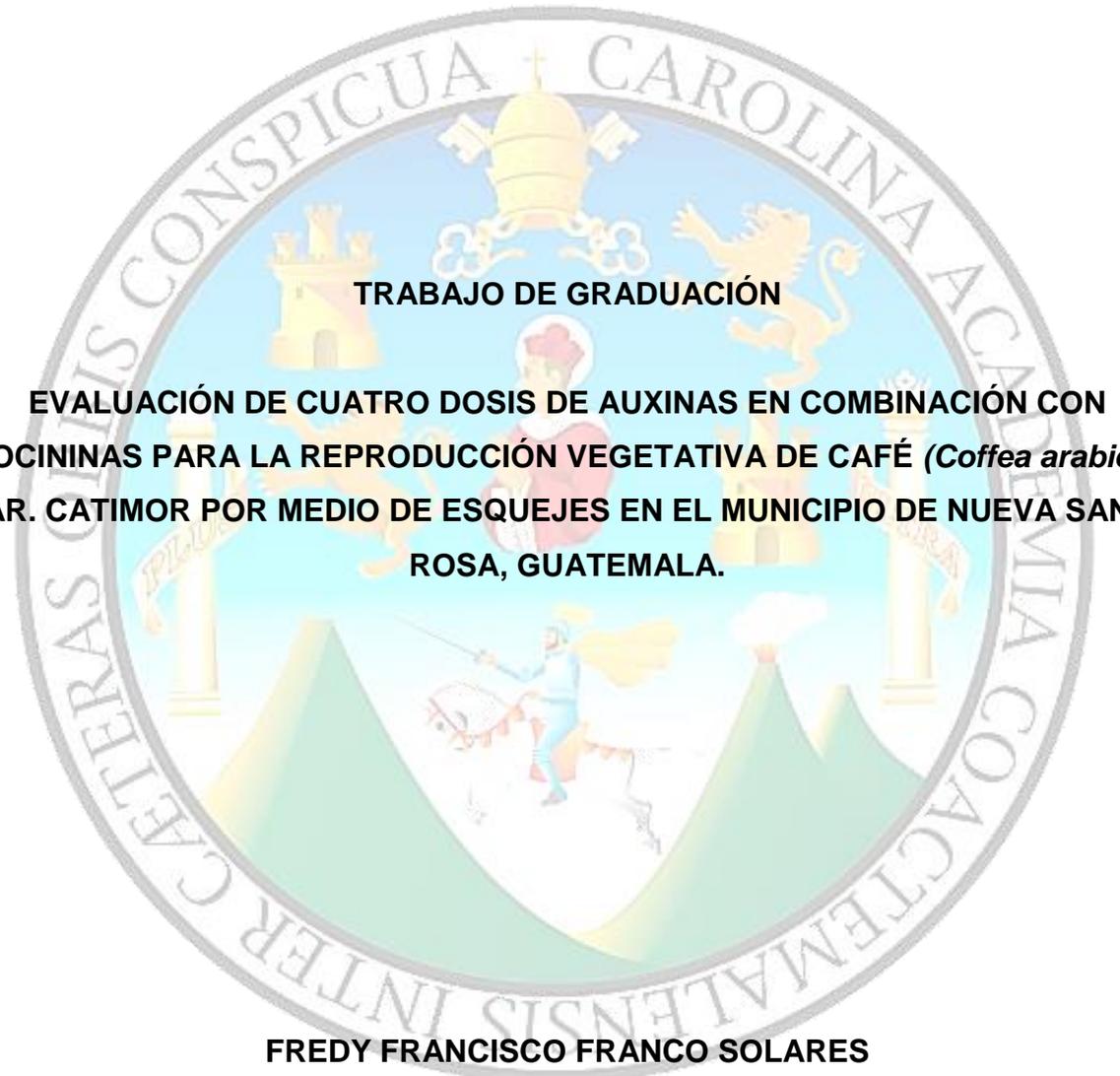


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA
SECCIÓN NUEVA SANTA ROSA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS CUNSARO -IIA CUNSARO-**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a saint, likely St. Charles, seated on a throne and holding a book. Above the figure is a golden dome. The seal is surrounded by a Latin inscription: "SACRAE THEOLOGICAE UNIVERSITATIS CAROLINAE AC CAECILIAE COACATEMALTENSIS INTER CAETERAS QVAE CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA".

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE AUXINAS EN COMBINACIÓN CON
CITOCININAS PARA LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)
VAR. CATIMOR POR MEDIO DE ESQUEJES EN EL MUNICIPIO DE NUEVA SANTA
ROSA, GUATEMALA.**

FREDY FRANCISCO FRANCO SOLARES

CARNÉ: 201543991

DPI: 3101 00917 0614

ASESORA: KARLA MARISOL HERNÁNDEZ POCASANGRE

ffrancosolares@gmail.com

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA
SECCIÓN NUEVA SANTA ROSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE AUXINAS EN COMBINACIÓN CON
CITOCININAS PARA LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)
VAR. CATIMOR POR MEDIO DE ESQUEJES EN EL MUNICIPIO DE NUEVA SANTA
ROSA, GUATEMALA.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DEL CENTRO UNIVERSITARIO
DE SANTA ROSA - CUNSAO - DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

POR

FREDY FRANCISCO FRANCO SOLARES

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO

Licenciado José Luis Aguirre Pumay
Director de Cunsaro y Presidente del Consejo Directivo

Licenciado Elmer Amílcar Carrillo Chávez
Coordinador Académico -Secretario Consejo Directivo

Licenciado Walter Armando Carvajal Díaz
Licenciado Alex Edgardo Lone Ayala
Representantes de Docentes del
Centro Universitario de Santa Rosa

Licenciada Claudia Marisela González Linares
Representante de los Egresados del
Centro Universitario de Santa Rosa

Licenciado Fredy Rolando Lemus López
Bachiller Héctor Edmundo Pablo Solís
Representantes Estudiantil del
Centro Universitario de Santa Rosa



COORDINACIÓN ACADÉMICA

Lic. Elman Erik González Ramos
Profesorado de Enseñanza Media en Pedagogía y
Técnico en Administración Educativa, Cuilapa

Lic. Selvin Minray Guevara Rivera
Profesorado de Enseñanza Media en Pedagogía y
Técnico en Administración Educativa, Taxisco

Lic. Juan Alberto Martínez Pérez
Profesorado de Enseñanza Media en Pedagogía y
Técnico en Administración Educativa, Chiquimulilla

Lic. Manuel Orlando Bolaños Gudiel
Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogacía y Notariado, Chiquimulilla

Lic. Efraín Barrientos Jiménez
Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogacía y Notariado, Cuilapa

Lic. Obdulio Rosales Dávila
Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogacía y Notariado, Nueva Santa Rosa

Lic. Héctor Antonio Arriaza Álvarez
Licenciatura en Administración de Empresas, Chiquimulilla

Lic. Orlando Alexander Bardales Rodríguez
Licenciatura en Administración de Empresas, Cuilapa

Ing. Nery Boanerges Guzmán Aquino
Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola,
Nueva Santa Rosa

Licda. Amelia Raquel Sopony Pérez
Licenciatura en Turismo, Cuilapa

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA -CUNSARO-
SECCIÓN NUEVA SANTA ROSA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
CUNSARO -IACUNSARO-



¡El cuestionario debe ser llenado a computadora o con letra de molde legible!

Para uso del IACUNSARO		
FECHA SOLICITUD 03/03/20	FECHA APROBACION 05/03/2020	FIRMA: 

Estudiante responsable: Fredy Francisco Franco Solares

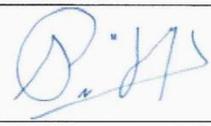
Título de la Investigación:

Evaluación de tres hormonas sintéticas para la reproducción vegetativa de café (*Coffea arabica L.*) a través de esquejes en el municipio de Nueva Santa Rosa, Guatemala.

Lugar donde se realizará: Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala.

Carné: 201543991	Dirección exacta: Aldea Jumaytepeque, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala	Teléfono: 57757927
---------------------	---	-----------------------

Asesores propuestos:

Colegiado No.	Nombre	Vo. Bo. Asesor
6781	Karla Marisol Hernández Pocasangre	
Carrera Asignada:	Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola	
Especifique línea de investigación del IIA	A. Situación agraria y Desarrollo Rural.	
	B. Manejo de cuencas hidrográficas.	
	C. Tecnologías sostenibles para SPA Y RNR.	X
	D. Manejo y conservación de ecosistemas naturales	
	E. Biodiversidad.	
	F. Cadenas productivas agrícolas y forestales.	

Duración del Proyecto (meses): 5 Fecha Inicio: 13/04/20 Fecha Finalización: 11/09/20

Documentación Adjunta a la presente solicitud:	Certificación de Cursos	X
	Constancia de Cierre de Currículum	P
	Constancia de aprobación de EPS	N/A
	Currículum vitae	X

¿Qué problema espera resolver con esta investigación?

El tiempo prolongado en vivero para producir plántulas de café (*Coffea arabica L.*) de variedades resistentes a la roya por medio de semilla.

¿Qué Causas dan o dieron origen al problema?



¡El cuestionario debe ser llenado a computadora o con letra de molde legible!

Bajo nivel de sobrevivencia de las plántulas de café al trasladarlas al campo definitivo.
Baja producción de café en plantas poco desarrolladas.

**¿Qué tan importante es resolver el problema para la comunidad o empresa relacionada?
¿Qué beneficios directos y/o indirectos tendría solucionarlo?**

Con base al nivel de importancia que representa el sector de la caficultura en Guatemala, se deben promover técnicas novedosas y eficientes para mejorar los sistemas de este cultivo. Esta investigación podría abrir nuevas oportunidades para producir variedades resistentes a la roya en menor tiempo y con costos más bajos que de la manera convencional, mejorando las características fisiológicas de las plántulas como el sistema radicular para resistir períodos prolongados de sequía. Además, con el uso de esta técnica es posible propagar variedades con características especiales como los híbridos F1 que no pueden propagarse por medio de semillas.

¿Cómo cree usted que se puede solucionar el problema? ¿Qué metodología propone para la búsqueda de las soluciones?

1. Evaluar a nivel de vivero la eficiencia de 3 hormonas sintéticas comerciales para el enraizamiento de esquejes de café de variedades resistentes a la roya.
2. Establecer una hormona que presente mayor eficiencia de propagación.
3. Comparar los costos y tiempo en vivero con el uso de hormonas en relación con el método convencional por semilla.

Fredy Francisco Franco Solares
Firma de estudiante

Nueva Santa Rosa, 19 de mayo de 2020

REF.CUNSARO-IIA-003-2020

Notificación Seminarios de Tesis

Ing. Agr. Adolfo Morales
Ing. Agr. Miguel Muñoz
Ing. Agr. Mario Tarot
Evaluadores Seminario de Tesis.

Respetables catedráticos:

Atendiendo a su carga académica para participar en la evaluación de los seminarios de tesis, para el presente semestre, me permito solicitar su asistencia como miembro de la terna evaluadora, a la presentación el Seminario de Tesis I titulado:

Evaluación de tres hormonas sintéticas para la reproducción vegetativa de café (*Coffea arabica* L.) a través de esquejes en el municipio de Nueva Santa Rosa, Guatemala.

A cargo del estudiante: Fredy Francisco Franco Solares
Carné No.: 201543991 Día: Martes 26 de mayo de 2020 Hora: 16:00 horas
Salón: Vía electrónica, a través de la plataforma ZOOM

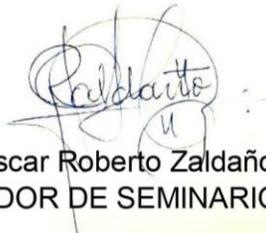
El (los) asesor (es) de este trabajo es (son): Ing. Agr. Karla Pocasangre

Aprovecho la oportunidad para manifestar que el artículo del reglamento de seminarios de tesis contempla la obligatoriedad y puntualidad de la tema evaluadora para evaluar los seminarios; también contempla las sanciones a que pueden hacerse acreedores por su inasistencia.

Así mismo, de acuerdo al artículo del reglamento de Seminario de Tesis, se le recuerda que "Los evaluadores del Seminario deben entregar sus resultados de evaluación y observaciones al finalizar el evento"

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Oscar Roberto Zaldaño Hernández
COORDINADOR DE SEMINARIOS DE TESIS

Licenciado José Luis Aguirre Pumay,
Coordinador General de Exámenes de Graduación,
Centro Universitario de Santa Rosa USAC,
Cuilapa, Santa Rosa.

Reciba un cordial saludo deseándole éxitos en sus actividades administrativas en el Centro Universitario de Santa Rosa, atentamente me dirijo a usted en atención al REF.SEM No. 01 del Instituto de Investigaciones Agronómicas, de la Carrera de Agronomía, Sección Nueva Santa Rosa, de fecha tres de febrero de 2020, en el cual se me nombra **ASESOR** de Ejercicio Profesional Supervisado del estudiante: **FREDY FRANCISCO FRANCO SOLARES**, quien se identifica con Registro Académico No. **200915906**, para la cual se le brindó asesoría de su trabajo denominado: "EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE AUXINAS EN COMBINACIÓN CON CITOCININAS PARA LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) VAR. CATIMOR POR MEDIO DE ESQUEJES EN EL MUNICIPIO DE NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA", y de manera muy atenta hacia usted le informo:

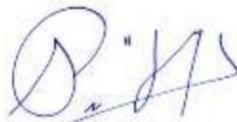
Qué como Asesor del Ejercicio Profesional Supervisado, manifiesto que procedí a guiar, analizar y revisar el informe del estudiante en mención, el cual contiene los tres capítulos exigidos por el normativo de la carrera de Agronomía del Centro Universitario de Santa Rosa, observando lo siguiente:

- a) El trabajo cuenta con un contenido científico y técnico en cada uno de los capítulos, mostrando los procedimientos, técnicas, instrumentos que fueron utilizados para la recopilación de la información del diagnóstico, investigación y servicios del Ejercicio Profesional Supervisado.
- b) El trabajo se encuentra redactado de forma técnica y clara para la mejor comprensión del lector, así también ejemplifica, figura y gráfica el desarrollo del contenido.
- c) El capítulo I fue elaborado con la finalidad de identificar los problemas de la región de estudio y presenta los incisos solicitados además de los resultados por medio de la matriz de priorización de problemas.
- d) El capítulo II es la investigación principal y presenta todos los incisos solicitados además el estudiante realizó todas las observaciones y correcciones realizadas.
- e) El capítulo III es la descripción de los servicios realizados en la institución donde se elaboró el EPS, este presenta todos los componentes solicitados que evidencian la participación constante como técnico agrícola dentro de la Cooperativa Integral Agrícola la Nueva Era R.L.
- f) Todo el trabajo fue elaborado con normas APA 7 edición.

Se Dictamina:

Que doy opinión favorable al trabajo del Ejercicio Profesional Supervisado del estudiante **FREDY FRANCISCO FRANCO SOLARES**, quien cumplió con los requisitos establecidos, culminó los 10 meses de manera satisfactoria y el informe que se identifica en el expediente respectivo, por lo que solicito se prosiga con la gestión administrativa para la revisión de los evaluadores correspondientes.

Atentamente,



Ing. Agra. Karla Marisol Hernández Pocasangre
Asesor de Ejercicio Profesional Supervisado

Guatemala, 22/07/2021.

Maestro:

Oscar Zaldaño

Coordinador de EPS y Tesis

Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSARO-, Sección Nueva Santa Rosa

Universidad de San Carlos de Guatemala

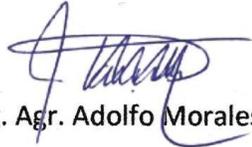
Distinguido Maestro:

Por medio de la presente queremos manifestar que hemos tenido a la vista el trabajo de investigación titulado *"EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE AUXINAS EN COMBINACIÓN CON CITOCININAS PARA LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ (Coffea arabica L.) VAR. CATIMOR POR MEDIO DE ESQUEJES EN EL MUNICIPIO DE NUEVA SANTA ROSA, GUATEMALA."*, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado, del estudiante FREDY FRANCISCO FRANCO SOLARES, carné 201543991, y hemos verificado que se incorporaron las correcciones solicitadas al estudiante, durante la celebración del Seminario II.

Sírvase darse por enterado y brindar autorización para que el estudiante continúe con los trámites necesarios para realizar el examen general público y acto de investidura.

