormo para la evaluación de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.

Trat.	Factor A y Factor B	Bloques			Media en metros
		1	2	3	
1	Lam.1 Humega + Gogreen	0.35	0.39	0.40	0.38
2	Lam.1 Humega + Root drive	0.30	0.30	0.31	0.30
3	Lam.1 Root dirve	0.29	0.33	0.33	0.32
4	Lam.1 Testigo	0.30	0.32	0.30	0.31
5	Lam. 2 Humega + Gogreen	0.38	0.40	0.40	0.39
6	Lam. 2 Humega + Root drive	0.30	0.30	0.29	0.30
7	Lam. 2 Root dirve	0.28	0.32	0.32	0.31
8	Lam. 2 Testigo	0.31	0.33	0.31	0.31

En el cuadro 15, se puede observar que los tratamientos uno y cinco con medias de 0.38 y 0.39 metros de diámetro, estos fueron los dos mejores tratamiento en cuanto a la media de diámetro. El resto de los tratamientos evaluados fueron tomados encuentra para la elaboración del análisis de varianza que se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16. Análisis de varianza del diámetro de cormo en metros, en el cultivo de banano, utilizando en dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.002325	0.001162	14.5958	0.064 NS
FACTOR A	1	0.000016	0.000016	0.1976	0.696 NS
ERROR A	2	0.000159	0.000080		
FACTOR B	3	0.028550	0.009517	57.5840	0.001 *
INTERACCION	3	0.000618	0.000206	1.2455	0.337 NS
ERROR B	12	0.001983	0.000165		
TOTAL	23	0.033650			

C.V. (Error B) = 3.93%.

NS = No existe diferencia significativa.

* = Diferencia altamente significativa.

En el cuadro 16 se puede observar el análisis de varianza que deduce que existe diferencia significativa al 5% con respecto al factor B siendo las mezclas de enraizadores lo que es decir que el uso de la diferentes hormonas enraizadores evaluadas tienen efectos diferentes en el diámetro del cormo. Debido que no existe diferencia significativa en las dos láminas de riego ni en la interacción de los factores evaluados.

Así mismo se observar en el cuadro 16 un coeficiente de variación para el factor A y B de 3.93% lo que significa que el ensayo fue bien manejo para la variable diámetro de corno en metros del sistema radicular del cultivo de banano, siendo considerado que los datos son adecuados y debido a que es menor al 20%. Además se presenta en el cuadro 17 las medias de las dos láminas de riego siendo las del factor A y de las tres mezclas de enraizadores como factor B.

Cuadro 17. Medias del diámetro del corno en metros, para la evaluación de efecto de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el cultivo de banano.

Factor A	Factor B				Media
	1	2	3	4	
1	0.3800	0.3033	0.3167	0.3067	0.3267
2	0.3933	0.2967	0.3067	0.3167	0.3283
Media	0.3867	0.3000	0.3117	0.3117	0.3275

En el cuadro 18 se presenta una prueba de Tukey al 5% de los niveles de enraizadores como factor B que tuvieron significancia en el análisis de varianza realizado.

Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5% del diámetro de corno en metros de los niveles de mezclas de enraizadores.

Niveles de B	Media en metros		
1 (Humega + Gogreen)	0.3867	A	
3 (Root Drive)	0.3117		B
4 (Testigo)	0.3117		B
2 (Humega + Root Drive)	0.3000		B

Nivel de significancia = 0.05 Tukey = 0.0220

Valores de tablas: $q(0.05) = 4.20$ $q(0.01) = 5.50$

En el cuadro 18 se puede observar a través de una prueba de tukey al 5% que existe diferencia significativa entre los niveles evaluados de las mezcla de enraizadores

que influyeron en diámetro de corno en el cultivo de banano, en el cuadro 18 se observa la agrupación de los niveles siendo con letra A el mejor nivel uno (Humega + Gogreen) con una media de 0.3867 metros de diámetro y los niveles que agrupan la letra B (tres, cuatro y dos) teniendo una reducción de corno debido a la mezclas utilizadas de enraizadores con medias 0.312, 0.312 y 0.30 metros.

1.4. Efecto del peso de racimo en kg

Para el componente de la variable peso de racimo en kilogramos, del cultivo de banano se presenta a continuación los datos de investigación recopiladas en el proceso del perfil de racimo, y así mismo se presenta los análisis correspondientes como lo es el análisis estadístico y una prueba de tukey al 5% por las significancias presentadas en los niveles de facto B.

Cuadro 19. Efecto de los tratamientos sobre peso de racimo en kg, en dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.

Trat.	Factor A y Factor B	Bloques			Media en kg
		1	2	3	
1	Lam.1 Humega + Gogreen	26.52	26.91	28.20	27.21
2	Lam.1 Humega + Root drive	19.83	27.40	25.35	24.19
3	Lam.1 Root dirve	21.01	18.18	22.68	20.63
4	Lam.1 Testigo	26.51	24.50	25.84	25.62
5	Lam. 2 Humega + Gogreen	27.18	35.34	27.22	29.91
6	Lam. 2 Humega + Root drive	27.22	27.22	29.68	28.04
7	Lam. 2 Root dirve	20.93	26.84	27.02	24.93
8	Lam. 2 Testigo	21.95	25.52	26.26	24.58

En el cuadro 19, se puede analizar que los tratamientos uno, cinco y seis obtuvieron el mayor peso de racimo con una media de 27.21, 29.91 y 28.04 kg/ha, el resto de los tratamientos fueron tomados en cuenta para el análisis de varianza que se presenta en cuadro 20.

Cuadro 20. Análisis de varianza para el peso de racimo de banano en kg, utilizando en dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	36.512695	18.256348	2.6602	0.273 NS
Factor A (láminas de riego)	1	36.134766	36.134766	5.2653	0.149 NS
Error A	2	13.725586	6.862793		
Factor B (mezclas de enraizadores)	3	103.542969	34.514324	5.3608	0.014 *
Interaccion	3	26.466797	8.822266	1.3703	0.299 NS
Error B	12	77.258789	6.438232		
TOTAL	23	293.641602			

C.V. (Error B) = 9.90% NS = No existe diferencia significativa * = Diferencia significativa

En cuadro 20, se observan los datos del análisis de varianza, donde el factor A siendo las dos láminas de riego no muestra diferencias significativas, también se observa que la interacción entre el factor A y B no presenta significancia alguna, lo que es decir que no tiene efecto sobre el peso de racimo en kilogramos, pero se determina significancia en el factor B siendo las mezclas de enraizadores, lo que indica que los productos evaluados como enraizador no solo benefician en el desarrollo radicular también tienen efecto en el peso del racimo de banano. Para analizar este comportamiento y la significancia de los niveles de enraizadores se realizó una prueba de tukey al 5% con las medias del factor B que se presenta en el cuadro 21.