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Adolfo Morales
Terna evaluadora


Ing. Agr. Miguel Muñoz
Terna evaluadora


Ing. Agr. Mario Tarot
Terna evaluadora

Guatemala, 19 de agosto de 2021

Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSARO-
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tenemos el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación "Evaluación de cuatro dosis de auxinas en combinación con citocininas para la reproducción vegetativa de café (*Coffea arabica L.*) Var. Catimor por medio de esquejes en el municipio de Nueva Santa Rosa, Guatemala; Diagnóstico y servicios realizados en la Cooperativa Integral Agrícola la Nueva Era R. L." Desarrollado en los meses de febrero a noviembre del año 2020 como requisito previo a optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado del estudiante Fredy Francisco Franco Solares, carné 201543991.

Sírvase dar por enterado y brindar autorización para imprimirse oficialmente y solicitar fecha para la celebración del examen público y acto de investidura

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Fredy Francisco Franco Solares
Estudiante



Ing. Agra. Karla Hernández Pocasangre
Asesor supervisor EPS



M. Sc. Oscar Zaldaño
Coordinador EPS



M. Sc. Nery Boanerges Guzmán Aquino
Coordinador
Carrera Ingeniero Agrónomo en SPA.



**USAC
CUNSAO**
Universidad de San Carlos de Guatemala

- DIRECCION CENTRO UNIVERSITARIO -



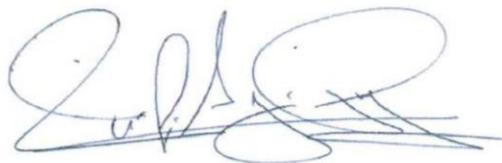
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA –CUNSAO- DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,

Cuilapa, 5 de Octubre de dos mil veintiuno

Orden de Impresión 04/2021

Con vista en los dictámenes favorables que anteceden y a solicitud de la Coordinación de Exámenes de Graduación, “NORMATIVO PARA EL DESARROLLO DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA” del Centro Universitario de Santa Rosa, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se autoriza la **IMPRESION** del trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE AUXINAS EN COMBINACIÓN CON CITOCININAS PARA LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ (*Coffea arabica L.*) VAR. CATIMOR POR MEDIO DE ESQUEJES EN EL MUNICIPIO DE NUEVA SANTA ROSA, GUATEMALA** del estudiante: **FREDY FRANCISCO FRANCO SOLARES**, identificado con el registro académico 201543991 y con el Documento Personal de Identificación, Código Único de Identificación número: 3101 00917 0614.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Lic. José Luis Aguirre Pumay

Director

Coordinador General de Exámenes de Graduación

Centro Universitario de Santa Rosa





ACTO QUE DEDICO A

- DIOS** Porque de Él proviene la vida, porque sin Él nada de lo que conocemos existiría y todo lo que nos permite hacer es para su placer.
- MIS PADRES** Rosalio Franco Solares y Sonia Elizabeth Solares Rodriguez porque nunca me ha faltado su apoyo e instrucción durante toda mi vida.
- MI NOVIA HERMOSA** Valesita Abrego, por su sincero aprecio y atención, por brindarme la ayuda que necesito cuando el proceso se vuelve difícil.
- MIS HERMANOS** Daniel, Jaquelin, Yadira y Jafet por formar parte de mi hermosa familia, brindarme su apoyo emocional y económico.
- TODA MI FAMILIA** Mis abuelos, tíos y primos que siempre me han apoyado y dado buenos consejos.
- MI FAMILIA EN LA FE** A todos(as) mis hermanos(as) de la iglesia en la que crecí, por su afecto y apoyo que ha sido fundamental durante toda mi vida.
- MIS AMIGOS Y AMIGAS** Si los escribo a todos sería una lista muy larga por eso no los voy a mencionar pero ellos han tenido una gran influencia durante mi formación y he aprendido muchas cosas buenas de ellos.



AGRADECIMIENTOS A

- ASESORA** Inga Agra Karla Hernández Pocasangre por la supervisión, apoyo técnico y asesoría.
- COORDINADOR** M. Sc. Nery Boanerges Guzmán Aquino por el apoyo técnico brindado.
- FEDECOCAGUA** Ing. Agr. Jesús Alvarado y todo el equipo técnico Fedecocagua por el apoyo brindado durante el EPS.
- REPRESENTANTE
LEGAL DE
COOPERATIVA LA
NUEVA ERA** Señor Romeo Jiménez Pérez, por darme la oportunidad de apoyar la institución que representa.
- CUNSARO** Centro Universitario de Santa Rosa por haberme dado el honor y el privilegio de cumplir un sueño que hoy se hace realidad.



ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	11
1 Capítulo I: DIAGNÓSTICO DE LA COOPERATIVA INTEGRAL AGRÍCOLA LA NUEVA ERA R. L.	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Ubicación geográfica.....	3
1.2.2 Extensión y límites.....	3
1.2.3 Relieve.....	4
1.2.4 Clima.....	4
1.2.5 Zona de vida.....	4
1.2.6 Suelos.....	4
1.2.7 Fuentes hídricas.....	5
1.2.8 Información de la Cooperativa La Nueva Era.	5
1.2.8.1 Historia.....	5
1.2.8.2 Estructura Administrativa	5
1.2.8.3 Misión	6
1.2.8.4 Visión.....	6
1.2.8.5 Área de influencia.....	6
1.2.8.6 Servicios que presta la Cooperativa.....	7
1.2.8.7 Procesamiento de café en la cooperativa	7
1.2.8.8 Comercialización del café.	7
1.3 OBJETIVOS.....	8

CONTENIDO

	PÁGINA
1.3.1 General.....	8
1.3.2 Específicos.....	8
1.4 METODOLOGÍA.....	8
1.4.1 Entrevistas	8
1.4.2 Observación directa.....	9
1.4.3 Información secundaria.....	9
1.4.4 Análisis de la información.....	9
1.4.5 Recursos	10
1.5 RESULTADOS	10
1.5.1 Análisis FODA de la Cooperativa Integral Agrícola La Nueva Era.....	10
1.5.1.1 Fortalezas	10
1.5.1.2 Oportunidades.....	11
1.5.1.3 Debilidades.....	11
1.5.1.4 Amenazas.....	11
1.5.2 Delimitación de problemas.....	12
1.5.3 Priorización de problemas.....	12
1.6 CONCLUSIONES	14
1.7 RECOMENDACIONES	15
1.8 REFERENCIAS.....	15
1.9 APÉNDICES	16
2 CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE AUXINAS EN COMBINACIÓN CON CITOCININAS PARA LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i> L.) VAR. CATIMOR POR MEDIO DE ESQUEJES EN EL MUNICIPIO DE NUEVA SANTA ROSA, GUATEMALA.	18
2.1 RESUMEN	19

CONTENIDO

2.2	ABSTRACT	20
2.3	INTRODUCCIÓN	21
2.4	MARCO TEÓRICO	22
2.4.1	Marco conceptual.....	22
2.4.1.1	Cultivo de café (<i>Coffea arabica L.</i>)	22
2.4.1.2	Propagación vegetativa.....	26
2.4.1.3	Hormonas vegetales	27
2.4.1.4	Reguladores de Crecimiento Vegetal	27
2.4.2	Marco referencial	30
2.4.2.1	Ubicación geográfica	30
2.4.2.2	Clima.....	30
2.4.2.3	Producción de café en Nueva Santa Rosa	31
2.4.2.4	Trabajos desarrollados en propagación vegetativa de café	32
2.4.2.5	Café Catimor	32
2.5	HIPÓTESIS	33
2.6	OBJETIVOS.....	33
2.6.1	General.....	33
2.6.2	Específicos.....	33
2.7	METODOLOGÍA.....	34
2.7.1	Obtención de esquejes	34
2.7.2	Preparación del sustrato.....	35
2.7.3	Preparación del área para establecimiento del experimento	36
2.7.4	Sistema de Riego.....	37
2.7.5	Diseño experimental.....	37

CONTENIDO

2.7.6	Modelo Estadístico	38
2.7.7	Manejo del experimento	38
2.7.7.1	Tratamiento de los esquejes.....	38
2.7.7.2	Siembra de los esquejes	39
2.7.7.3	Riego	40
2.7.7.4	Fertilización	40
2.7.7.5	Mantenimiento de las plántulas.....	40
2.7.7.6	Toma de datos	41
2.7.8	Evaluación de las variables.....	41
2.7.8.1	Número de esquejes vivos.....	41
2.7.8.2	Porcentaje de esquejes enraizados	42
2.7.8.3	Peso seco de raíz.....	42
2.7.8.4	Ganancia de altura.....	42
2.7.8.5	Número de hojas nuevas	43
2.7.9	Análisis de los datos.....	43
2.8	RESULTADOS	43
2.8.1	Número de esquejes vivos a los 50 días	43
2.8.2	Porcentaje de esquejes enraizados a los 146 días.....	45
2.8.3	Peso seco de raíz	46
2.8.3.1	Peso seco de raíz a los 50 días	46
2.8.3.2	Peso seco de raíz a los 82 días.....	46
2.8.3.3	Peso seco de raíz a los 114 días.....	46
2.8.3.4	Peso seco de raíz a los 146 días.....	47
2.8.4	Número de hojas nuevas.....	48

CONTENIDO

2.8.4.1	Número de hojas nuevas a los 50 días.....	48
2.8.4.2	Número de hojas nuevas a los 82 días.....	48
2.8.4.3	Número de hojas nuevas a los 114 días	49
2.8.4.4	Número de hojas nuevas a los 146 días	50
2.8.5	Ganancia de altura	50
2.8.5.1	Ganancia de altura a los 50 días	50
2.8.5.2	Ganancia de altura a los 82 días	50
2.8.5.3	Ganancia de altura a los 114 días	51
2.8.5.4	Ganancia de altura a los 146 días	51
2.8.6	Correlación entre peso de raíz, número de hojas y ganancia de altura	51
2.8.7	Comportamiento general del mejor tratamiento	53
2.9	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
2.10	CONCLUSIONES	55
2.11	RECOMENDACIONES	56
2.12	REFERENCIAS	57
2.13	APÉNDICES	60
3	CAPÍTULO III: SERVICIOS EJECUTADOS EN LA COOPERATIVA LA NUEVA ERA,	
R. L.	68
3.1	INTRODUCCIÓN	69
3.2	SERVICIO I. LOCALIZACIÓN GEO REFERENCIAL DE LAS PARCELAS DE CAFÉ DE LOS MIEMBROS DEL PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN.	70
3.2.1	Objetivos	70
3.2.1.1	General.....	70
3.2.1.2	Específicos	70
3.2.2	Metodología	71

CONTENIDO

	PÁGINA
3.2.2.1 Fase I: Registro de las coordenadas.....	71
3.2.2.2 Fase II: Generación de mapa de las parcelas.....	71
3.2.2.3 Fase III: Impresión del mapa	71
3.2.3 Resultados	72
3.3 SERVICIO II. ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICO FAMILIAR PARA LOS MIEMBROS DEL PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN EN LA COOPERATIVA LA NUEVA ERA, R. L.	72
3.3.1. Objetivos	73
3.3.1.1 General.....	73
3.3.1.2 Específicos	73
3.3.2. Metodología	73
3.3.2.1. Elaboración de encuestas.....	73
3.3.2.2. Mapeo de Establecimientos Educativos.....	74
3.3.2.3. Tabulación de los datos.....	74
3.3.3. Resultados	74
3.4. SERVICIO III. APOYO TÉCNICO EN PROYECTO DE DONACIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ VAR. MARSELLESA.....	75
3.4.2. Objetivos	75
3.4.2.1. General.....	75
3.4.2.2. Específicos	75
3.4.3. Metodología	76
3.4.3.1. Control de envíos del vivero hasta la sede de cada cooperativa.	76
3.4.3.2. Distribución y descarga del café en la Cooperativa La Nueva Era, R. L. .	76
3.4.3.3. Orientación sobre el correcto sistema de siembra del café variedad Marsellesa.....	77

CONTENIDO

3.4.3.4. Manejo de la plantación.....	77
3.4.3.5. Características de la variedad de café Marsellesa	77
3.4.4. Resultados	78
3.5. BIBLIOGRAFÍAS.....	78
3.6. APÉNDICES	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1 <i>Localización de la aldea Jumaytepeque</i>	3
Figura 2 <i>Organigrama de la estructura administrativa</i>	6
Figura 3A <i>Entrevista a administrador del beneficio de café de cooperativa La Nueva Era</i>	16
Figura 4A <i>Entrevista a asociado en su finca de café</i>	16
Figura 5A <i>Dificultades para llegar a las parcelas en época lluviosa</i>	17
Figura 6A <i>Procesamiento de la información recabada durante el diagnóstico</i>	17
Figura 7 <i>Localización del experimento</i>	31
Figura 8 <i>Características de los brotes recolectados</i>	35
Figura 9 <i>Croquis del experimento</i>	36
Figura 10 <i>Disposición del sistema de riego</i>	37
Figura 11 <i>Número de esquejes vivos a los 50 días</i>	44
Figura 12 <i>Porcentaje de esquejes enraizados</i>	45
Figura 13 <i>Peso seco de raíz a los 146 días</i>	48
Figura 14 <i>Comportamiento general del mejor tratamiento</i>	53
Figura 15A <i>Preparación del área para el experimento</i>	60
Figura 16A <i>Distribución de los tratamientos dentro del micro-túnel</i>	60
Figura 17A <i>Sistema de riego</i>	61
Figura 18A <i>Desinfección de los esquejes</i>	61
Figura 19A <i>Preparación de la solución de cada tratamiento</i>	62
Figura 20A <i>Siembra de los esquejes</i>	62
Figura 21A <i>Aplicación de la hormona citocinina sobre los tratamientos</i>	63
Figura 22A <i>Estado de los esquejes a los 50 días</i>	63
Figura 23A <i>Esquejes muertos</i>	64
Figura 24A <i>Desarrollo de los esquejes en las 4 mediciones de variables</i>	65
Figura 25A <i>Evaluación de variables a los 146 días</i>	64
Figura 26A <i>Secado de las raíces en prensa botánica</i>	66
Figura 27A <i>Medición del peso de raíces</i>	66

FIGURA

Figura 28A <i>Tabulación de los datos</i>	67
Figura 29A <i>Edición del mapa con la ubicación de las parcelas de café</i>	79
Figura 30A <i>Manta vinílica con la ubicación de las parcelas</i>	79
Figura 31A <i>Base de datos con la información de cada parcela</i>	80
Figura 32A <i>Entrevista a los miembros de la cooperativa durante el diagnóstico familiar</i>	81
Figura 33A <i>Registro y análisis de los datos recabados durante la encuesta del diagnóstico familiar</i>	81
Figura 34A <i>Control de envíos de plantas de café Var. Marsellesa desde el almácigo a las cooperativas</i>	82
Figura 35A <i>Recepción de las plantas de café Var. Marsellesa en la Cooperativa La Nueva Era</i>	82
Figura 36A <i>Preparación del terreno para la siembra de las plantas de café Var. Marsellesa</i>	83

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
Tabla 1 <i>Recursos para recopilar información</i>	10
Tabla 2 <i>Matriz de priorización de problemas</i>	13
Tabla 3 <i>Clasificación de los principales reguladores de crecimiento vegetal</i>	28
Tabla 4 <i>ANDEVA número de esquejes vivos</i>	44
Tabla 5 <i>Peso seco de raíz a los 82 días</i>	46
Tabla 6 <i>Peso seco de raíz a los 114 días</i>	46
Tabla 7 <i>Peso seco de raíz a los 146 días</i>	47
Tabla 8 <i>Prueba de Tukey Peso seco de raíz a los 146 días</i>	47
Tabla 9 <i>Número de hojas nuevas a los 82 días</i>	49
Tabla 10 <i>Número de hojas nuevas a los 114 días</i>	49
Tabla 11 <i>Número de hojas nuevas a los 146 días</i>	50
Tabla 12 <i>Ganancia de altura a los 82 días</i>	50
Tabla 13 <i>Ganancia de altura a los 114 días</i>	51
Tabla 14 <i>Ganancia de altura a los 146 días</i>	51
Tabla 15 <i>Correlación entre diferentes variables</i>	52

RESUMEN

El presente trabajo de graduación está conformado por tres capítulos donde se dan a conocer las actividades realizadas durante el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- durante los meses de febrero a noviembre del año 2020, para optar al título de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola en la sección Nueva Santa Rosa del Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSARO-. El EPS fue realizado en la Cooperativa Integral Agrícola La Nueva Era, R. L. en aldea Jumaytepeque Nueva Santa Rosa, Santa Rosa formando parte del equipo técnico de la Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala -FEDECOCAGUA, R. L.-

En el capítulo I se presenta el diagnóstico elaborado en la Cooperativa donde se lograron identificar las causas y efectos de los principales problemas que han sido el obstáculo para cumplir eficientemente con los objetivos de la organización. Al hacer evidentes las deficiencias de la cooperativa se lograron priorizar aquellos problemas que presentaron una mayor factibilidad para su resolución. De esta cuenta, se logró definir y orientar las actividades del EPS como un apoyo a la resolución de los problemas encontrados.

El capítulo II constituye el trabajo de investigación con el título “Evaluación de cuatro dosis de auxinas en combinación con citocininas para la reproducción vegetativa de café (*Coffea arabica* L.) Var. Catimor por medio de esquejes en el municipio de Nueva Santa Rosa, Guatemala”. Los resultados obtenidos indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable número de esquejes vivos a los 50 días; el mejor resultado de peso seco de raíz a los 146 días se obtuvo con el T3 (3000 ppm de ácido indolbutírico (IBA) en combinación con citocininas). Este mismo tratamiento mostró el porcentaje más alto de esquejes enraizados con el 90 % de esquejes enraizados a los 146 días y en efecto el mayor crecimiento del tallo y número de hojas con respecto a los demás tratamientos.

Finalmente, el capítulo III describe los tres servicios de mayor importancia que se efectuaron durante el proceso de EPS en la cooperativa La Nueva Era, los cuales fueron los siguientes: el servicio I se enfocó en realizar una geo referenciación de las parcelas de café de los miembros de la cooperativa que forman parte del programa de certificación, generando una base de datos digital con coordenadas y nombre de las parcelas, así como también un mapa impreso sobre una manta vinílica donde se marca la ubicación de cada parcela. El servicio II consistió en elaborar un diagnóstico familiar de los miembros de la cooperativa antes mencionados generando una base de datos con información del núcleo familiar y niveles educativos, necesaria para el proceso de certificación. Y, por último, el servicio III, consistió en brindar el apoyo técnico en un proyecto de donación de plantas de café Var. Marsellesa, participando en el control del transporte, distribución y manejo en campo de las plantas donadas, promoviendo de esta manera la renovación de las plantaciones con variedades resistentes a la roya del café (*Hemileia vastatrix*).



**Capítulo I: DIAGNÓSTICO DE LA COOPERATIVA INTEGRAL
AGRÍCOLA LA NUEVA ERA R. L.**

1.1 PRESENTACIÓN

La Cooperativa Integral Agrícola La Nueva Era, R. L. es una organización conformada por pequeños y medianos productores de café, con su sede ubicada en la aldea Jumaytepeque, municipio de Nueva Santa Rosa, departamento de Santa Rosa. Esta organización nace en el año 1999 ante las oportunidades que representaba el cultivo de café en ese momento, sin embargo, algunas deficiencias administrativas y la disminución del rendimiento del cultivo provocada por enfermedades causaron la detención de sus labores durante algunos años, hasta que en el año 2014 un nuevo grupo retomó la labor promoviendo su reactivación. La cooperativa está conformada por 58 socios del departamento de Santa Rosa siendo estos 47 hombres y 11 mujeres. Los principales desafíos a los que se ha enfrentado la cooperativa han sido los precios bajos del mercado y la incidencia de enfermedades en las plantaciones, sin embargo, sus fortalezas les ha permitido mantenerse en crecimiento y mejorando sus procesos de producción.

La cooperativa La Nueva Era es miembro de la Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala -Fedecocagua-, esta federación ha sido el principal vínculo para acceder a mercados internacionales. A través de la cooperativa tiene la oportunidad de participar en programas de sellos de certificación y de esta manera comercializar las cosechas con mejores precios. Este diagnóstico permitió identificar las causas y efectos de los problemas que han interferido con el desarrollo de las operaciones de la cooperativa y a través de este proceso analizar y proporcionar soluciones a través de la investigación y los tres servicios brindados durante el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-.

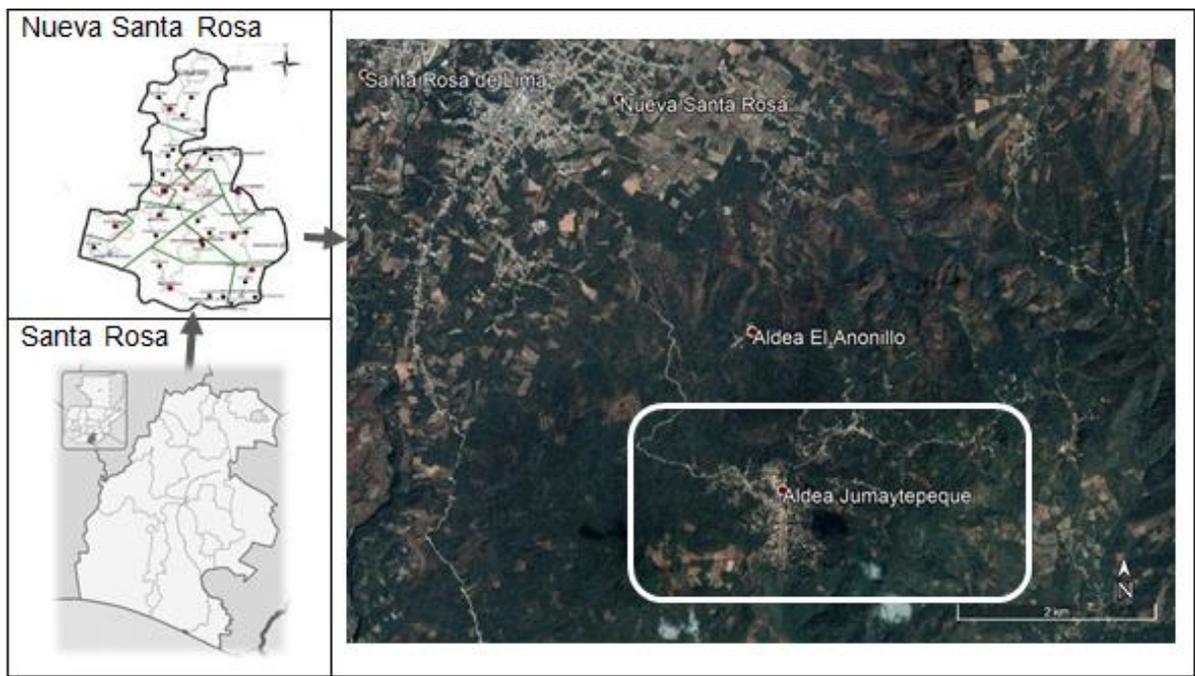
1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica

La aldea Jumaytepeque se encuentra ubicada en el municipio de Nueva Santa Rosa, departamento de Santa Rosa en las coordenadas geográficas 14° 20'44" norte y 90° 15'40" oeste, con una altitud de 1600 metros sobre el nivel del mar (Google Earth, 2020). La aldea se encuentra a 7 kilómetros del casco urbano de Nueva Santa Rosa y a 82 kilómetros de la ciudad de Guatemala por la CA1 con infraestructura de asfalto y pavimento en toda su vía de acceso principal.

Figura 1

Localización de la aldea Jumaytepeque



Fuente: Google Earth (2020).

1.2.2 Extensión y límites

La extensión territorial de aldea Jumaytepeque es aproximadamente de 56.9 km². Tiene colindancias con las siguientes aldeas: al norte con el casco urbano de Nueva Santa

Rosa, al sur con aldeas del municipio de Cuilapa, al este con aldeas de Casillas y al oeste con aldea Ojo de Agua y aldeas de Cuilapa (Consejo Comunitario de Desarrollo, 2020).

1.2.3 Relieve

La aldea Jumaytepeque cuenta con tierras que tienen pendientes que varían desde 5% hasta 80%. De acuerdo con las características de relieve de la región, la aldea está ubicada en un área con vocación forestal, aunque los pobladores utilizan el área para la producción de café (*Coffea arabica*) y algunos cultivos nativos de subsistencia (COCODE, 2020).

1.2.4 Clima

El clima generalizado de Nueva Santa Rosa está clasificado como sub-tropical, durante el transcurso del año se mantiene con una temperatura que varía de 15 °C a 30 °C. La temperatura promedio es de 23.5 °C y la precipitación pluvial es de 1412 mm en promedio al año (CLIMATE-DATA, 2020).

1.2.5 Zona de vida

El municipio de Nueva Santa Rosa posee un clima de templado a frío y está ubicado en la zona de vida de Bosque Húmedo Sub-tropical (templado) según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Secretaría de Planificación y Ordenamiento Territorial, 2020).

1.2.6 Suelos

Los suelos son arcillosos y francos arcillosos con estructuras granulares, y con una profundidad aprovechable de 20-25 centímetros (COCODE, 2020).

1.2.7 Fuentes hídricas

La aldea Jumaytepeque es la más grande en población del municipio, pese a ello presenta problemas hídricos, ya que solo cuenta con un pozo mecánico y un nacimiento que abastece a toda la aldea y comunidades aledañas (COCODE, 2020).

1.2.8 Información de la Cooperativa La Nueva Era.

1.2.8.1 Historia

La Cooperativa Integral Agrícola La Nueva Era, R. L. se fundó en la aldea Jumaytepeque del municipio de Nueva Santa Rosa, departamento de Santa Rosa en el año 1999. Se creó por iniciativa de un grupo de pequeños caficultores orientada al mejoramiento de la producción cafetalera y la búsqueda de mejores precios en el mercado nacional e internacional. Sin embargo, con el paso de los años algunas deficiencias administrativas y la disminución del rendimiento del cultivo provocada por enfermedades causaron la detención de sus labores durante algunos años. En el año 2014 un nuevo grupo retomó la labor promoviendo su reactivación. Actualmente la Cooperativa está conformada por 58 socios de diferentes comunidades del departamento de Santa Rosa siendo estos 47 hombres y 11 mujeres.

1.2.8.2 Estructura Administrativa

Por medio de la Cooperativa se pretende mejorar las condiciones de los productores de café de la región, para ello se ha establecido una organización legal que responda con las obligaciones contraídas ante cualquier persona o institución.

La estructura organizativa se fundamenta en los estatutos de la Cooperativa “La Nueva Era”.

Figura 2

Organigrama de la estructura administrativa



Nota: En esta figura se presentan la jerarquía en la administración de la cooperativa. La asamblea general está compuesta por todos los miembros de la cooperativa.

1.2.8.3 Misión

Mejorar el sistema de vida de sus asociados y sus familias; haciendo uso del incremento de la producción de café en cada unidad que posea el asociado y buscar los mejores precios del producto, que beneficien a cada asociado cooperativista.

1.2.8.4 Visión

Crecer en producción y económicamente en mediano y largo plazo, facilitando los medios que promuevan una mejor calidad de vida a sus asociados.

1.2.8.5 Área de influencia

La Cooperativa La Nueva Era está conformada por productores de café originarios de siete comunidades del municipio de Nueva Santa rosa: la cabecera municipal, aldea Jumaytepeque, aldea El Riachuelo, caserío Los Izotes, aldea Concepción Zacuapa, aldea El Limar, aldea Joya grande; y una comunidad del municipio de Casillas: la cabecera municipal. El área total cultivada con café por los asociados es de 200 ha., anualmente se

producen cerca de 30,000 quintales de café maduro, sin embargo, solo se acopia y procesa en la sede de la cooperativa cerca del 35%, el resto lo procesan algunos socios de forma individual.

1.2.8.6 Servicios que presta la Cooperativa

Los principales servicios que brinda la cooperativa son los siguientes: dar a los asociados pequeños créditos para el mantenimiento de los cafetales, facilitar a los asociados las condiciones para procesar el café cosechado dotándoles de maquinaria y equipo, así como también, trabajar en la búsqueda de mejores precios en el mercado internacional.

1.2.8.7 Procesamiento de café en la cooperativa

Los miembros de la cooperativa cultivan diversas variedades de café principalmente Catuaí, Typica, Caturra, Pache, Catimor y Marsellesa. El café se cultiva en sistemas agroforestales donde se busca conservar los recursos naturales como el suelo, la flora y fauna nativa. El café que se cosecha es acopiado y procesado en un Beneficio Húmedo Ecológico en la sede de la cooperativa y en 5 beneficios húmedos propiedad de algunos asociados. El café se comercializa como pergamino.

1.2.8.8 Comercialización del café.

En la actualidad la Cooperativa La Nueva Era es miembro de la Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala -Fedecocagua-. Esta federación ha sido el principal vínculo para acceder a mercados internacionales. Los asociados que comercializan su café por medio de Fedecocagua tiene acceso a ser miembros de programas de sellos de certificación y de esta manera comercializar las cosechas con mejores precios, para ello se acopia únicamente el café de 79 ha de un grupo de 30 asociados.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Identificar las causas y efectos de los problemas que interfieren con el desarrollo de la Cooperativa Integral Agrícola La Nueva Era.

1.3.2 Específicos

1. Recopilar información referente al funcionamiento y desarrollo de la cooperativa.
2. Analizar la información obtenida mediante herramientas como el análisis FODA, y matriz de priorización de problemas.
3. Delimitar los principales problemas a partir del análisis de la información recabada para la búsqueda de soluciones a través de la investigación y los servicios brindados.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Entrevistas

Para la fase de recolección de información primaria, se usó la entrevista como herramienta de investigación primaria para conocer el contexto de la cooperativa, su sistema de organización y sus proyectos. Las entrevistas se realizaron de manera espontánea a miembros de la cooperativa, tanto a directivos como a trabajadores temporales en el área de procesamiento de café. Durante el proceso de entrevistas no se usaron encuestas, únicamente se realizaron conversaciones con las personas.

1.4.2 Observación directa

En esta fase fue necesaria la visita a las parcelas de café de los productores asociados a la cooperativa para conocer la fisiografía predominante de los terrenos y el manejo del cultivo que poseen. Además, se observó el procesamiento que se le da al café en las instalaciones de la cooperativa previo a su comercialización.

1.4.3 Información secundaria

Se consultaron algunas bases de datos en registros del COCODE, así como también en la documentación de la cooperativa para contextualizar el entorno en el cual se desarrolla dicha entidad. Las oportunidades que la rodean y los riesgos que se corren en la búsqueda de la mejora continua en sus procesos de producción de café tomando en cuenta el impacto que puede generar en los asociados.

1.4.4 Análisis de la información

A través de la información recabada durante las entrevistas, la observación directa y las fuentes secundarias, se logró establecer un análisis FODA de la cooperativa según sus cualidades internas y los factores que la afectan externamente. En la misma relación, se identificaron los problemas de mayor relevancia, los cuales también se analizaron a través de una matriz de priorización de problemas. En conclusión, se enmarcaron los problemas de mayor prioridad a fin de proponer soluciones viables y factibles para ser ejecutadas a corto y mediano plazo entre ellas la investigación y los servicios brindados dentro del EPS.

1.4.5 Recursos

Tabla 1

Recursos para recopilar información

Recursos materiales	Recursos humanos
Libreta de campo	Asociados de la cooperativa
Cámara fotográfica	Trabajadores de los asociados
Motocicleta	Personal temporal de beneficio de café
Computador con acceso a internet	Personal administrativo de la cooperativa
Navegador GPS	

Nota: Estos fueron los recursos que se emplearon para obtener la información primaria y secundaria del diagnóstico de la Cooperativa La Nueva Era R. L.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Análisis FODA de la Cooperativa Integral Agrícola La Nueva Era

Por medio de este análisis FODA se logra apreciar de forma detallada las características que rigen el funcionamiento de la organización, tanto los aspectos positivos como los negativos que afectan su desarrollo.

1.5.1.1 Fortalezas

- El 80% de los productores poseen un área mayor a una hectárea destinada al cultivo de café.
- Todos los productores utilizan prácticas de conservación de suelos como siembra en curvas a nivel, y plantas de cobertura en zonas con altas pendientes.
- La cooperativa posee asistencia técnica por instituciones como Fedecocagua y la Asociación Nacional del Café (Anacafé).
- Los suelos de origen volcánico de la aldea tienen alta fertilidad.

- Los asociados cuentan con experiencia y capacidad técnica para la producción de café.
- La aldea se encuentra a 7 km de distancia del área urbana del municipio de Nueva Santa Rosa con carretera pavimentada.

1.5.1.2 Oportunidades

- Facilidad de transporte de cosechas de la cooperativa hacia los mercados externos.
- Mejorar el rendimiento y la calidad del café a través de capacitaciones sobre el uso de las buenas prácticas agrícolas.
- Implementación de certificaciones de café C.A.F.E. PRACTICES de Starbucks, Rainforest Alliance Certified y AAA de Nespresso.
- Mejorar los ingresos de los productores a través del aprovechamiento de los recursos nativos y la diversificación de cultivos.
- Acceso a donaciones de equipos para el procesamiento del café.