Cuadro 21. Media para la evaluación de peso de racimo en kg, para efecto de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el cultivo de banano.

FACTOR A	FACTOR B				MEDIA
	1	2	3	4	
1	27.2100	24.1933	20.6233	25.6167	24.4108
2	29.9133	28.0400	24.9300	24.5767	26.8650
MEDIA	28.5617	26.1167	22.7767	25.0967	25.6379

En el cuadro 22 se presenta la prueba de Tukey para los niveles del factor B con una significancia del 5%.

Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5% del peso de racimo en Kg de los niveles de la mezcla de enraizadores.

Niveles de factor B	Media de peso en kg		
1 (Humega + Gogreen)	28.5617	A	
2 (Humega + Root Drive)	26.1167	A	B
4 (Testigo)	25.0967		B
3 (Root Drive)	22.7767		B

Nivel de significancia = 0.05 Tukey = 4.3507 valores de tablas: $q(0.05) = 4.20$
 $q(0.01) = 5.50$

Se presenta en el cuadro 22 que existe diferencia significativa entre los niveles del factor B en relación al peso del racimo en kg/ha, se observa que la agrupación de letra A, señala las mejores los niveles Humega + Gogreen y Humega + Root Dirve con medias de 28.56 y 26.12 kg/ha, obteniendo mayor peso en kilogramos/ha en comparación con el resto de los otros nivel en B.

Los análisis estadístico de varianza en las diferentes evaluación, se determinó que para la variable respuesta rendimiento cajas/ha, solo existió diferencias significativa en los niveles de enraizadores (factor B) presentes en el cuadro diez, se determinó a través de un prueba de tukey 5% los mejores niveles Humega + Gogreen y Humega + Root drive con medias de 1.52 y 1.42 cajas/ha presentes en el cuadro 12, aplicado el análisis de varianza sobre la altura en metros se determinó que no existes diferencia significativa entre los tratamientos evaluados presente en el cuadro 14.

El análisis de varianza sobre el diámetro de cormo presente el cuadro 16, determino que solo existe significancia en los niveles de enraizadores (factor B) a través de una prueba de tukey al 5% se determinó el mejor nivel Humega + Gogreen con una media de 0.39 metros esto se debió que los producto evaluados presentan auxinas siendo estas hormonas de crecimiento, favoreciendo la elongación de la nuevas células radicular y por ende un grosor en el cormo de banano, no solo tiene significancia el diámetro de cormo también obtuvo significancia el peso del racimo en kilogramos siendo

los mejores niveles Humega + Gogreen y Humega + Root Drive (factor B) con medias 28.56 y 26.12 kg/ha presentes en el cuadro 22.

De acuerdo a la síntesis de los resultados se determinó que los análisis realizados, ninguno obtuvo diferencia significativa en la evaluación de las dos láminas de riego, lo que es decir que se vuelve a confirmar en la tesis (Corado, 2014) titulada “evaluación de cuatro laminas riego por goteo” que no tiene efecto las dos láminas de riego ya que indica que no tienen efecto en relación a productividad, cajas/ha. Altura de planta en metros, diámetro de cormo en metro y peso de racimo en kg/ha.

Se determinó que no obtuvo diferencias significativas en la altura de planta debido que una vez emergida la inflorescencia (bellota) se detiene la biomasa en crecimiento es decir, altura de planta y desarrollo del sistema foliar, es por ello que le otorga paso al desarrollo del órgano producto (inflorescencia) consistiendo en la formación de frutos, es por ello que se realiza un ensayo sobre el efecto de la mezcla de enraizadores para determinar el efecto en el crecimiento de altura presentes en los cuadros 18 y 21.

Las pruebas tienen un efecto significativo en los diferentes niveles de mezclas de enraizamiento (factor B) en variable cajas/ha, diámetro de cormo y peso de racimo, esto se debió al enriquecimiento del sistema radicular a través de biorreguladores de crecimiento producido mayor peso y volumen de cormo de acuerdo a lo tesis titulada “evaluación del enraizamiento a partir de un biorreguladores” por (Ochoa, 2014).

El efecto producido por los enraizadores se le atribuye a las auxinas presentes en los productos evaluados para la determinación de la variable cajas/ha siendo los mejores niveles Humega + Gogreen y Humega + Root Drive con medias de 1.52 y 1.42 cajas/ha. Para el componente diámetro de cormo de la variable respuestas se determinó que el mejor nivel siendo Humega + Gogreen con una media de 0.3867 m y para el componente peso de racimo tuvo significancia las mezclas Humega + Gogreen y Humega + Root Drive con medias de 28.56 y 26.12 kg/ha.

2. Ensayo para el efecto de la mezcla enraizadores del factor B

2.1. Efecto de la mezcla de enraizadores en cuatro semanas de aplicación

Se presenta el efecto de la mezcla de enraizadores evaluados como factor B en un ensayo descriptivo como parte de enriquecer la investigación inferencial a través de cuatro tratamientos que a continuación se describe en el cuadro 23.

Cuadro 23. Tratamientos del ensayo descriptivo para el efecto de la mezcla de enraizadores de cuatro y 17 semanas de evaluación.

Tratamiento	Producto
T1	HUMEGA + GOGREEN
T2	HUMEGA + ROOT DRIVE
T3	ROOT DRIVE
T4	TESTIGO

El efecto del factor “B” evaluado durante cuatro semanas tuvo significancia descriptiva en el crecimiento, la mezcla de Humega + Gogreen obtuvo una altura de 0.48 metros, y el testigo (T4) con una altura de 0.40 metros, obteniendo una diferencia de 0.08 metros, lo que es decir que la mezcla del Humega + Gogreen tiene relación en el crecimiento y efecto descriptivo en el desarrollo vegetativo como se puede observar en la figura 18.

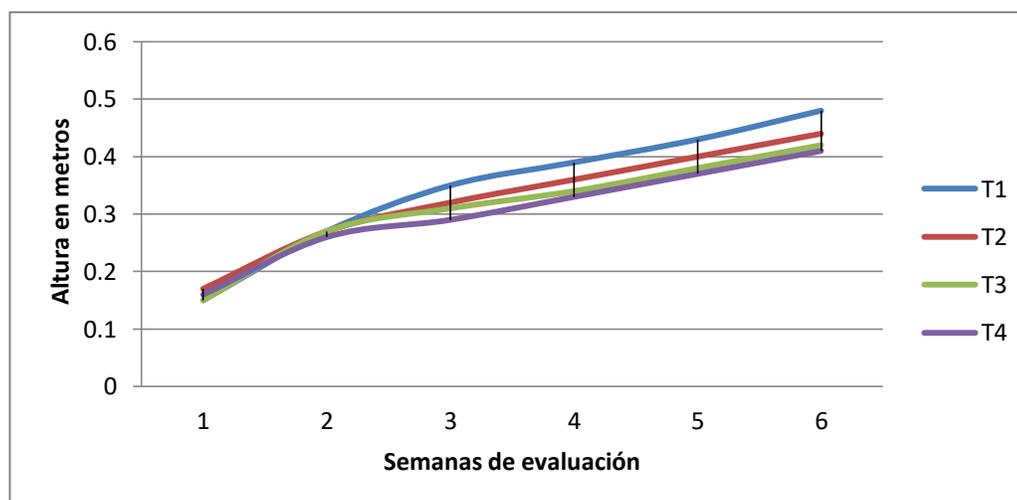


Figura 18. Curva de crecimiento de altura en metros en cuatro semanas para el efecto de la mezcla de enraizadores, del cultivo de banano.

En la figura 18 el mejor tratamiento en crecimiento fue la mezcla de Humega + Gogreen descriptivamente. Esto se debió a que la aplicación realizada de la mezcla de enraizadores, tuvo efecto en el desarrollo del sistema radicular, obteniendo un peso de 0.30 kg. Como se presenta en la figura 19.

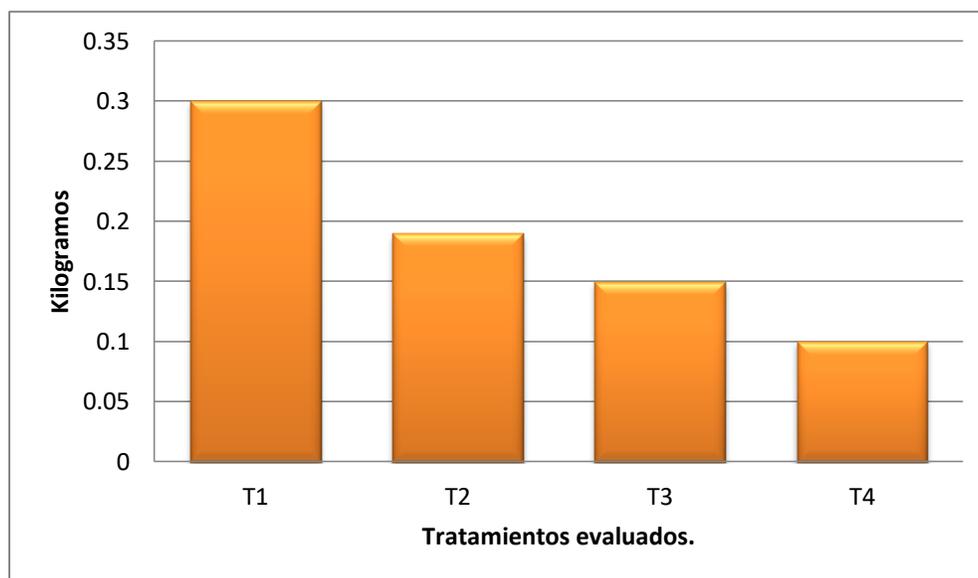


Figura 19. Peso húmedo de raíz en kilogramos de cuatro semanas de evaluación para el efecto de la mezcla de enraizadores.

En la figura 20 se observa el crecimiento y el desarrollo radicular de los tratamientos evaluados para el efecto del factor "B" donde el T1 siendo la mezcla de humega + gogreen con cinco hojas funcionales fue el mejor en el desarrollo radicular y en crecimiento con el resto de los tratamientos evaluados, el testigo (T4) fue afectado por la falta de nutriente desarrollando un sistema de enanismo.



Figura 20. Efecto de la mezcla de enraizadores de crecimiento y del desarrollo radicular.

2.2. Efecto de la mezcla de enraizadores a 17 semanas de aplicación

Se evaluaron cuatro tratamientos en 17 semanas realizando aplicaciones semana de los mezclas de enraizadores como factor B, obteniendo como resultado una diferencia con el testigo de 0.64 metros debido que el mejor tratamiento fue la mezcla de humega + gogreen, con una altura de 1.80m en comparación con el T4 (testigo) con una altura promedio de 1.16m. Donde se observa que en la semana seis a la siete el T1 aumenta en el crecimiento como se presenta en la figura 21.

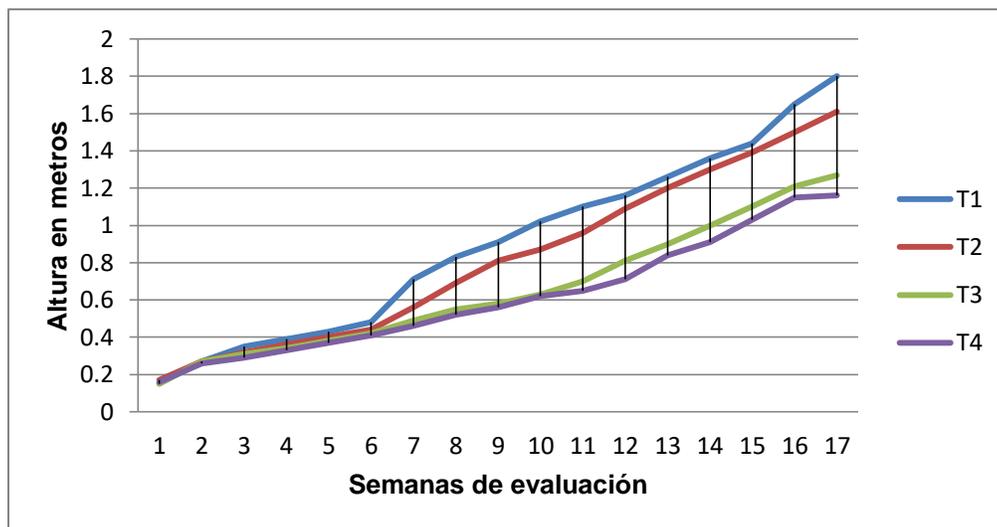


Figura 21. Curva de crecimiento de altura de planta en 17 semanas para el efecto de la mezcla de enraizadores.