1.5.1.3 Debilidades

- Manejo inapropiado de las vías de acceso a las parcelas.
- Las altas pendientes de los terrenos limitan el uso del suelo.
- No se implementa la diversificación de cultivos a gran escala.
- Carencia de documentación requerida por las entidades de certificación de café.
- Plantaciones de café de edad avanzada y susceptible a enfermedades.

1.5.1.4 Amenazas

- Escasez del agua para el beneficio húmedo ecológico en propiedad de la cooperativa.
- Inexistencia de una red de distribución de agua potable.
- Incremento de la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) por causa del cambio climático.
- Vulnerabilidad a cambios repentinos en el precio de venta de las cosechas de café.

- Zonas propensas a inhabilitar las vías de acceso por desastres naturales.

1.5.2 Delimitación de problemas

A través del análisis de las debilidades y amenazas de la Cooperativa La Nueva Era, se lograron identificar los siguientes problemas que afectan de manera significativa al desarrollo de la organización:

- Limitación de ingresos económicos por implementar sistema de monocultivo.
- Plantaciones de café de edad avanzada y variedades susceptibles a enfermedades.
- Carencia de agua para el proceso de beneficiado húmedo ecológico del café.
- Vulnerabilidad a precios bajos de venta del café de los miembros de la cooperativa.
- Deficiencia en la documentación requerida por las entidades de certificación de café.
- Pérdidas de cosecha por causa de la enfermedad de la Roya (*Hemileia vastatrix*).
- Vías de acceso a parcelas en malas condiciones.

1.5.3 Priorización de problemas

Para determinar el nivel de importancia de cada problema se tomaron en cuenta algunos aspectos que afectan directamente sobre la resolución de los mismos. El aspecto técnico indica la factibilidad y disposición de personal técnico para operar la resolución del problema; el aspecto financiero indica la factibilidad económica para implementar la resolución del problema; el aspecto administrativo indica el grado de facilidad administrativa para la resolución del problema; el aspecto legal indica la factibilidad y autoridad legal para ejecutar la resolución del problema y; el aspecto ambiental indica la factibilidad de solucionar el problema sin afectar el medio ambiente.

Tabla 2*Matriz de priorización de problemas*

No	Problema	Propuesta de solución	Aspectos					Total
			Téc-nico	Finan-ciero	Adminis-trativo	Legal	Ambien-tal	
1	Limitación de ingresos por de sistema monocultivo	Capacitar sobre la diversificación de cultivos	8	8	4	10	10	40
2	Plantaciones de café viejas y susceptibles a enfermedades	Apoyar la renovación del café	10	10	8	10	9	47
3	Carencia de agua para beneficiado	Gestionar un sistema de captación y almacenamiento de agua	6	8	8	10	10	42
4	Vulnerabilidad a precios bajos de venta de las cosechas	Apoyar el proceso de certificación para acceder a mejores mercados	10	10	8	10	10	48
5	Deficiencia en documentación requerida para la certificación	Formular la documentación necesaria	10	10	9	10	10	49
6	Pérdidas de cosecha por causa de la Roya	Capacitar sobre programas de control integrado	10	10	4	10	10	44
7	Vías de acceso a parcelas en malas condiciones	Gestionar el mejoramiento de las vías de acceso	8	9	8	8	10	43

Nota: En esta tabla se aprecian los aspectos que se tomaron en cuenta en la priorización de los problemas encontrados en la Cooperativa La Nueva Era.

Los valores de cada aspecto fueron adjudicados sobre 10 siendo este el más alto que representa una factibilidad sin limitaciones. Al final se sumaron los 5 aspectos y se priorizaron los problemas con el valor más alto. Como se aprecia en la tabla 2 los tres problemas de mayor prioridad fueron el número 2, 4 y 5 con sus respectivas propuestas de soluciones. Para seleccionar estos problemas también se tomó en cuenta las necesidades de mayor urgencia para la cooperativa, sobre todo para los problemas 4 y 5 que están relacionados con el proceso de certificación. Dicho proceso requería su verificación en el transcurso del año 2020 y por esta razón se encausaron los esfuerzos por resolver esos problemas. Por otro lado, la pandemia Covid-19 causó una influencia directa sobre el aspecto administrativo para los problemas que involucraban la aglomeración de personas.

1.6 CONCLUSIONES

1. A través del proceso de entrevistas, observación directa y búsqueda de información secundaria se logró comprender el entorno y el contexto en el que la Cooperativa Integral Agrícola La Nueva Era, R. L. desarrolla su labor integrando el apoyo de sus asociados. Las principales funciones de esta organización consisten en acopiar y procesar el café de alta calidad que producen en sus parcelas. Así como también, buscar las aptitudes para acceder a mercados especiales bajo sellos de certificación para mejorar los precios de venta de sus cosechas.
2. Por medio de las herramientas de análisis de la información que se emplearon en este diagnóstico se logró identificar las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que afectan significativamente el desarrollo de la organización. Esto permitió identificar con mayor claridad los potenciales problemas a los que se enfrentan los miembros a través del uso de la matriz de priorización de problemas para buscar sistemáticamente las soluciones.
3. Se lograron identificar siete problemas de los cuales tres fueron de mayor prioridad para ser resueltos a corto plazo. En primer lugar, la deficiencia en la documentación requerida por las entidades de certificación de café con 49 puntos. Este problema puede ser resuelto mediante la identificación de los criterios que requieren las entidades de certificación y formular los datos que sean necesarios para cumplir estos criterios. En segundo lugar, se determinó que existe vulnerabilidad a precios bajos de venta del café de los miembros de la cooperativa. La solución para este problema está relacionada con la primera propuesta antes mencionada, dado que, cumplir los criterios de las entidades de certificación permitirá acceder a mercados especiales, lo que se traduce en mejores ganancias. Y en tercer lugar está la predominancia de plantaciones de café de edad avanzada y variedades susceptibles a enfermedades como la roya. La solución consiste en brindar apoyo técnico en los programas de renovación de plantaciones, este programa es proporcionado por una de las entidades de certificación. Esta entidad involucra a las cooperativas que están pendientes de verificación, siendo este el caso de la Cooperativa La Nueva Era.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que dentro de la cooperativa se siga promoviendo la participación en sellos de certificación de café, debido a que los mercados se vuelven cada vez más exigentes, esto les ayudará a mantener la sostenibilidad.
2. Se recomienda seguir implementando planes de renovación de las plantaciones poco productivas y susceptibles a la roya por nuevas variedades resistentes.
3. Se recomienda que los administradores de la cooperativa sean capacitados y orientados constantemente para que puedan registrar y almacenar información de todas las actividades que realizan y de esta forma mejorar sus bases de datos.

1.8 REFERENCIAS

CLIMATE-DATA. (23 de 04 de 2020). *Clima de Nueva Santa Rosa*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/americadelnorte/guatemala/santa-rosa/nueva-santa-rosa-53823/>

Google Earth. (15 de 02 de 2020). *Coordenadas geográficas de aldea Jumaytepeque*. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/earth/>

SEGEPLAN. (16 de 02 de 2020). *Municipio de Nueva Santa Rosa*. Obtenido de <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/municipio-de-nueva-santa-rosa>

1.9 APÉNDICES

Figura 3A

Entrevista a administrador del beneficio de café de cooperativa La Nueva Era



Figura 4A

Entrevista a asociado en su finca de café



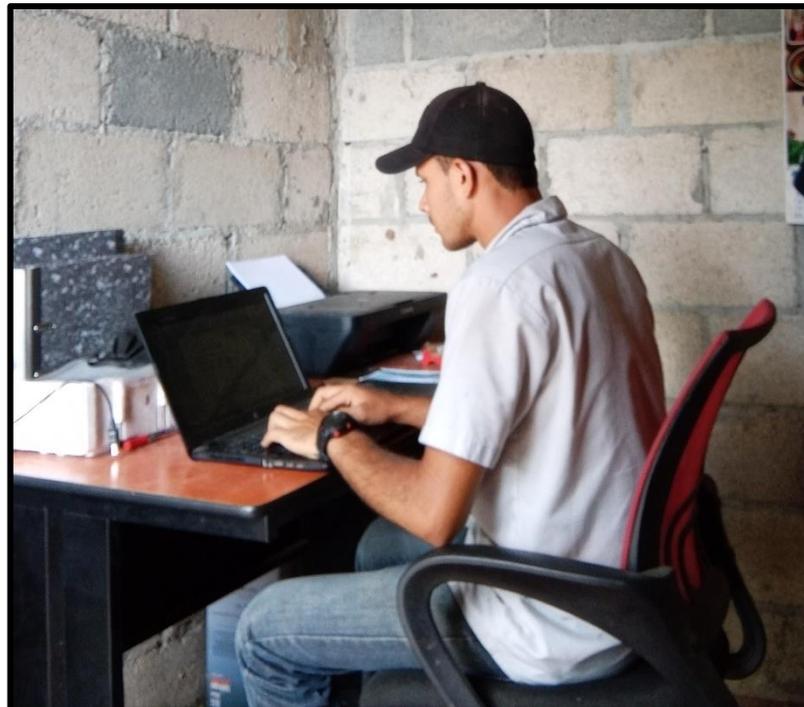
Figura 5A

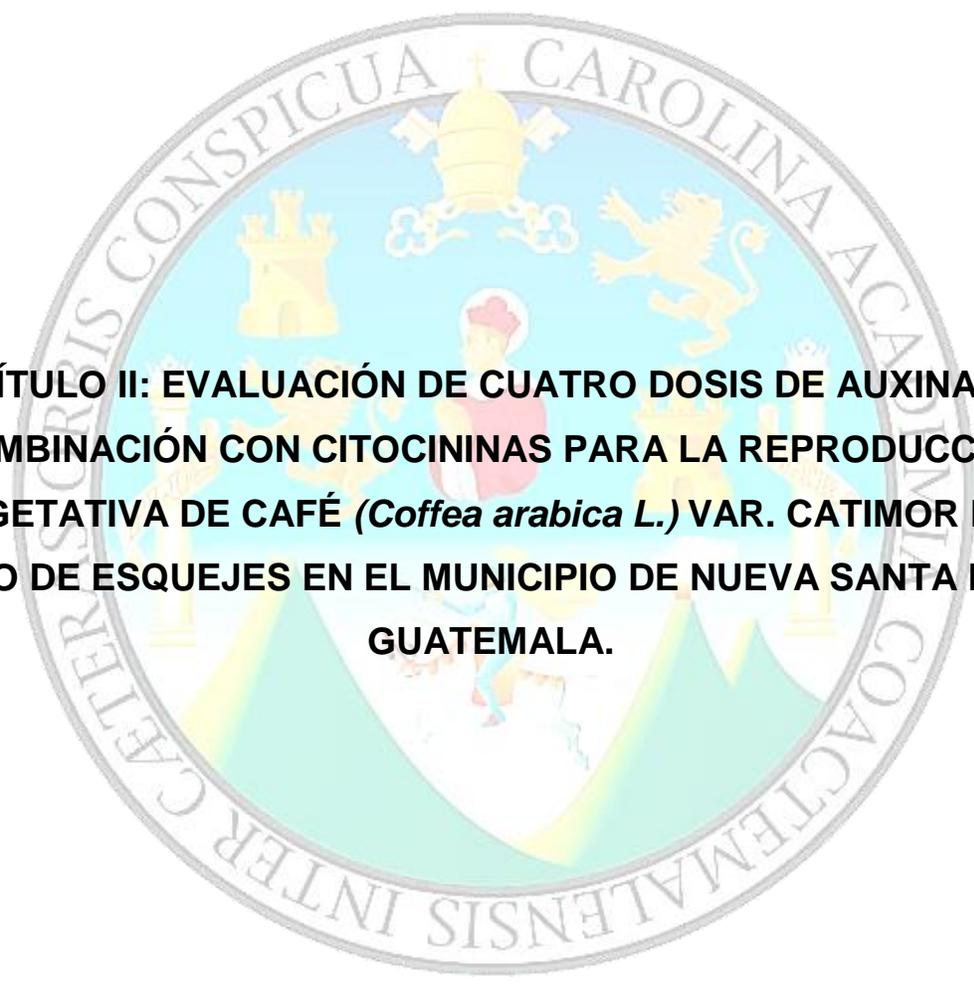
Dificultades para llegar a las parcelas en época lluviosa



Figura 6A

Procesamiento de la información recabada durante el diagnóstico





**CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE AUXINAS EN
COMBINACIÓN CON CITOCININAS PARA LA REPRODUCCIÓN
VEGETATIVA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) VAR. CATIMOR POR
MEDIO DE ESQUEJES EN EL MUNICIPIO DE NUEVA SANTA ROSA,
GUATEMALA.**

2.1 RESUMEN

Entre los trabajos desarrollados en propagación vegetativa de café (*Coffea arabica L.*) resaltan Mesén y Jiménez (2016), quienes desarrollaron una metodología de propagación vegetativa para micro estacas de café. Estos autores utilizan y recomiendan el uso de la auxina AIB (ácido indol-3-butírico) como ingrediente activo, en dosis de 2000-3000 ppm. Sin embargo, el material vegetativo empleado proviene de propagación in-vitro y los pequeños productores de café del municipio de Nueva Santa Rosa no tienen acceso a este tipo de recursos, por tanto, esta investigación se centró en evaluar la eficiencia de cuatro dosis de la auxina IBA (98 %) en combinación con citocininas para la reproducción vegetativa de café por medio de esquejes obtenidos a partir de tallos ortotrópicos.

Se evaluaron cinco tratamientos en esquejes, siendo estos: T1: 1,000 ppm de IBA+citocininas; T2: 2,000 ppm de IBA+citocininas; T3: 3,000ppm de IBA+citocininas; T4: 4,000 ppm de IBA+citocininas; y T5: sin aplicación hormonal. Se usó un sustrato con suelo, fibra de coco y arena en una proporción de 30-40-30. Las variables a medir fueron: número de esquejes vivos a los 50 días; porcentaje de enraizamiento a los 146 días; peso seco de raíz, ganancia de altura del tallo y número de hojas a los 50, 82, 114 y 146 días.

Los resultados obtenidos indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable número de esquejes vivos a los 50 días; el mejor resultado de peso seco de raíz fue los 146 días en el T3, este mismo tratamiento alcanzó el mayor enraizamiento con el 90 % de esquejes enraizados a los 146 días. Se establece, además, que el T3 produce el mayor crecimiento en altura y número de hojas por presentar un alto coeficiente de correlación con el peso seco de raíz. El desarrollo general de los esquejes es lento, pero es efectivo al usar la dosis de 3,000 ppm de IBA en combinación con citocininas para fines de clonación de plantas de interés varietal. Considerando las ventajas genéticas y el fácil acceso para los pequeños productores de café, esta investigación permite establecer criterios que sirvan de base para dar continuidad al mejoramiento y optimización de esta técnica.

Palabras Clave: Clones de café, almácigo, fitohormonas, enraizamiento.

2.2 ABSTRACT

Among the works developed in vegetative propagation of coffee (*Coffea arabica* L.) Mesén & Jiménez (2016) stand out, who have developed a vegetative propagation methodology for micro-cuttings of coffee. These authors use and recommend the use of auxin AIB (indole-3-butyric acid) as an active ingredient, in doses of 2000-3000 ppm. However, the vegetative material used comes from in-vitro propagation and the small coffee producers in the municipality of Nueva Santa Rosa do not have access to this type of resources, therefore, this research focused on evaluating the efficiency of four doses of the auxin IBA (98%) in combination with cytokinins for the vegetative reproduction of coffee by means of cuttings obtained from orthotropic stems.

Five treatments were evaluated in cuttings, these being: T1: 1,000 ppm of IBA + cytokinins; T2: 2,000 ppm IBA + cytokinins; T3: 3,000 ppm IBA + cytokinins; T4: 4,000 ppm IBA + cytokinins; and T5: without hormonal application. A substrate with soil, coconut fiber and sand was used in a ratio of 30-40-30. The variables to be measured were: number of live cuttings at 50 days; rooting percentage at 146 days; root dry weight, stem height gain and number of leaves at 50, 82, 114 and 146 days.