En la figura 22 se presenta el volumen de raíz, siendo la mezcla de humega + gogreen que obtuvo el mejor volumen con 1900 cc, debido que en la figura 21 el T1 presento una altura de 1.80 metros, esto se puede observar a través de una estadística descriptiva.

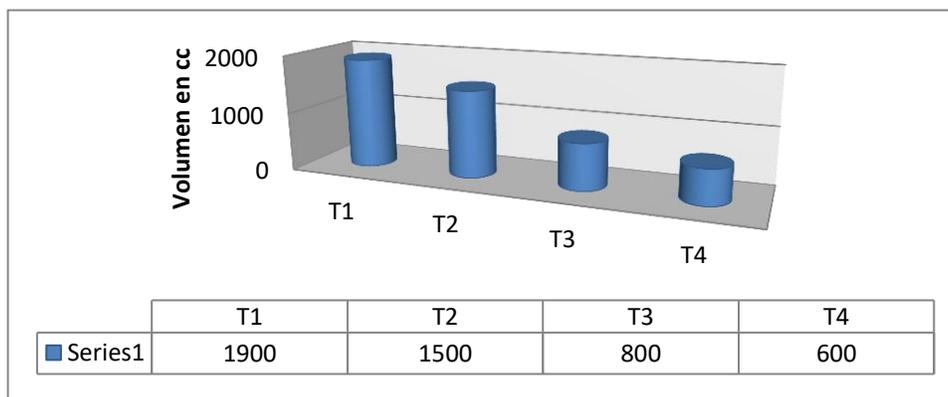


Figura 22. Volumen de raíz de 17 semanas de evaluación para el efecto de la mezcla de enraizadores.

En la figura 22 y 23 el mejor el tratamiento evaluado fue el T1 debido que obtuvo la mejor altura y el mejor volumen raíz, esto favoreció en el desarrollo del número de hijos, donde el T1 obtuvo tres hijos: primario, secundario y terciario siendo el mejor tratamiento evaluado como se presenta en la figura 23.

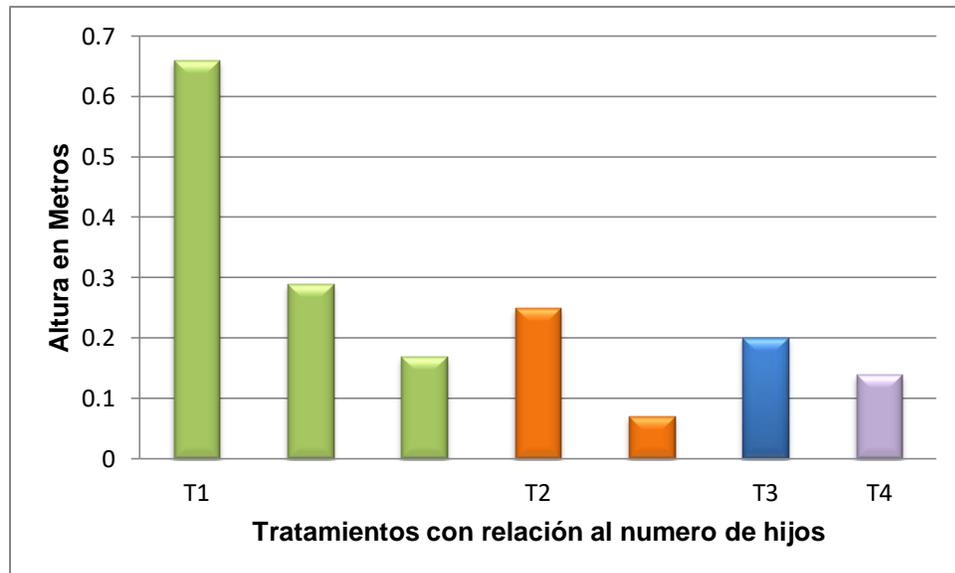


Figura 23. Altura en metros del número de hijos, de 17 semanas de evaluación del cultivo de banano.

En la figura 24 se observa el crecimiento y el desarrollo radicular de los tratamientos evaluados para el efecto del factor "B" donde el T1 con tres hijos presentes y con una altura de 1.80 m fue el mejor en el desarrollo radicular y en crecimiento con el resto de los tratamientos evaluados a través de un análisis descriptivo.



Figura 24. Desarrollo radicular del efecto de los enraizadores evaluados.

De acuerdo a los análisis descriptivos logrados a través de un ensayo de diez repeticiones donde se evaluó el efecto de los enraizadores que influyeron en la investigación en la diferentes análisis de varianza presentados en los cuadros diez, 16 y 20, los cuales obtuvieron significancias en la mezcla de enraizadores, se realizó un ensayo para verificar el efecto de la mezclas en cuatro y 17 semanas de aplicación, haciendo uso de la misma dosificación con el objetivo de demostrar la influencia de cada uno de ellos en relación al crecimiento de altura, volumen de raíz y en el brote de hijos.

Se determinó descriptivamente en el ensayo de cuatro semanas de aplicación de la mezcla de los enraizadores el mejor tratamiento, siendo Humega + Gogreen, ya que obtuvo la mayor altura en el crecimiento de planta de 0.48 metros y el mejor peso de raíz de 0.30 kilogramos determinado con un mejor desarrollo vegetativo los cuales se presenta en la figuras 18 y 19.

Los análisis obtenidos de las 17 semanas evaluadas, se puede visualizar descriptivamente a través de la figuras 21, 22 y 23 que el T1 siendo Humega + Gogreen que se manifestó mejor en el desarrollo vegetativo con una altura 1.80 metros con presencia de tres hijos primario, secundario y terciario siendo el mejor descriptivamente en comparación al testigo.

Esto atribuye que en el cuadro 14 no presento diferencia significativa en relación altura debido que el sistema de crecimiento de altura de la planta de banano se detiene al momento que la inflorescencia (bellota) emerja, lo que es decir que se detiene la biomas en desarrollo foliar y en el crecimiento de altura dando paso a la conformación del desarrollo de la inflorescencia (bellota), a razón de esto se logra diferenciar que existe un efecto en el crecimiento a través de un ensayo descriptivo evaluado por cuatro y 17 semanas, lo que atribuye que las auxinas presentes en el Humega + Gogreen, activan y dirigen la nueva división celular y el movimiento de los alimentos en la planta, lo que es decir que tiene un efecto en el crecimiento de la altura, esto se debió que iniciaron el crecimiento de las nuevas células, por lo que se determina tener una mejor elongación radicular, mejor el desarrollo vegetativo y por ende mayor número brotes en hijos.

3. Influencia en desperdicio de los diferentes parámetros (ambiente, cultivo, cosecha e insectos)

En la figura 25 se presenta los datos promedios en kilogramos de desperdicios provocados por los diferentes parámetros de evaluación, siendo el mayor daño el proceso de cosecha provocadas por fricción, látex, cicatriz de pita. El segundo daño se dio en el manejo de cultivo viéndose afectado por daños de hoja, cicatriz crecimiento, mal formados. Los daños provocados por ambiente fueron causas por fricción de arena y mancha de madurez y por último los daños provocadores plagas, tortuguilla y ácido de hormiga (ácido fórmico)

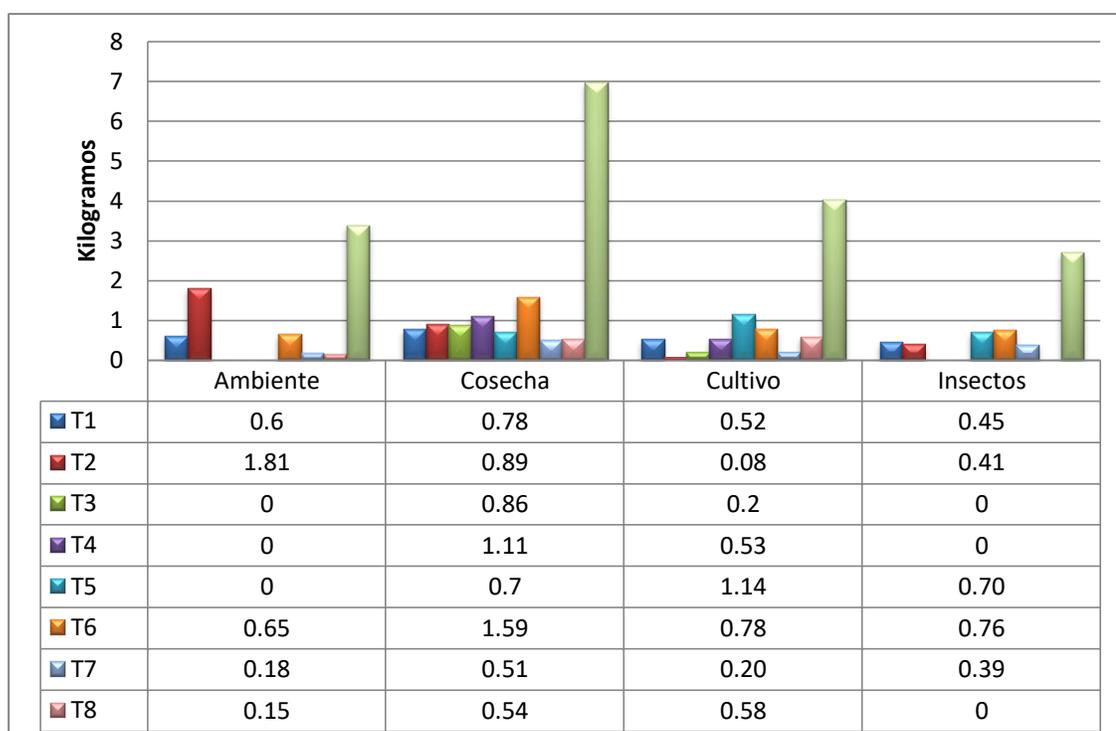


Figura 25. Desperdicio promedio en kilogramos/ha, por daños de ambiente, cultivo, cosecha e insecto.

De acuerdo al análisis descriptivo presente en cuadro 25, se determina el desperdicio de fruta en kg/ha a través de los diferentes ítems, donde se comprueba que el mayor desperdicio se debió a la actividad de cosecha con 6.98 kg/ha, en el manejo de cultivo se perdió 4.03 kg/ha, relacionado al ambiente obtuvo una pérdida de 3.39 kg/ha y por último se cuantificó las pérdidas por plagas siendo 2.71 kg/ha.

4. Análisis financiero

En el cuadro 24, se presenta los costos de producción de finca laurel del 2018 por las 308.79 ha, donde se observa un índice de rentabilidad de 30% debido al costo total de producción partido la utilidad con una relación de beneficio costo de \$ 1.30 lo que indica la inversión por cada dólar.

Cuadro 24. Costo de producción del año 2018 de finca Laurel a B/C y rentabilidad.

INDICADORES	FÓRMULAS		
Costo Total de Producción	$CT = (VP \times CU)$	\$ 4,819,903.41	
Producción/Cajas/308.79ha/año	VP = Rendimiento	1120907.77	
Costo Unitario Promedio de Caja	$CU = CT / \text{Rendimiento o VP}$	\$ 4.30	
Margen de Utilidad Unitaria	MU = 30 a 40 % de CU		\$ 1.30
Precio Promedio de Venta de Caja	$PV = CU + MU$	\$ 5.60	\$ 5.60
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	$VBP = \text{Rendimiento} \times PV$	\$ 6,277,083.51	
Utilidad Total de Producción	$UT = VBP - CT$	\$ 1,457,180.10	
Índice de Rentabilidad (%)	$IR = (UT / CT) \times 100$	30%	
Relación Beneficio / Costo	$Rel.B/C = VBP / CT$	\$ 1.30	

En el cuadro 25 se observa los costos de producción del nivel Humega + Gogreen del factor B, con un de rentabilidad 44% esto se debió al rendimiento 1.52 cajas/ha (una caja y 52% de una segunda caja), con un costo de caja de \$ 3.90 debido a la relación de mayor productividad menor será el costo de caja producida, obteniendo una relación de beneficio costo de \$1.44.