The results obtained indicate that there is no significant difference between the treatments for the variable number of live cuttings at 50 days; the best root dry weight result at 146 days was obtained with T3. This same treatment reached the highest rooting with 90 % of cuttings rooted at 146 days. Furthermore, it is established that T3 produces the highest growth in height and number of leaves due to its high correlation coefficient with the dry weight of the root. The general development of this type of cuttings is slow, but it is effective when using the dose of 3,000 ppm of IBA in combination with cytokinins for the purpose of cloning plants of varietal interest. Considering the genetic advantages and easy access for small coffee producers, this research allows establishing criteria that serve as a basis to continue the improvement and optimization of this technique.

Key Words: Coffee clones, seedlings, phytohormones, rooting.

2.3 INTRODUCCIÓN

En Guatemala, la producción de café cumple un papel muy importante en la economía, ubicándose en el cuarto puesto de divisas para el año 2019 ocupando el 5.9% de las exportaciones (Banco de Guatemala, 2020). Sin embargo, los pequeños productores, los cuales conforman más del 96% del total de productores a nivel nacional (Anacafé, 2019); se ven vulnerables ante amenazas como el cambio climático, el incremento de la incidencia de la enfermedad de la roya, los bajos precios en el mercado y la fuerte competencia internacional; así como también la falta de innovación y uso de tecnología en el proceso de producción (Juárez, 2018).

La renovación de las plantaciones deviene en beneficios para los productores (World Coffee Research, 2020); sin embargo la propagación a través de semilla presenta algunas desventajas como la pérdida de la pureza varietal y en algunos casos la baja capacidad de adaptación al campo definitivo. Los métodos efectivos comúnmente usados para la clonación de plantas de café (*Coffea arabica L.*) se realizan a partir de esquejes obtenidos de propagación in-vitro (Mesén y Jiménez, 2016); (Solano, 2019). Esta investigación se centró evaluar materia vegetativa extraída directamente de las plantas de café bajo las condiciones locales por ser un recurso de fácil acceso buscando aportar tecnologías para ser empleadas por los pequeños productores del municipio de Nueva Santa Rosa ante los desafíos de la caficultura.

El experimento permitió evaluar cuatro dosis de auxinas en combinación con citocininas para la reproducción vegetativa de café por medio de esquejes. Los resultados obtenidos indican que usando una dosis de 3000 ppm de ácido indolbutírico (IBA) en combinación con citocininas se obtiene el valor más alto de peso seco de raíz con diferencia significativa sobre los demás tratamientos a los 146 días después de la siembra. Este mismo tratamiento mostró el porcentaje más alto de esquejes enraizados y en efecto el mayor crecimiento del tallo y número de hojas con respecto a los demás tratamientos.

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.1 Marco conceptual

2.4.1.1 Cultivo de café (*Coffea arabica* L.)

A. Origen y distribución

Según la Federación Nacional de Cafeteros (1958), el café es un cultivo originario de Etiopía, extendiéndose por el mundo para ser cultivado de manera intensiva cerca del siglo XV. Los diez principales países productores de café representan cerca de 91 % de la producción total mundial de los países exportadores. Entre ellos destaca Brasil, que abarca el 32.2 % de la producción mundial. A nivel centroamericano, Honduras lidera la producción con 5.3 % del total de esta. Por su parte, Guatemala, que en el pasado llegó a producir hasta 4.6 % de la producción total, disminuye cada vez su participación ubicándose como el undécimo productor de café y con una aportación de 2.4 % de la producción total (Juárez, 2018).

B. Taxonomía y morfología del café

La clasificación taxonómica del café se constituye de la siguiente manera, según Sánchez (1990):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase Magnoliopsida

Orden: Gentianales

Familia: Rubiaceae

Subfamilia: Ixoroideae

Género: *Coffea* L.

Como grupo botánico está constituido por más de 100 especies pertenecientes al género *Coffea*. *C. arabica* es una de las dos especies principales de café que se cultivan a

nivel mundial (la otra es *C. canephora*, comúnmente llamada Robusta). *Arabica* es la especie dominante en la región centroamericana, y se considera como la productora de la mejor calidad de la bebida. La especie *arabica* se compone de muchas variedades o cultivares distintos (World Coffee Research, 2020); (Monroig, 2020). Dependiendo de la región y clima de origen se desarrollaron diferentes tipos de cafetos, con características genéticas diversas: porte o tamaño y forma de planta, tamaño y color de fruto, resistencia a enfermedades, tolerancia a plagas, sabor de bebida, adaptabilidad, productividad, entre otras (Asociación Nacional del Café, 2020).

C. Variedades de café en Guatemala.

En Guatemala las variedades o cultivares producidos de la especie *arabica* más comunes son: Caturra, Catuaí, Pache, Pache Colís, Bourbon, Mundo Novo, Pacamara, y Típica, que han permitido la producción nacional en cantidad y calidad de bebida, contribuyendo al acceso y posicionamiento del mercado. En los últimos años se ha incrementado la siembra de variedades que tienen resistencia a la enfermedad de la roya, como Catimores y Sarchimores que son variedades híbridas que proceden del cruce de dos padres arábigos genéticamente distintos y han servido de base para el desarrollo de las variedades conocidas comercialmente como Anacafé 90, Catimor T-8667, Costa Rica 95, Lempira, Parainema, Sarchimor, Cuscatleco, Tupi, Geisha, Castillo, Marsellesa, entre otras (Anacafé, 2020).

Las variedades desarrolladas a partir del cruce con las variedades Caturra, Villa Sarchí y Catuaí conocidas como catimores, sarchimores y cavimores respectivamente, contienen ocho genes de resistencia a la roya: cuatro heredados de *C. arabica* y cuatro de *C. canephora*. Esto ha abierto nuevas posibilidades para obtener una resistencia más duradera contra la roya del café (Castro C. , Guerrero, Rouxl, y Wingfield, 2013). Sin embargo, ya se ha demostrado que, con el paso del tiempo, las descendencias del híbrido de Timor se vuelven susceptibles al ataque del patógeno. Por lo tanto, el trabajo de mejoramiento genético para producir nuevas variedades resistentes a la enfermedad debe estar en constante innovación. Este trabajo es basado en seleccionar nuevas fuentes de resistencia para minimizar el daño que la enfermedad provoca cuando se presenta como una epidemia.

Para ello se deben emplear estrategias que combinen materiales resistentes, por una parte, y aplicar medidas de prevención y control adecuados y oportunos (Virginio y Astorga, 2015).

En busca de mitigar los daños causados por la roya, además de los Catimores y Sarchimores, resistentes a esta enfermedad, se han desarrollado variedades a partir del cruce de otras ya mejoradas que cumplan este objetivo y que sobresalgan otras características deseables como la obtención de buena calidad de taza para fortalecer su competitividad en mercados especiales, en algunos casos cierta tolerancia a la sequía y ataque de nemátodos al sistema radicular. Entre estas se encuentran: Icatú, Anacafé 14, Obatá, Tabi y Catucaí. En la última década se ha incrementado la siembra de la especie *canephora*, especialmente en la región sur occidente del país, donde las condiciones son aptas para esta especie. También las plantas de Robusta se utilizan como portainjerto de las variedades arábicas, debido a que tiene las condiciones genéticas para tolerar el ataque de nemátodos fitoparásitos que afectan las raíces de las plantas de café. La Asociación Nacional del Café (Anacafé), a través del Centro de Investigaciones del Café (Cedicafé), seleccionó plantas con mayor tolerancia a los nemátodos, creando una multiplicación sistematizada para la producción de semilla, la cual se conoce con el nombre de variedad Nemaya (Anacafé, 2020).

D. Variedades de Híbridos F1

Según World Coffee Research (2020), estas relativamente nuevas variedades fueron creadas para combinar las mejores características de los dos padres, incluyendo una alta calidad de la taza, alto rendimiento y resistencia a enfermedades. Los híbridos son notables porque tienden a tener una producción significativamente mayor que los no híbridos. Es importante resaltar que los híbridos F1 se reproducen solamente por micropropagación (in vitro). Las semillas tomadas de plantas híbridas no tendrán las mismas características que las plantas madre. Esto se conoce como la “segregación”. Es decir que las descendencias no se comportan de la misma manera que la de los padres, con posibles pérdidas de rendimiento, resistencia a enfermedades, calidad, u otros rasgos de comportamiento agronómico. Esto significa que solo se deben propagar vegetativamente para mantener las características propias del híbrido seleccionado. La propagación vegetativa de estos

materiales permite su multiplicación clonal y asegura la producción de réplicas idénticas a las plantas madre de cada uno de los híbridos (CATIE, 2020).

E. Roya del café (*Hemileia vastatrix*)

Hemileia vastatrix es el nombre científico del hongo conocido como roya del café (la palabra *vastatrix*, que deriva del latín *vastare* o *vastator* que significa devastador y *hemileia* (mitad lisa) es por la pared de las esporas que tienen la mitad lisa. La roya se observó por primera vez en 1861, en café silvestre cerca del lago Victoria en África oriental; posteriormente hacia 1869, se encontró en Sri Lanka donde prácticamente devastó la producción de ese país. Desde entonces se ha ido dispersando a otras partes del mundo. En el continente americano, fue reportada en enero de 1970, cerca de Itabuna Brasil (Hernández & Velázquez, 2016). Desde el momento de su detección en el continente americano, en un lapso de trece años se dispersó a todos los países productores de café desde el límite sur (Bolivia y Perú) hasta el límite norte en México (Virginio y Astorga, 2015).

El ingreso de la roya del café a Centroamérica produjo un daño leve los primeros años de infección. Desde 1976, cuando se reportó la presencia de la roya del café en Nicaragua (Schuppener, Harr, y Sequeira, 1977). De manera que los ataques no influyeron significativamente en la producción. A partir de 2010, empieza a aumentar la incidencia de la roya, y en la cosecha 2012-2013, se produce la epidemia temida que causó grandes pérdidas en la cosecha, la reducción de los ingresos a los productores y el desempleo (Cristancho, Rozo, Escobar, Rivillas, y Gaitán, 2012).

El impacto del ataque de la roya del café en la región centroamericana durante la cosecha 2012-2013 fue del 15 % en promedio. Honduras y El Salvador fueron los países con mayores porcentajes de pérdida. La baja de los precios del café en el mercado internacional en los años 2010 y 2011 fue otro factor que contribuyó al desarrollo de la enfermedad, ya que los productores redujeron las prácticas de manejo de los cafetales, la edad de los cafetales superó los 25 años y las variaciones del clima propiciaron el desarrollo de la enfermedad. Como resultado, al aumentar la incidencia de la roya, disminuyó la

producción y se potenciaron los efectos colaterales negativos, particularmente los impactos socioeconómicos (Virginio y Astorga, 2015).

Según IICA (Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura) (2013), las pérdidas en el sector cafetalero en Centroamérica se han estimado en más del 19 % de la producción; o sea, unos 3,5 millones de sacos de café de 60 kg (USD 499 millones). El 80 % de los caficultores afectados son pequeños productores que carecen de otras fuentes de ingresos. Se estima que unas 373.584 personas (17,2 % de la fuerza laboral del sector) fueron desplazadas como consecuencia del ataque. Cerca de 1,9 millones de personas dependen del café para su sustento, incluidos algunos de los trabajadores sin tierra más pobres de la región.

2.4.1.2 Propagación vegetativa.

La propagación vegetativa o reproducción asexual se trata de un proceso que implica la separación y el enraizamiento de una parte de la planta para desarrollar nuevos individuos (Mesén & Jiménez, 2016). Con base en la potencialidad presente en las plantas se han desarrollado diferentes métodos para su propagación de forma vegetativa. Entre los más conocidos se encuentran los que las plantas producen naturalmente, por medio de bulbos, rizomas, tubérculos, estolones e hijuelos; y los que son inducidos, por medio de acodos, estacas o esquejes, injertos, y la micropropagación in vitro (Huanca, 2020).

A. Propagación por esquejes

La multiplicación por esquejes consiste en originar una planta completa a partir de un pequeño trozo de tallo, hoja o una raíz de una planta original bajo condiciones apropiadas. Para lograr esto, un grupo de células en desarrollo llamados meristemos, normalmente cercanas al del tejido vascular se diferencian en una serie de raíces iniciales que formarán yemas radicales y posteriormente raíces adventicias (Osuna, Osuna, y Fierro, 2016). Según Alomar (2018), en algunas especies es necesario aplicar sustancias hormonales que estimulen la formación de estas raíces.

2.4.1.3 Hormonas vegetales

Las hormonas vegetales, o fitohormonas son compuestos producidos internamente por las plantas, estas actúan en muy bajas concentraciones y su principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control (Alcantara, Godoy, Alcántara, y Sánchez, 2019). Las fitohormonas conocidas son pocas (cerca de diez), sin embargo, se encuentran en todas las plantas terrestres y acuáticas de agua dulce permitiendo regular todas las respuestas de crecimiento y desarrollo durante la ontogenia de las plantas. Poseen una estructura química relativamente simple y no cuentan con grupos proteicos asociados. Además, estas no generan un efecto específico; más bien, su acción puede derivar en varios efectos diferentes a corto y/o a largo plazo. Las hormonas vegetales más importantes son las auxinas, giberelinas, citocininas, etileno y ácido abscísico; y otras de menor importancia, brasinoesteroides, ácido jasmónico, ácido salicílico, Estrigolactonas y poliaminas (Jordán y Casaretto, 2006).

2.4.1.4 Reguladores de Crecimiento Vegetal

Según Alcantara y colaboradores (2019), El término reguladores de crecimiento vegetal se refiere a compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos, son similares a las fitohormonas y cumplen un papel importante en la regulación de diferentes procesos bioquímicos a nivel celular en los organismos vegetales. Estos han tenido un uso muy importante en la biotecnología para imitar el rol de las fitohormonas de manera natural.

Según su estructura molecular los reguladores de crecimiento se clasifican en los mismos grupos de las fitohormonas (Tabla 3). A través de diversos estudios se ha descubierto la capacidad de los reguladores de crecimiento para controlar el desarrollo de manera específica, estimulando o inhibiendo un aspecto único como la fotosíntesis, maduración de frutos entre otros. En concreto, los reguladores vegetales pueden desarrollar efectos semejantes a hormonas endógenas naturales. Algunas de ellas pueden provocar respuestas más intensas que los compuestos naturales a igual concentración molar (Jordán y Casaretto, 2006).

Tabla 3
Clasificación de los principales reguladores de crecimiento vegetal

Fitohormona	Variedades Encontradas	Efecto a nivel vegetal
Auxina	AIA AIB 2,4-D Ácido α -naftalenacético (NAA) (sintético)	Formación y elongación de tallos Producción de diferentes raíces adventicias Aumento de la dominancia apical
Giberelinas	GA1 GA2 GA3	Elongación de raíces, hojas jóvenes, floración. Alargamiento de segmentos nodales. Participan en procesos de iniciación floral. Vital en fertilidad de plantas masculinas y femeninas. Induce germinación de semillas
Citoquininas	Kinetina Zeatina Benciladenina 4-hidroxifeniletíl alcohol	Induce la iniciación y elongación de raíces. Activa la senescencia de las hojas. Estimulan desarrollo fotomorfogénico vegetal. Estimula la generación de brotes axilares a nivel vegetal.
Ácido abscísico	No Presenta	Regula y mantiene la dormancia de las semillas. Estimula la maduración de semillas. Puede inhibir el proceso de germinación vegetal. Regula la transpiración celular (Estomas). Puede inducir la senescencia y floración vegetales.
Ácido salicílico	No Presenta	Potencializa el crecimiento de la floración. Incrementa la longevidad floral. Control y protección de procesos de estrés. Mejora la tolerancia de la germinación a bajas temperaturas. Aumenta resistencia en ambientes de alta salinidad o sequía.
Poliaminas	Cadaverina Putrecina Agmatina Espermidina Espermina	Promueve la elongación y desarrollo de la raíz. Promueve el desarrollo del sistema radicular primario, lateral y adventicio. Disminución del contenido de poliaminas puede causar la disminución de la elongación radicular.
Ácido Jasmónico y derivados	Ester metálico de ácido jasmónico Ácido jasmónico	Regulación del desarrollo de órganos embrionarios. Regulación de la germinación de semillas. Regula la formación de raíces. Involucrados en la adaptación a procesos de estrés y fototropismos
Brasinoesteroides	Brasinolida 25HB Catasterona Ponasterona	Controla el crecimiento de raíces. Regula la fotomorfogénesis. Diferenciación de estomas y sistema vascular. Promoción del vástago vegetal. Control y adaptación a factores de estrés.
Fitohormona	Variedades Encontradas	Efecto a nivel vegetal
Etileno	No presenta	Regula maduración y senescencia vegetal. Maduración de hojas, inicio de floración y frutos. Desarrollo de órganos sexuales. Puede mejorar las características de maduración de frutos.