Cuadro 25. Costo de Producción en relación a B/C y rentabilidad de Humega + Gogreen en la mezcla de enraizadores.

INDICADORES	FÓRMULAS		
Costo Total de Producción	$CT = (VP \times CU)$	\$ 17,121.00	
Volumen de Producción/Cajas/ha.	VP = Rendimiento	4390.00	
Costo Unitario Promedio	$CU = CT / \text{Rendimiento o VP}$	\$ 3.90	
Margen de Utilidad Unitaria	MU = 30 a 40 % de CU		\$ 1.70
Precio Promedio de Venta	$PV = CU + MU$	\$ 5.60	\$ 5.60
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	$VBP = \text{Rendimiento} \times PV$	\$ 24,584.00	
Utilidad Total de Producción	$UT = VBP - CT$	\$ 7,463.00	
Índice de Rentabilidad (%)	$IR = (UT / CT) \times 100$	44%	
Relación Beneficio / Costo	$Rel.B/C = VBP / CT$	\$ 1.44	

Se presenta en el cuadro 26, los costos de producción del nivel de Humega + Root Drive del factor B, con una rentabilidad del 44% esto se debió al rendimiento de 1.42 cajas/ha (una caja y 40% de una segunda caja), con un costo de caja de \$ 4.00 debido a la relación de mayor productividad será menor el costo de caja producida, obteniendo una relación de beneficio costo de \$1.40.

Cuadro 26. Costo de producción en relación a B/C y rentabilidad de Humega + Root Drive en la mezcla de enraizadores.

INDICADORES	FÓRMULAS		
Costo Total de Producción	$CT = (CF + CV) \text{ o } (CD + CI)$	\$	15,712.00
Volumen de Producción/Cajas/ha	$VP = \text{Rendimiento}$		3928.00
Costo Unitario Promedio	$CU = CT / \text{Rendimiento o } VP$	\$	4.00
Margen de Utilidad Unitaria	$MU = 30 \text{ a } 40 \% \text{ de } CU$		\$ 1.60
Precio Promedio de Venta	$PV = CU + MU$	\$	5.60 \$ 5.60
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	$VBP = \text{Rendimiento} \times PV$	\$	21,996.80
Utilidad Total de Producción	$UT = VBP - CT$	\$	6,284.80
Índice de Rentabilidad (%)	$IR = (UT / CT) \times 100$		40%
Relación Beneficio / Costo	$Rel.B/C = VBP / CT$	\$	1.40

El análisis de presupuesto parciales de relación beneficio costo se observa en el cuadro 27 del nivel Root Drive del factor B, con un índice de rentabilidad 33% esto se debió al rendimiento de 1.33 cajas/ha (una caja y 33% de una segunda caja), con un costo de caja de \$ 4.20 debido a la relación de menor productividad mayor será el costo de caja producida, obteniendo una relación de beneficio costo de \$1.33.

Cuadro 27. Costo de producción en relación a B/C y rentabilidad de Root Drive en la mezcla de enraizadores.

INDICADORES	FÓRMULAS		
Costo Total de Producción	CT = (CF + CV) o (CD + CI)	\$	15,283.80
Volumen de Producción/Cajas/ha.	VP = Rendimiento		3639.00
Costo Unitario Promedio de caja	CU = CT / Rendimiento o VP	\$	4.20
Margen de Utilidad Unitaria	MU = 30 a 40 % de CU		\$ 1.40
Precio Promedio de Venta	PV = CU + MU	\$	5.60 \$ 5.60
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	VBP = Rendimiento x PV	\$	20,378.40
Utilidad Total de Producción	UT = VBP - CT	\$	5,094.60
Índice de Rentabilidad (%)	IR = (UT / CT) x 100		33%
Relación Beneficio / Costo	Rel.B/C = VBP / CT	\$	1.33

El análisis de presupuesto parciales de relación beneficio costo se observa en el cuadro 28 del testigo del factor B, con un índice de rentabilidad 30% esto se debió al factor de 1.22 (una caja y 30% de una segunda caja) con un costo de caja de \$ 4.30 debido a la relación de menor productividad mayor será el costo de caja producida, obteniendo una relación de beneficio costo de \$1.30

Cuadro 28. Costo de producción en relación a B/C y rentabilidad del testigo de la mezcla de enraizadores.

INDICADORES	FÓRMULAS		
Costo Total de Producción	CT = (CF + CV) o (CD + CI)	\$	13,953.50
Volumen de Producción/Cajas/ha	VP = Rendimiento		3245.00
Costo Unitario Promedio	CU = CT / Rendimiento o VP	\$	4.30
Margen de Utilidad Unitaria	MU = 30 a 40 % de CU		\$ 1.30
Precio Promedio de Venta	PV = CU + MU	\$	10.00 \$ 5.60
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	VBP = Rendimiento x PV	\$	18,172.00
Utilidad Total de Producción	UT = VBP - CT	\$	4,218.50
Índice de Rentabilidad (%)	IR = (UT / CT) x 100		30%
Relación Beneficio / Costo	Rel.B/C = VBP / CT	\$	1.30

El análisis de costos de presupuestos parciales de producción de cajas de banano para el año 2018 obtuvo una rentabilidad de 30%, realizada la comparación con el testigo evaluado obtuvieron misma rentabilidad, por otro se determina que el mejor nivel del factor B en rentabilidad evaluado se determinó el nivel Humega + Gogreen con un índice de rentabilidad de 44% obteniendo un aumento de 14% en comparación a los índices de testigo y de la producción total del año 2018, mientras que el nivel dos y tres obtuvieron un índice de 40% y 33% en rentabilidad.

Debido que el rendimiento de 1.52 cajas/ha aumenta la rentabilidad un 14% en comparación la producción del 2018, se determina como el mejor nivel en cuanto a producción obtenido un mejor aprovechamiento en cajas de banano y en relación a rentabilidad con un índice del 44% considera y recomendado con el mejor nivel evaluado.

VII. CONCLUSIONES

1. Los mejores rendimientos de cajas de banano por hectárea son 1.52 y 1.42 que corresponde a los niveles de enraizadores de Humega + Gogreen y Humega + Root Drive.
2. En el crecimiento del diámetro de cormo, el mejor es de 0.39 metros que corresponde al nivel de enraizador de Humega + Gogreen y se determinó que los mejores niveles para peso de racimo es Humega + Gogreen y Humega + Root Drive con medias de 28.56 y 26.12 kg/ha.
3. En el ensayo directo de los enraizadores, el mejor tratamiento es el T1 que corresponde a Humega + Gogreen con una altura de 1.80 metros y con un volumen radicular de 1900 cc.
4. Los parámetros, determinan un desperdicio de cosecha de 6.98 kg/ha, para el manejo de cultivo de 4.03 kg/ha, relacionado al ambiente una pérdida de 3.39 kg/ha y por plagas 2.71 kg/ha.
5. En relación a beneficio/costo el mejor nivel de las mezclas de enraizadores es Humega + Gogreen con un rendimiento 1.52 cajas/ha con una rentabilidad de 44%.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere la aplicación de la lámina de riego que finca Laurel utiliza, debido a que no presento diferencia significativa en la producción, Por otro se sugiere la aplicación Humega + Gogreen para el efecto de enraizamiento para una producción de 1.52 cajas/ha.
2. Para futuras investigaciones se sugiere evaluar el índice de correlación lineal del peso de racimo con volumen de raíz en kg/ha.
3. Se sugiere darle seguimiento a las actividades de cosecha ya que es, el que mayor daño de desperdicio ocasiona para el rendimiento de producción de cajas/ha.
4. Se sugiere a los productores de banano de finca laurel en función del análisis económico y de un punto de vista productivo, utilizar el nivel de la mezcla Humega + Gogreen, para obtener rendimientos aceptables en cajas/ha. basado en el aumento del índice de rentabilidad de un 44% que obtuv

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agrotendencias. (2003). *Origen del cultivo de banano*. Recuperado el 10 de Enero de 2019, de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-banano/>
2. Arias, P. y Dankers, C. (2004). *La economía mundial de banano 1985-2002*. Recuperado el 10 de Agosto de 2019, de Estudios FAO Productos Básicos 1 : <http://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm#Contents>
3. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.) (2002). *Desarrollo del sistema radicular de raices*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2018, de : <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/platano.pdf>
4. Corado, M. (2014). *Evaluación de cuatro láminas de riego*. (Tesis de Ciencias Ambientales). URL. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Guatemala
5. FAO. (Food and Agriculture Organization) (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. Guía para determinación de los requerimientos de agua para los cultivos. Roma.
6. Grassi, C. J. (1975). *Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con de formulación de diseños de proyectos criterios proyectos, criterios y procedimiento*. Nicaragua.
7. Israelsen, O. y Hansen, V. (1979). *Principios y aplicaciones del riego*. (2da. Edición). España: Editorial, Reberte.
8. Jacuinde, H. M. (2003). *Importancia del cultivo del banano (Musa sapientum)*. (Monografía). Universidad Nacional Autónoma Agraria de México, sede Buena Vista, Saltillo, México.

9. Jones, S. (1987). *Sistemática vegetal*. (M. L. Tapio, Trad.) (2da. Edición). México: McGraw-Hill.
10. Ochoa, J. A. (2014). *Evaluación del enraizamiento a partir de la aplicación de un biorregulador de crecimiento en yemas de banano (Musa Sp) con la variedad William*. (Tesis de Ciencias Agropecuarias). Universidad Técnica de Machala. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador.
11. Sandoval, J. (2007). *Principios de riego y drenaje*. (4ta. Edición). USAC. Facultad de Agronomía. Guatemala.
12. Soto, M. (2008). *Banano técnicas de producción, manejo, poscosecha y comercialización* (3era. Edición). Costa Rica: Editorial, Tecnológico.
13. Stoller, A. (28 de Mayo de 2013). *Hormonas vegetales*. Obtenido de <https://fisiologiavegetal.es/2013/05/cuales-son-las-hormonas-vegetales/>
14. Swing Torres, E. e.-S. (junio de 2012). *Guía práctica para el manejo de banano organico en el valle de chira*. (1ra. Edición). Perú.

Vo.Bo. 
Licda. Anna Teresa De González
Bibliotecaria
CUNSUROC.



X. ANEXOS



Figura 26. Identificación del tratamiento siete, 15 días antes de la cosecha.



Figura 27. Toma de datos sobre la variable longitud de raíz para el efecto descriptivo del factor B.



Figura 28. Toma de datos A: calibración de mano apical para cosecha del racimo B: toma de datos para efectos del desperdicio que provocan las diferentes actividades.