Estrigolactonas	GR24 (sintético) Estrigol	Involucrado en respuestas adaptativas cuando se presenta deficiencia de fósforo y nitrógeno en el medio. Potencializa el desarrollo de raíces. Puede aumentar el desarrollo radicular cuando se combina con ciertas auxinas.
------------------------	------------------------------	--

Nota: Esta tabla describe las funciones de los principales grupos de reguladores de crecimiento existentes en la naturaleza. Fuente: Modificado de Alcantara, et al (2019).

A. Auxinas

Las auxinas son un grupo de hormonas vegetales naturales que se encargan de regular diversos procesos del desarrollo y crecimiento de plantas. La forma predominante en las plantas es el ácido indolacético (IAA), muy activo en bioensayos y presente comúnmente en concentraciones nanomolares. Otras formas naturales de auxinas son el ácido 4-cloro-indolacético (4-CIIAA), ácido fenilacético (PAA), ácido indolbutírico (IBA) y el ácido indol propiónico. (Ludwing y Cohen, 2002).

Aunque las auxinas se encuentran en todos los tejidos de la planta, una mayor concentración ocurre en las regiones que están en crecimiento activo. Las auxinas actúan estimulando el crecimiento de los tallos y coleóptilos, inhiben el crecimiento de la raíz primaria, pero estimulan la formación de raíces secundarias. Las aplicaciones exógenas de este regulador de crecimiento favorecen el enraizamiento de esquejes, en técnicas de cultivo de tejidos se utilizan auxinas y citocininas para promover la división celular y la diferenciación de raíces y tallos, respectivamente. Las auxinas estimulan a la división de células localizadas en el periciclo en la zona justo arriba de la zona de elongación para provocar la formación de raíces laterales. Este fenómeno también se aplica en la formación de raíces adventicias la cual puede ocurrir en varios tejidos donde existan un grupo de células en activa división (Jordán y Casaretto, 2006).

B. Citocininas

Las citocininas o citoquininas son un tipo de fitohormonas específicas capaces de estimular la división celular, su efecto en el sistema vegetal casi siempre suele acompañarse

de la presencia de auxinas debido a su alta complementariedad en la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetal, por lo que a diferentes concentraciones de auxinas y citocininas se puede inducir el crecimiento de raíces y/o de brotes de tallo (Alcantara et al., 2019). Los usos comerciales de las citocininas tienen una gran importancia en la industria de la micropropagación, ya sea solas o en combinación con auxinas, para promover el rebrote de las yemas axilares y la neoformación de tallos adventicios. Las citoquininas también se utilizan, en combinación con las giberelinas, para controlar la forma y el tamaño de los frutos de algunas especies (Martínez, 2017).

2.4.2 Marco referencial

2.4.2.1 Ubicación geográfica

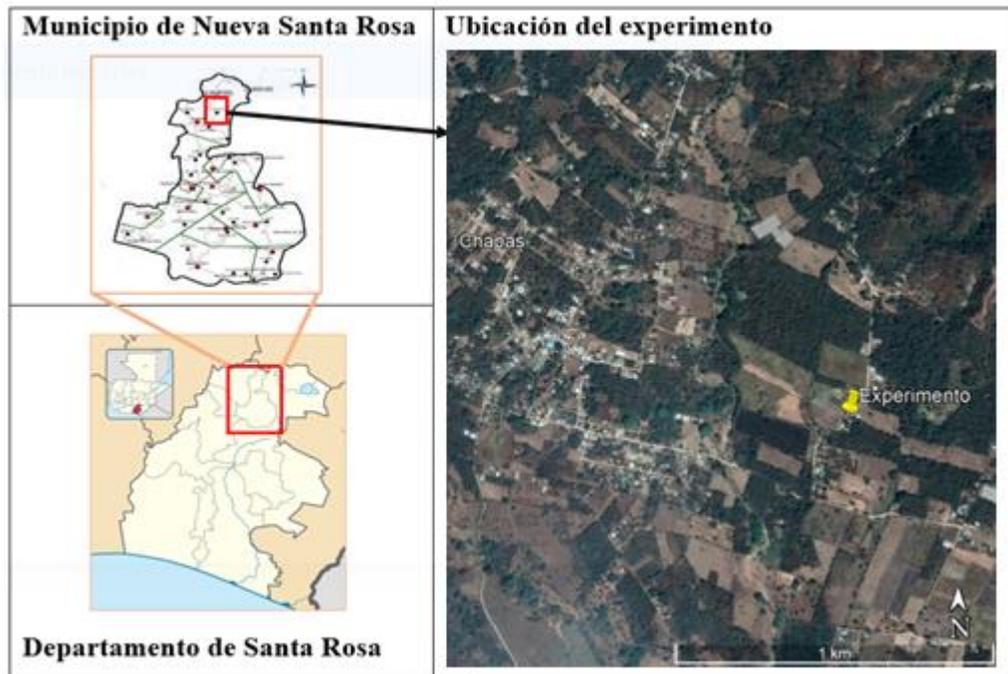
El lugar donde se llevó a cabo el experimento se encuentra a dos km de la aldea Chapas, del municipio de Nueva Santa Rosa, departamento de Santa Rosa, Guatemala (figura 2). Específicamente en las coordenadas geográficas 14°26'4.77" norte, 90°16'21.06" oeste, con una altitud de 1,030 msnm del mar (Google Earth, 2020). La aldea cuenta con dos vías de acceso, la principal de ellas posee una distancia de 10 Km desde la cabecera municipal con el 85 % de infraestructura de asfalto y pavimento.

2.4.2.2 Clima

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge el municipio de Nueva Santa Rosa se encuentra en Bosque húmedo subtropical templado (Instituto de Geografía Nacional, 2004). El clima de Nueva Santa Rosa está clasificado como tropical. La temperatura promedio es de 23.5 °C y la precipitación pluvial es de 1,412 mm en promedio al año (CLIMATE-DATA, 2020).

Figura 7

Localización del experimento



Nota: En esta figura se aprecia el lugar geográfico en el que realizó el experimento en el municipio de Nueva Santa Rosa. Fuente: Google Earth (2020).

2.4.2.3 Producción de café en Nueva Santa Rosa

Según R. Jiménez. (Gerente general de la Cooperativa Integral Agrícola La Nueva Era R. L. Comunicación personal, 28 de abril de 2020), en el municipio de Nueva Santa Rosa, el promedio de producción se estima en unos 90 a 100 qq de café maduro por manzana (130-140 qq/ha). El costo estimado de producción por quintal de café maduro es de Q122.56. El costo se estima a partir de 3 aplicaciones para combatir la roya, dos aplicaciones de fertilizante químico, el manejo de sombra una vez al año, una aplicación de correctores de suelo, un promedio de 3 limpiezas por año y el corte equivalente a Q50/qq de café.

2.4.2.4 Trabajos desarrollados en propagación vegetativa de café

Mesen & Jimenez (2016), ha desarrollado una metodología de propagación vegetativa para micro estacas de café. Estos autores utilizan y recomiendan el uso de la auxina AIB (ácido indol-3-butírico) como ingrediente activo, en dosis de 0,2-0,3 %; debido a que estas concentraciones han dado mejores resultados en café. Fajardo (2015), evaluó el uso de fitohormonas vegetativas para la propagación vegetativa de café. Las estacas cosechadas se trataron con ácido indolbutírico (AIB) en distintas concentraciones como factor de enraizamiento. La hormona influyó significativamente en el enraizamiento y sobrevivencia, alcanzando altos porcentajes en comparación con el testigo.

Solano (2019), en su tesis de grado titulada propagación vegetativa de café por esquejes usando hormonas enraizantes y sustratos en vivero, huambo-rodríguez de mendoza-amazonas, el mayor porcentaje de enraizamiento se obtuvo con la hormona AIB (ácido indolbutírico), presentando el mayor porcentaje de enraizamiento, con un promedio de 77.07 %.

2.4.2.5 Café Catimor

Según Anacafé (2006), el término Catimor hace referencia a un grupo de variedades de café descendientes del cruce entre el híbrido de Timor (resistente a roya) y Caturra. A partir de los cuales, se desarrollaron diferentes líneas a través de procesos de selección desarrollados en diferentes países. Las variedades de café Catimor cultivadas a nivel Centroamericano, el Caribe y África según World Coffee Research (2020) son Anacafé 14, Catimor 129, Catisic, Costa Rica 95, Ihcafe 90, Lempira, Oro Azteca, T5175 y T8667; todas ellas con características de resistencia a la roya del café. Entre otras características, es importante mencionar que algunas de estas variedades pueden ser susceptibles a otros problemas fitosanitarios importantes como *Hypothenemus hampei*, *Perileucoptera coffeella*, *Cercospora coffeicola*, y *Mycena citricolor*; tal y como sugieren Julca, Alarcón, Alvarado, Borjas, y Castro, (2018). Sin embargo, presentan un alto rendimiento en campo, buena calidad física y relativamente buena calidad organoléptica que los calificaría como cafés especiales.

2.5 HIPÓTESIS

- La propagación de café (*Coffea arabica L.*) variedad Catimor por medio de esquejes provenientes de tallos ortotrópicos con el uso de reguladores de crecimiento presenta un alto porcentaje de enraizamiento.
- La dosis de 2000 a 3000 ppm de auxina en combinación con citocininas producirá mejor efecto en el enraizamiento en los esquejes de café (*Coffea arabica L.*) variedad Catimor.
- Los esquejes con mayor peso de raíz producirán mayor cantidad de hojas y ganancia de altura.

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 General

Evaluar cuatro dosis de auxinas en combinación con citocininas para la reproducción vegetativa de café (*Coffea arabica L.*) variedad Catimor por medio de esquejes en el municipio de Nueva Santa Rosa, Guatemala.

2.6.2 Específicos

1. Definir el tratamiento hormonal que produce mayor supervivencia de esquejes.
2. Determinar la concentración de auxina IBA (98 %) que produce mayor desarrollo de raíces en esquejes en combinación con citocininas.
3. Establecer el tratamiento hormonal que produce mayor crecimiento en altura y mayor número de hojas a partir de la fecha inicial.

2.7 METODOLOGÍA

2.7.1 Obtención de esquejes

1. Se obtuvieron a partir de los brotes ortotrópicos secundarios de una plantación adulta de café var. Catimor ubicada en la aldea Santa Isabel, Nueva Santa Rosa en las coordenadas geográficas 14°26'4.77" norte, 90°16'21.06" oeste, con una altitud de 1,030 msnm. Los esquejes fueron extraídos el 14 de junio del 2020.
2. Se obtuvieron de plantas de café var. Catimor, debido a que estas han presentado características de interés para el propietario de la parcela en cuanto a la resistencia a la roya y alta productividad. Además, en la localidad las variedades resistentes a la roya son limitadas.
3. Los esquejes fueron extraídos directamente de las plantas (Figura 8). Los tallos se encontraban sanos con una consistencia semilignificada como lo indica (Solano, 2019).
4. Se cortaron los esquejes de la sección apical de los tallos. Para ello se usó una tijera previamente desinfectada con una solución de cloro al 10 %.
5. Las características de los esquejes para este experimento fueron las siguientes: 5-6 cm de longitud, 0.5-0.8 cm de diámetro, con dos entrenudos y dos pares de hojas (Figura 8). Estos no debían presentar síntomas ni signos de enfermedades, plagas ni deficiencia de nutrientes.
6. A los brotes utilizados fue necesario eliminar parte de las hojas hasta dejar el 30 % del área foliar que permite la correcta manipulación en el establecimiento del ensayo pues la presencia del área foliar ejerce una fuerte influencia estimulante sobre la emergencia de raíces (Solano, 2019).

Figura 8

Características de los brotes recolectados



Nota: La imagen muestra las características generales de los brotes ortotrópicos que se usaron para extraer los esquejes.

2.7.2 Preparación del sustrato

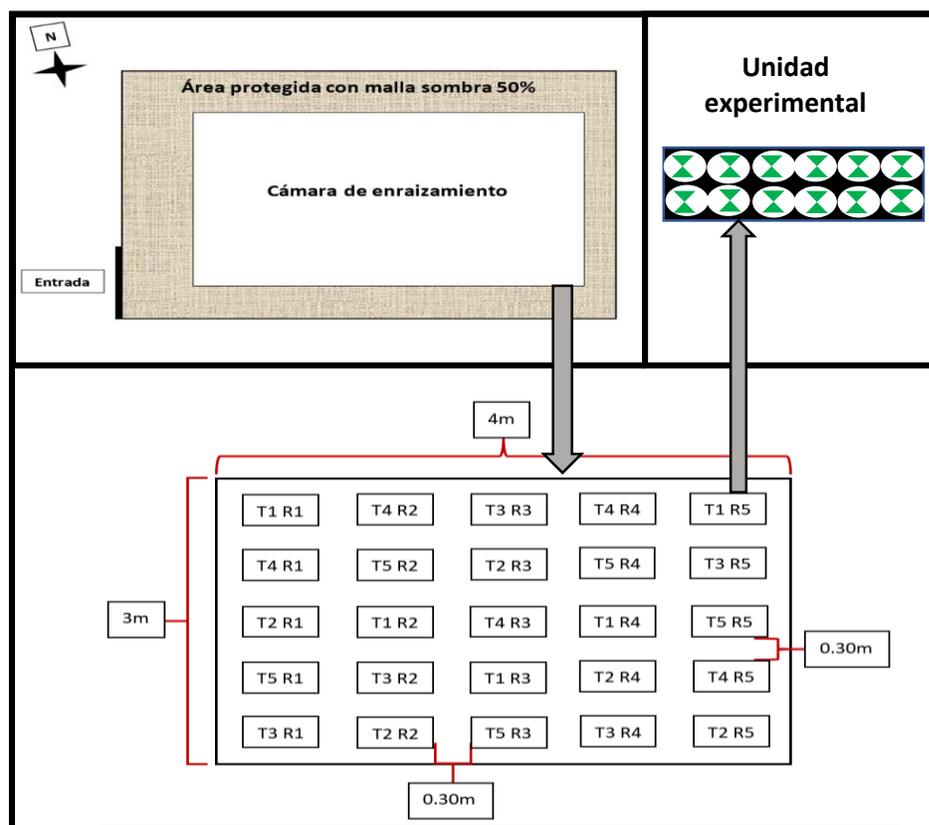
1. El sustrato utilizado fue una mezcla de suelo franco arcilloso, fibra de coco pulverizada y arena en una proporción de 30-40-30 respectivamente. Esto para mantener un equilibrio, debido a que un alto porcentaje de suelo desfavorece el enraizamiento (Solano, 2019); (Fajardo, 2015).
2. La esterilización de los elementos del sustrato se realizó dentro de un recipiente al cual se añadió agua hervida a una temperatura cercana a los 90 °C repitiendo esta operación tres veces cada 10 minutos hasta percolar sobre cada elemento, para eliminar agentes patógenos presentes, y prevenir alguna mortandad de los brotes (Fajardo, 2015).
3. Finalmente se mezcló el sustrato y se llenaron las bolsas. Se usaron bolsas de vivero de polietileno color negro de tamaño 4 x 8 x 2 pulgadas.

2.7.3 Preparación del área para establecimiento del experimento

1. Se construyó un vivero cubierto totalmente con malla sombra 50 % para reducir la radiación y para prevenir el ingreso de animales al área. El tamaño de este vivero fue de 4 x 5 metros. Se construyó sobre un terreno con una pendiente del 5 %.
2. Se cubrió el suelo con polietileno de color negro para mantener el área libre de malezas y prevención de plagas y enfermedades.
3. Dentro del vivero se construyó una cámara de enraizamiento con tubos pvc de ½” y polietileno traslúcido formando un micro túnel de 3 x 4 metros (Figura 9).

Figura 9

Croquis del experimento



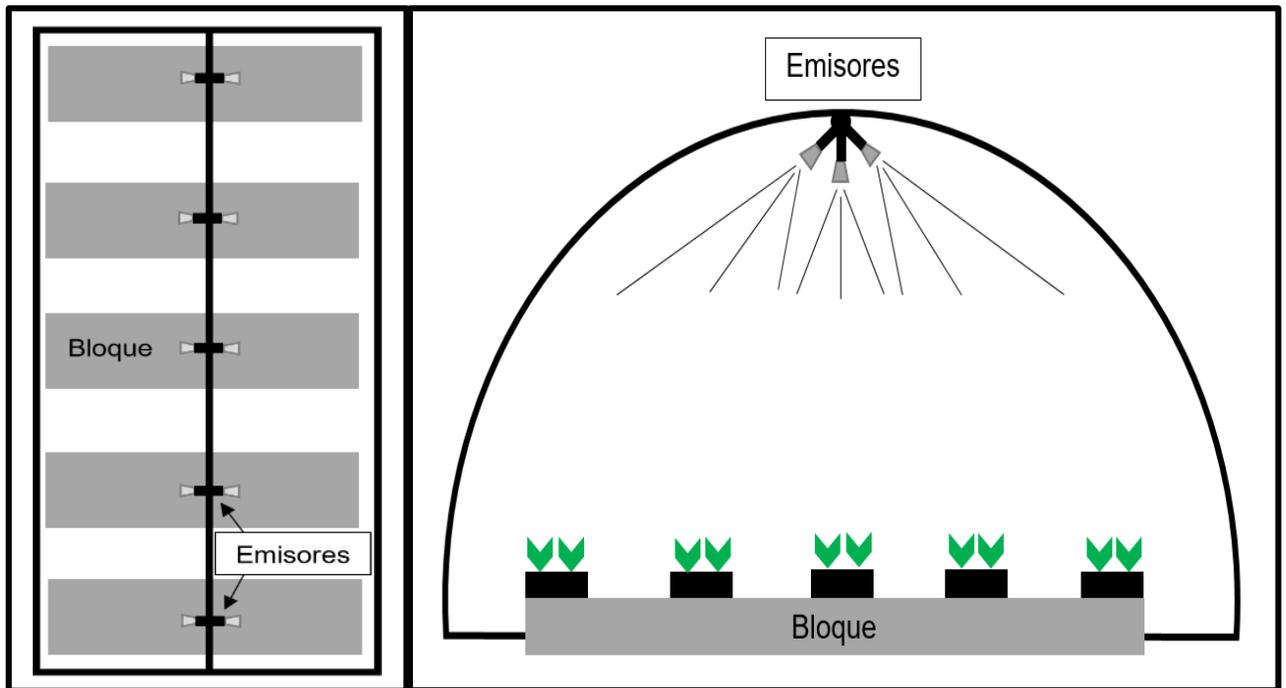
Nota: Este diagrama muestra la distribución utilizada de los tratamientos en los bloques dentro de la cámara de enraizamiento. Cada unidad estaba constituida por 12 bolsas para los esquejes.

2.7.4 Sistema de Riego

Dentro de la cámara de enraizamiento se instaló un sistema de riego por microaspersión, dejando tres emisores sobre cada bloque. En total se instalaron 15 emisores (Figura 10), (ver figura 17A).

Figura 10

Disposición del sistema de riego



Nota: El diagrama muestra la forma en que se instaló el sistema de riego, se colocaron tres emisores por cada bloque para asegurar una cobertura total y uniforme de los bloques.

2.7.5 Diseño experimental

Para la investigación se implementó un diseño experimental de Bloques al Azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Este diseño permite la reducción de variabilidad en el experimento por factores diferentes a los estudiados, en este caso los factores principales fueron el riego y la luminosidad.

Cada bloque estaba constituido por 12 esquejes para cada tratamiento dando un total de 300 esquejes. Los tratamientos fueron los siguientes:

- T1: IBA 1,000 ppm + Citocininas.
- T2: IBA 2,000 ppm + Citocininas
- T3: IBA 3,000 ppm + Citocininas
- T4: IBA 4,000 ppm + Citocininas
- T5: Testigo (sin aplicación hormonal).

2.7.6 Modelo Estadístico

El modelo estadístico del diseño experimental se expresa de la siguiente forma:

$$Y_{ij}: U+Blk+D_j$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en cada unidad experimental

U= Condición homogénea de bloques experimentales para los tratamientos

Blk= Efecto de reacción de bloques

D_j = Efecto de los reguladores de crecimiento

2.7.7 Manejo del experimento

2.7.7.1 Tratamiento de los esquejes

1. Para esta actividad, inicialmente se desinfectaron los esquejes sumergiéndolos en una solución de fungicida sulfato de cobre a una concentración de 1 g de ingrediente activo por litro de solución. Esto se hizo por 10 minutos para evitar posibles infecciones por hongos.
2. Posteriormente se prepararon las soluciones de la hormona IBA (98 %) diluyéndola en alcohol isopropílico al 96 %. Se preparó cada solución en las diferentes

concentraciones, siendo estas: T1: 1, 000 mg/l de IBA; T2: 2,000 mg/l de IBA; T3: 3,000 mg/l; T4 4,000 mg/l; relación peso volumen. El producto hormonal se diluyó en 30 % de alcohol y luego se agregó el 70 % de agua purificada.

3. El tratamiento consistió en sumergir la base de los esquejes por veinte segundos en la solución correspondiente.
4. Todos los esquejes tratados con Ácido Indolbutírico (IBA) en las diferentes concentraciones, también fueron tratados con aplicaciones foliares de citocininas (Quinetina 0.04 %) a una dosis de 1 ml en 1 L de agua. Estas se realizaron vía foliar una vez por semana durante los primeros 50 días. Para esta actividad se usó un atomizador con capacidad de 1 L. Según Alcantara, et al (2019); Mesen y Jiménez (2016), las auxinas producen un mayor efecto en combinación con citocininas.
5. Finalmente, El T5 o testigo no se trató con ninguna hormona.

2.7.7.2 Siembra de los esquejes

1. Una vez pasado el tratamiento hormonal en las diferentes dosis, se sembraron los esquejes de cada unidad experimental en las bolsas de vivero con el sustrato.
2. Para esto, se abrió un pequeño agujero de 2 a 3 cm de profundidad y en ellas se colocaron los esquejes con el debido cuidado para no ocasionan algún daño.
3. Los esquejes fueron colocados según la distribución de cada tratamiento del ensayo y se colocó una etiqueta a cada unidad experimental para identificarlos durante la toma de datos (Ver figura16A).

2.7.7.3 Riego

1. El riego se efectuó accionando el sistema con una bomba eléctrica de ½ HP. Se usaron micro aspersores con un caudal de descarga de 0.14 l/min.
2. Los intervalos de riego fueron de 2 minutos y una hora de descanso durante las 12 horas del día, todos los días dando un total de 50.4 litros diarios en total por los 15 micro aspersores. El objetivo de esto fue mantener una alta humedad relativa dentro de la cámara de enraizamiento para evitar la deshidratación de los esquejes. Mesén y Jiménez (2016), indican que la humedad relativa en la cámara de enraizamiento debe superar el 80%, debido a que es un factor indispensable para la eficiencia en la emisión de raíces.

2.7.7.4 Fertilización

1. Se desarrolló un programa de fertilización a partir de los 82 días, cuando se encontraron las primeras raíces desarrolladas.
2. Se aplicó un fertilizante soluble con formula 15N-30P-15K más elementos menores a una concentración de 10 g/l.
3. Esto se realizó cada dos semanas vía foliar y al sustrato, en total se realizaron 5 aplicaciones.

2.7.7.5 Mantenimiento de las plántulas

1. Cada semana se verificaba el estado de los esquejes para extraer tejidos muertos y monitorear de forma visual la presencia de plagas y/o enfermedades. Durante este proceso se encontraron daños por moluscos (*Deroceras sp*), por lo que fue necesaria la aplicación de cebos molusquicidas (Metaldehido 5 GR).

2. Cada mes se aplicó fungicida a base de sulfato de cobre vía foliar a una concentración de 1 g/l para prevenir la aparición de hongos.
3. Cada mes se realizaba control de algunas malezas que emergieron dentro del ensayo.

2.7.7.6 Toma de datos

Se usó una libreta de campo para llevar el registro de las variables a medir en los días indicados, los datos obtenidos se ingresaron en una base de datos electrónica en Excel (Ver figura 28A), posteriormente se analizaron de acuerdo con el método estadístico correspondiente.

2.7.8 Evaluación de las variables

El sistema de medición de las variables fue el siguiente:

1. Se tomaron los primeros datos a los 50 días desde la siembra de los esquejes.
2. Se tomaron datos en cuatro etapas diferentes con intervalos de 32 días después de la primera toma de datos.
3. En cada toma de datos se escogieron al azar dos individuos por unidad experimental, separándolos para su observación, en total se observaron 8 individuos por unidad.
4. Cada unidad experimental constó de cuatro individuos adicionales a los 8 antes mencionados para que no existiera déficit de datos al medir las variables.

2.7.8.1 Número de esquejes vivos

El número de esquejes vivos de cada unidad experimental a los 50 días después de su establecimiento. Esto con el fin de conocer el efecto de las hormonas sobre la sobrevivencia de los esquejes. Los esquejes contados como vivos fueron aquellos con hojas verdes y turgentes. Se contaron todos los esquejes vivos en cada unidad experimental y se realizó un promedio por tratamiento.

2.7.8.2 Porcentaje de esquejes enraizados

Se determinó el porcentaje de esquejes vivos con presencia de raíz. Esta variable se midió a los 146 días después de la siembra, es decir, en la última toma de datos. Esto con el fin de identificar el tratamiento hormonal que causó el mayor porcentaje de enraizamiento. Los esquejes enraizados fueron aquellos que presentaron una raíz de un tamaño mayor a 5 mm. Esta variable se expresa con base en la sumatoria de los esquejes con raíz observados en cada bloque, diez por tratamiento. Es importante resaltar que esta variable no expresa el porcentaje del total de esquejes sembrados, sino del total de esquejes sobrevivientes.

2.7.8.3 Peso seco de raíz

El peso seco de raíces se obtuvo a los 50, 82, 114 y 146 días. Para esto, se escogieron al azar dos esquejes de cada unidad experimental, se extrajeron las raíces y se separaron del tallo, luego se quitó el exceso de humedad con papel mayordomo. Para deshidratar las raíces se recurrió al secado con prensa botánica durante 7 días en un lugar seco y ventilado, luego se usó una balanza analítica para determinar el peso seco. Esta variable se interpretó en promedios dividiendo el peso total de la unidad experimental entre el número de esquejes observados, es decir, dos. Los tratamientos con mayor peso de raíces indican que la combinación hormonal fue la óptima para su desarrollo. Las mediciones en intervalos de 32 días fueron para identificar la tendencia en el tiempo en que actuaron los reguladores de crecimiento sobre el desarrollo de raíces.

2.7.8.4 Ganancia de altura

Se midió la longitud del tallo a partir del extremo superior de los esquejes, es decir, del último entrenudo existente al momento de la siembra, hasta el ápice del nuevo brote. Esta variable también se midió a los 50, 82, 114 y 146 días después de la siembra de los esquejes. Esto con el fin de conocer la influencia de los tratamientos hormonales sobre el crecimiento del tallo, así como también para observar la correlación con las variables peso de raíz y número de hojas.

2.7.8.5 Número de hojas nuevas

Esta variable se midió a los 50, 82, 114, y 146 días para identificar el comportamiento del crecimiento. Se realizó un conteo de hojas con un tamaño mayor a 3 cm de longitud. Esto con el fin de definir la influencia de los tratamientos hormonales sobre el brote de hojas, así como también para conocer la correlación entre las variables peso de la raíz y ganancia de altura.

2.7.9 Análisis de los datos

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA) y a la prueba Tukey con nivel de significancia de $p < 0,05$. Para esto, se usó un software Xrealstats, el cual es un complemento del programa Excel. Además, se calculó el coeficiente de correlación entre las variables peso de raíz, número de hojas y ganancia de altura.

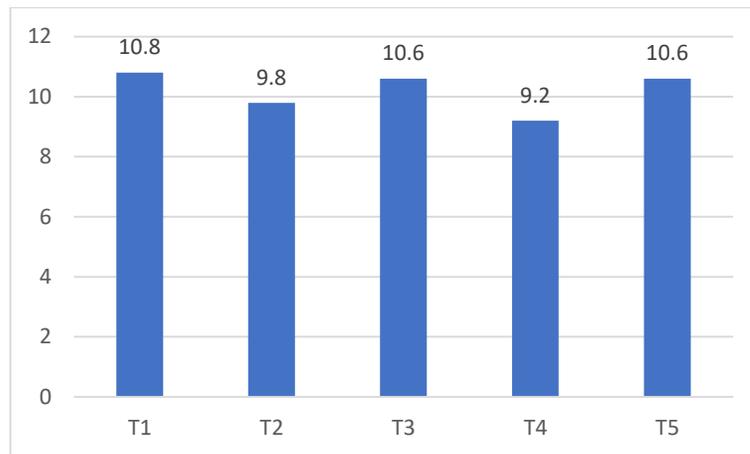
2.8 RESULTADOS

2.8.1 Número de esquejes vivos a los 50 días

Como se observa en la figura 11, el T4 con 4000 ppm de IBA fue el que presentó menor cantidad de esquejes vivos a los 50 días. Los esquejes mostraron un alto nivel de sobrevivencia, el número promedio de esquejes representa a los sobrevivientes de un total de 12 individuos por unidad experimental. Gran parte de los esquejes que permanecieron vivos a los 50 días presentaban formación de callo en su base en todos los tratamientos (Ver figura 22A).

Figura 11

Número de esquejes vivos a los 50 días



Nota: Esta figura muestra el promedio de esquejes vivos por tratamiento a los 50 días.

Para la variable número de esquejes vivos no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Los resultados indican que la variable no se ve afectada directamente por la concentración de los tratamientos hormonales usados para este tipo de esquejes.

Tabla

4

ANDEVA número de esquejes vivos

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamiento	9.2	4	2.3	0.90551181	0.4795313
Residuals	50.8	20	2.54		
Total	60	24	2.5		

Nota: En esta tabla se muestra el resumen del Análisis de Varianza para la variable número de esquejes vivos a los 50 días aplicando una significancia de $p < 0.05$.

La sobrevivencia de los esquejes no implicó un enraizamiento eficiente durante las demás tomas de datos, puesto que algunos de los individuos no emitieron raíces durante los 146 días que duró el experimento, sin embargo, se mantuvieron turgentes y con hojas verdes. Las condiciones de humedad y temperatura del micro túnel en el que se encontraban fue propicio para que no se produjeran más muertes después de los 50 días.

2.8.2 Porcentaje de esquejes enraizados a los 146 días

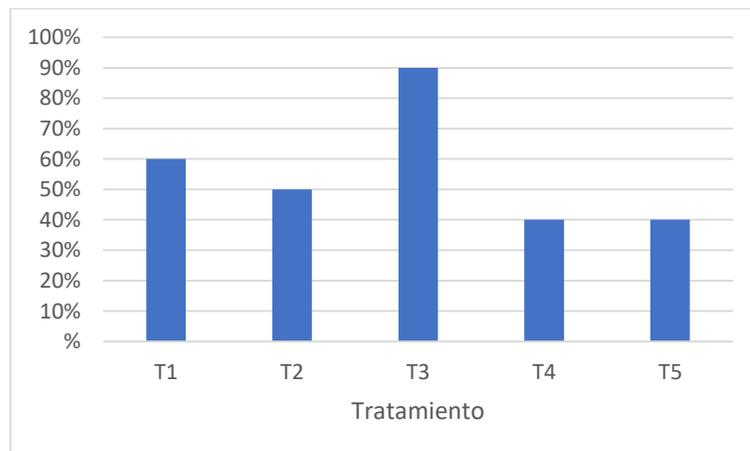
El porcentaje de esquejes vivos que emitieron raíces se obtuvo de un total de 10 individuos observados, es decir, dos de cada bloque. El tratamiento que mostró un valor más alto fue el T3 con 3000ppm de IBA con un 90% de los esquejes enraizados frente a un 40% obtenido en el T5 sin aplicación hormonal. El valor obtenido para este tratamiento es muy alto según las categorías propuestas por Rio y Caballero, citado en Solano, 2019. Que indican las siguientes categorías:

- Enraizamiento muy alto: 80-100%
- Enraizamiento alto: 60-80%
- Enraizamiento medio: 40-60%
- Enraizamiento bajo: 20-40%
- Enraizamiento muy bajo: 1-20%

Los resultados para esta variable indican que existe cierta concordancia con respecto al resultado esperado, puesto que la hipótesis afirma que el mejor tratamiento se daría con 2000 a 3000 ppm de IBA.

Figura 12

Porcentaje de esquejes enraizados



Nota: Esta figura muestra el porcentaje de esquejes que emitieron raíces a los 146 días.

2.8.3 Peso seco de raíz

2.8.3.1 Peso seco de raíz a los 50 días

Ninguno de los tratamientos produjo la emisión de raíces a los 50 días después de la siembra, por lo tanto, no se realizaron análisis estadísticos para este resultado.