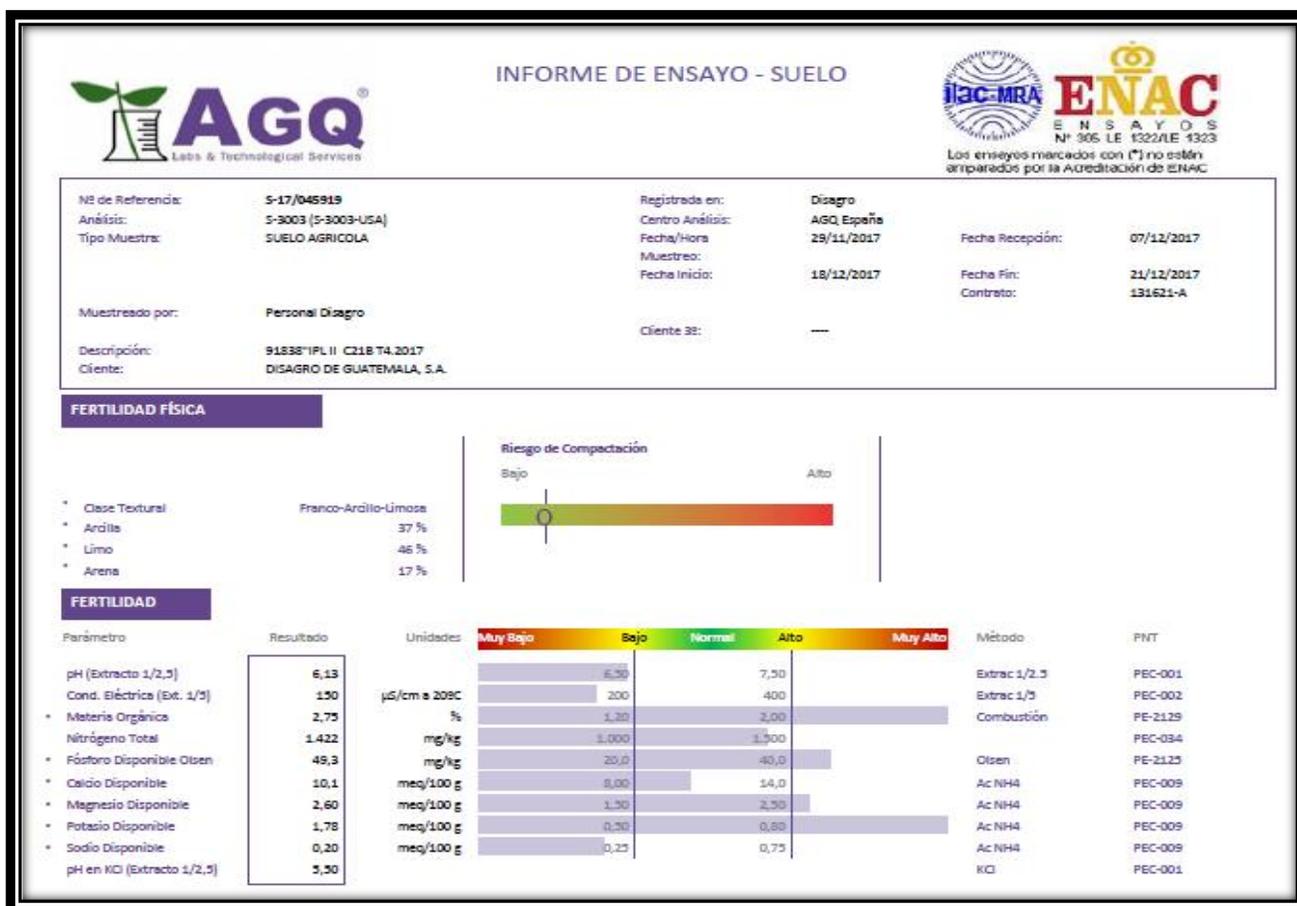


Figura 29. Análisis de suelo de finca Laurel Tiquisate, Escuintla. Fuente: finca Laurel y laboratorio AGQ (2017)

Mazatenango, 17 de Octubre de 2019.

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical.
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Maestro España:

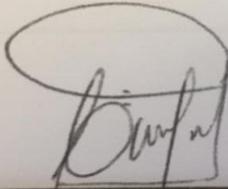
Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el Trabajo de Graduación titulado: **“Evaluación de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el cultivo de Banano (*Musa paradisiaca*) en finca “Laurel” Tiquisate, Escuintla.”**; presentado por el estudiante Osman Deri Ottoniel Cálíma Ramírez quien se identifica con número de carné 201440824 de la carrera de Agronomía Tropical, y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que el estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Agr. M.Sc. Carlos Barrera Arenales
Profesor Asesor y Supervisor

Mazatenango, 25 de Octubre de 2019.

Doctor:

Guillermo Vinicio Tello Cano.

Director Centro Universitario del Suroccidente.

Universidad de San Carlos de Guatemala.

Su despacho.

Señor Director:

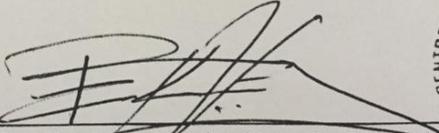
De manera atenta, me dirijo a usted para informar que el estudiante Osman Deri Ottoniel Cálíma Ramírez quien se identifica con número de carné 201440824 de la carrera de Agronomía Tropical, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de dos láminas de riego y tres mezclas de enraizadores en el cultivo de Banano (*Musa paradisiaca*) en finca “Laurel” Tiquisate, Escuintla.”**; el cuál fue asesorado, revisado y con dictamen favorable del Ingeniero Agrónomo Carlos Antonio Barrera Arenales

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante Osman Deri Ottoniel Cálíma Ramírez, ha cumplido con el normativo de Trabajo de Graduación, razón por la que someto a consideración el documento presentado por el estudiante, para que continúe con el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical



FICHA PARA ORDEN DE IMPRIMASE

FECHA: 28 de octubre del 2019

NOMBRE: Osman Deri Ottoniel Cálíma Ramírez

CARNÉ: 201440824

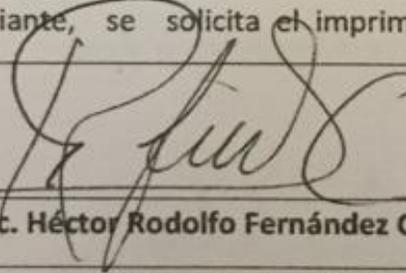
CUI 2325101211017

CARRERA: Ingeniería en Agronomía Tropical

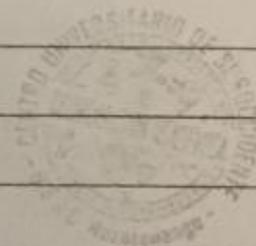
TESIS TITULADA:

Evaluación de dos láminas de riego y tres mezclas de Enraizadores en el cultivo de Banano (*Musa paradisiaca*) en Finca Laurel Tiquisate, Escuintla.

OBSERVACIONES: Luego de cumplir con los requisitos y modificaciones del informe presentado por el estudiante, se solicita el imprimase respectivo.


F) MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

Coordinador Académico





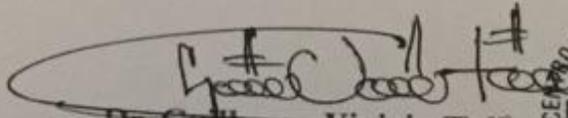
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-08-2019

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veintiocho de octubre de dos mil diecinueve_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE DOS LÁMINAS DE RIEGO Y TRES MEZCLAS DE ENRAIZADORES EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa paradisiaca*) EN FINCA LAUREL TIQUISATE, ESCUINTLA", del estudiante: TPA. Osman Deri Ottoniel Cálíma Ramírez, carné 201440824 CUI: 2325 10121 1017 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Guillermo Vinicio Tello
Director

The stamp is circular with the text "CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE" around the top edge and "DIRECCION" in the center. Below "DIRECCION" is the text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" and "Mazatenango - Suchitepequez".

/gris