2.8.3.2 Peso seco de raíz a los 82 días

El resultado de peso de raíz a los 82 días, indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos a los 82 días después de la siembra.

Tabla 5

Peso seco de raíz a los 82 días

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamientos	0.000126	4	0.0000316	2.22881	0.10234
Residuals	0.000283	20	0.0000142		
Total	0.000409	24	0.0000171		

Nota: Esta tabla muestra el resumen Andeva del peso seco de raíz a los 82 días con una significancia de $p < 0.05$.

2.8.3.3 Peso seco de raíz a los 114 días

Tabla 6

Peso seco de raíz a los 114 días

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamientos	0.00605	4	0.00151	1.2325	0.3288
Residuals	0.02456	20	0.00123		
Total	0.03061	24	0.00128		

Nota: Esta tabla muestra el resumen del Andeva del peso seco de raíz a los 114 días con una significancia de $p < 0.05$.

El resultado de peso de raíz a los 114 días, indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos a los 114 días después de la siembra.

2.8.3.4 Peso seco de raíz a los 146 días

Tabla 7

Peso seco de raíz a los 146 días

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamientos	0.07	4	0.02	9.79118517	0.00014846
Residuals	0.04	20	0		
Total	0.11	24	0		

Nota: En esta tabla se muestra el resumen del análisis de varianza para la variable peso seco de raíz a los 146 días con una significancia de $p < 0.05$.

Los resultados indican que a los 146 días sí existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable peso seco de la raíz. La prueba de Tukey indica que el mejor resultado se obtuvo en el T3 (3000 ppm de IBA).

Tabla 8

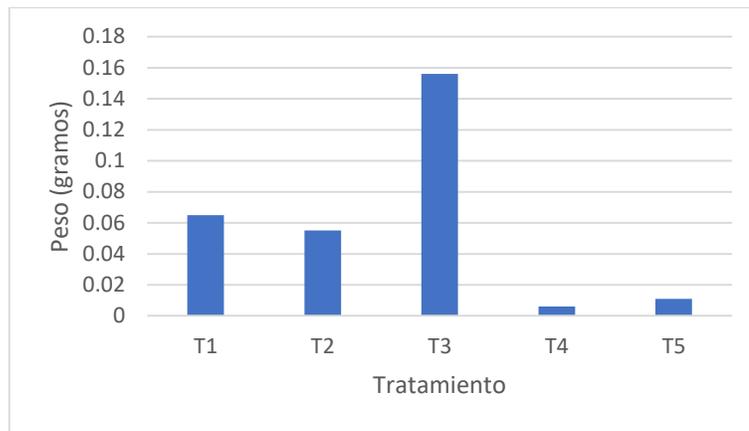
Prueba de Tukey Peso seco de raíz a los 146 días

Grupo 1	Grupo 2	p-valor
T1	T2	0.99582336
T1	T3	0.02432753
T1	T4	0.2338209
T1	T5	0.31101845
T2	T3	0.01093938
T2	T4	0.40286574
T2	T5	0.50661683
T3	T4	0.00019353
T3	T5	0.00029088
T4	T5	0.99972399

Nota: En esta tabla se muestra el resultado de la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Figura 13

Peso seco de raíz a los 146 días



Nota: La figura muestra los valores de peso seco de cada tratamiento a los 146 días.

El tratamiento que mostró un valor más alto de peso seco de raíz fue el T3 con 3000ppm de IBA con 0.156 g. Como puede apreciarse en la figura 13, el tratamiento con el mayor valor concuerda con el porcentaje de esquejes enraizados en la figura 12, esto significa que la dosis usada en el T3 fue la que produjo un mejor efecto en el enraizamiento de los esquejes a los 146 días. El tratamiento con menor desarrollo de raíces se presentó en el T4 seguido por el testigo.

2.8.4 Número de hojas nuevas

2.8.4.1 Número de hojas nuevas a los 50 días

Ninguno de los tratamientos hormonales indujo el brote de hojas a los 50 días después de la siembra, por lo tanto, no se realizó ningún análisis estadístico.

2.8.4.2 Número de hojas nuevas a los 82 días

A los 82 días se encontraron hojas en algunos individuos, sin embargo, no existe diferencia significativa entre los tratamientos como se observa en la tabla 9.

Tabla 9

Número de hojas nuevas a los 82 días

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamientos	0.16	4	0.04	0.14285714	0.96407488
Residuals	5.6	20	0.28		
Total	5.76	24	0.24		

Nota: En esta tabla se muestra el resumen Andeva para la variable Número de hojas a los 82 días con una significancia de $p < 0.05$.

2.8.4.3 Número de hojas nuevas a los 114 días

Los resultados indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos a los 114 días para la variable número de hojas nuevas.

Tabla 10

Número de hojas nuevas a los 114 días

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamientos	1.76	4	0.44	0.91666667	0.4735319
Residuals	9.6	20	0.48		
Total	11.36	24	0.47333333		

Nota: En esta tabla se muestra el resumen Andeva para la variable Número de hojas a los 114 días después de la siembra con una significancia de $p < 0.05$.

2.8.4.4 Número de hojas nuevas a los 146 días

Tabla 11

Número de hojas nuevas a los 146 días

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamientos	5.04	4	1.26	1.5	0.23993388
Residuals	16.8	20	0.84		
Total	21.84	24	0.91		

Nota: En esta tabla se muestra el resumen Andeva para la variable Número de hojas a los 146 días con una significancia de $p < 0.05$.

El resultado indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable número de hojas nuevas a los 146 días. Según las observaciones generales se identificó un crecimiento lento en las hojas de los esquejes durante el experimento.

2.8.5 Ganancia de altura

2.8.5.1 Ganancia de altura a los 50 días

Ninguno de los tratamientos hormonales afectó el crecimiento del tallo a los 50 días después de la siembra, por lo tanto, no se realizó ningún análisis estadístico.

2.8.5.2 Ganancia de altura a los 82 días

Tabla 12

Ganancia de altura a los 82 días

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamientos	0.012	4	0.003	0.20833333	0.93076569
Residuals	0.288	20	0.0144		
Total	0.3	24	0.0125		

Nota: En esta tabla se muestra el resumen del análisis de varianza con una significancia de $p < 0.05$.

Los datos indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos a los 82 días para la variable ganancia de altura de los esquejes.

2.8.5.3 Ganancia de altura a los 114 días

Tabla 13

Ganancia de altura a los 114 días

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamientos	0.0686	4	0.01715	0.93715847	0.4626734
Residuals	0.366	20	0.0183		
Total	0.4346	24	0.01810833		

Nota: En esta tabla se muestra el resumen del análisis de varianza con una significancia de $p < 0.05$. Los datos indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos a los 114 días para la variable ganancia de altura de los esquejes.

2.8.5.4 Ganancia de altura a los 146 días

Los datos indican que los tratamientos hormonales en este tipo de esquejes no producen diferencias significativas entre los tratamientos a los 146 días para la variable ganancia de altura de los esquejes. Dados los resultados de esta variable en las cuatro tomas de datos, se usó la información para conocer la correlación entre las demás variables.

Tabla 14

Ganancia de altura a los 146 días

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>F</i>	<i>P valor</i>
Tratamientos	0.1384	4	0.0346	1.9010989	0.1496586
Residuals	0.364	20	0.0182		
Total	0.5024	24	0.02093333		

Nota: En esta tabla se muestra el resumen del análisis de varianza con una significancia de $p < 0.05$.

2.8.6 Correlación entre peso de raíz, número de hojas y ganancia de altura

Existe un valor alto de coeficiente de correlación entre la variable peso seco de raíz y la variable ganancia de altura, esto significa según los datos, que el crecimiento del tallo depende directamente de la cantidad de raíces que emiten los esquejes, por esta razón puede deducirse que el T3 al presentar un 90% de raíces a los 146 días estaba iniciando una etapa de crecimiento de tallo. Por otro lado, también existe correlación significativa entre el crecimiento en altura y número de hojas, así como también entre el peso seco de raíz y número de hojas. Esto indica que el desarrollo de los esquejes depende de las condiciones del sistema radicular.

Tabla 15

Correlación entre diferentes variables

	Hojas	Altura	Peso
Hojas	1	0.8499	0.6743
Altura	0.8499	1	0.918
Peso	0.6743	0.918	1

Nota: Los datos que se usaron para esta correlación fueron de los resultados obtenidos a los 146 días después de la siembra.

2.9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El proceso de crecimiento observado durante el experimento fue relativamente lento, puesto que ninguno de los tratamientos hormonales indujo la emisión de raíces a los 50 días después de la siembra. A diferencia de los resultados obtenidos en investigaciones relacionadas (Solano, 2019); (Fajardo, 2015) donde se obtuvieron altos porcentajes de enraizamiento a los 50 y 45 días respectivamente usando otro tipo de esquejes de diferentes variedades de café (*Coffea arabica* L.).

En ese mismo sentido, esta investigación está orientada a comprender las implicaciones que presenta la técnica de multiplicación de plantas de café con esquejes ortotrópicos que no es conocida en la región de Santa Rosa. De manera que se puedan establecer parámetros que sirvan de base para profundizar en el estudio de algunos factores que hasta el momento no han sido evaluados y que pueden afectar la eficiencia de esta técnica. Con los resultados obtenidos en este ensayo no es posible definir un tratamiento que sea eficiente con fines comerciales a gran escala, empero es posible mejorar la técnica a través de una continua investigación tomando en cuenta las ventajas genéticas que brinda la clonación vegetal.

2.10 CONCLUSIONES

1. Se logró identificar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la sobrevivencia de los esquejes estudiados, aunque los valores de sobrevivencia fueron altos en todos los tratamientos, esto no implicó un enraizamiento eficiente, puesto que algunos de los individuos no emitieron raíces durante los 146 días que duró el experimento, sin embargo, se mantuvieron turgentes y con hojas verdes por la influencia de las condiciones de humedad y temperatura del micro túnel en el que se encontraban.
2. El tratamiento sobresaliente con diferencias significativas en el desarrollo de raíces a los 146 días fue el T3 con 3,000 ppm de Ácido Indol Butírico en combinación con citocininas. Esto indica que al usar esta dosis se obtiene un mejor desarrollo radicular y porcentaje de esquejes enraizados.
3. En cuanto al desarrollo de hojas y tallo no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, no obstante, se observó una alta correlación entre el peso seco de raíz, ganancia de altura y cantidad de hojas en los esquejes. Es decir que, a mayor desarrollo de raíces, proporcionalmente habrá desarrollo de tallo y hojas. En consecuencia, se establece que el T3 con 3,000 ppm de IBA en combinación con citocininas produce el mayor crecimiento en altura y número de hojas.

2.11 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda usar la dosis de 3000 ppm de IBA en combinación con citocininas para fines de clonación de plantas de interés varietal.
2. Antes de implementar este tipo de propagación se recomienda brindar un manejo especial a las plantas madre para favorecer la emisión y desarrollo de los brotes ortotrópicos y así facilitar el acceso a este recurso.
3. Se recomienda estudiar la influencia de la composición del sustrato para la propagación de este tipo de esquejes, así como también evaluar esquejes de café provenientes de diferentes partes de la planta, por ejemplo, de entrenudos de tallos ortotrópicos y de tallos plagiotrópicos para conocer su comportamiento.

2.12 REFERENCIAS

- Alcantara, J., Godoy, A., Alcántara, J., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 109-129.
- Alomar, J. (2018). *Enraizamiento de estacas de populus deltoides "Australia 60/19" mediante la aplicación de diferentes dosis de ANA y AIB en soluciones diluidas*. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.
- Asociación Nacional de Café. (2019). *Café de Guatemala en Cifras*. Obtenido de <https://www.anacafe.org/uploads/file/cd2552c54b3a4616b0e82ae14c7db79a/GuatemalaCafeenCifras-2018-2019.pdf>
- Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ). (2006). *Guía técnica de caficultura*. Guatemala.
- Asociación Nacional del Café. (25 de 03 de 2020). *Guía de variedades de café Guatemala*. Obtenido de <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%A9nDa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Banco de Guatemala (Banguat). (16 de 03 de 2020). *Nota al comercio exterior 2019*. Obtenido de https://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/ceie/CG/2019/nota_comercio_mensual.htm&e=143802
- Barquero, M. (2013). Las variaciones climáticas en el incremento inusual de la Roya del Cafeto. *Revista Informativa Icafé*, 1-14.
- Castro, C., Guerrero, C., Rouxl, J., & Wingfield, M. (2013). New coffee (*Coffea arabica*) genotypes derived from *Coffea canephora* exhibiting high levels of resistance to leaf rust and *Ceratocystis* canker. *Tropical Plant Pathology*, 485-494.
- CATIE. (20 de 03 de 2020). *Propagación de los híbridos F1 de café (Coffea arabica) por embriogénesis somática*. Obtenido de <https://www.catie.ac.cr/attachments/article/317/Plegable-F1.pdf>
- CLIMATE-DATA. (23 de 04 de 2020). *Clima de Nueva Santa Rosa*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/americadelnorte/guatemala/santa-rosa/nueva-santa-rosa-53823/>
- Cristancho, M., Roza, Y., Escobar, C., Rivillas, C., & Gaitán, A. (2012). *Outbreak of coffee leaf rust (Hemileia vastatrix) in Colombia*. *New Disease Reports*.
- Desarrollo, C. C. (06 de 03 de 2020). (F. Franco, Entrevistador)
- Fajardo, A. (2015). *“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ NACIONAL (Coffea arábica), CON EL USO DE HORMONAS ESTIMULANTES DEL ENRAIZAMIENTO ANA Y AIB*

EN EL CANTON BUENA FE.”. Los Ríos Ecuador: Universidad Técnica Estatal Quevedo.

- Federacion Nacional de Cafeteros. (1958). *Manual del Cafetero Colombiano*. Bogotá: ARGRA Ltda.
- Google Earth. (15 de 02 de 2020). *Coordenadas geográficas de aldea Jumaytepeque*. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- Google Earth. (22 de 04 de 2020). *Ubicación de la aldea Santa Isabel Nueva Santa Rosa*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/>
- Hernández, G., & Velázquez, T. (2016). Análisis integral sobre la roya del café y su control . *Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable*, 92-99.
- Huanca, W. (2020). *MÉTODOS DE REPRODUCCIÓN ASEJUAL DE PLANTAS Y SU APLICACIÓN*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/propagacion-asejual-plantas-y-su-aplicacion/propagacion-asejual-plantas-y-su-aplicacion.pdf>
- IGN (Instituto de Geografía Nacional). (2004). *Zonas de vida vegetal, Departamento de Santa Rosa*. Guatemala.
- IICA (Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura). (2013). *La crisis del café en Mesoamérica: causas y repuestas apropiadas*. Obtenido de <http://biblioteca.catie.ac.cr/royadelcafé/descargas/ROYA-MA.pdf>
- Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas*. La Serena, Chile: Universidad de La Serena.
- Juárez, F. (2018). *El café guatemalteco: Un enfoque en el mercado mundial y su productividad*. Guatemala: Asociación de Investigación y Estudios Sociales.
- Julca-Otiniano, A., Alarcón-Águila, G., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., & Castro-Cepero, V. (2018). COMPORTAMIENTO DE TRES CULTIVARES DE CAFÉ (CATIMOR,. *Agro-Ciencia*, 205-215.
- Lucero, D. (2013). *ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ VARIEDAD ROBUSTA Coffea canephora*. Ambato Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Ludwing, J., & Cohen, J. (2002). *Identification and quantification of three active auxins in different tissues of Tropaeolum majus*. *Physiologia Plantarum*.
- Martínez, J. (2017). *Fisiología Vegetal, Tema XI Citoquininas*. Obtenido de <https://georgiusm.files.wordpress.com/2017/11/tema-11-citoquininas.pdf>
- Mesén, F., & Jiménez, L. (2016). *Producción de clones de café por mini estacas*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

- Monroig, M. (24 de 03 de 2020). *Descripción botánica del cafeto*. Obtenido de https://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1850/BOT_NICA_DEL_CAFETO.pdf
- Osuna, H., Osuna, A., & Fierro, A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. Xochimilco, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sánchez, J. (1990). *Caficultura Moderna: Control de la roya. 2da ed.* Guatemala: Colofón.
- Schuppener, H., Harr, J., & Sequeira, F. (1977). First occurrence of the coffee leaf rust *Hemileia vastatrix* in Nicaragua, 1976, and its control. *Café Cacao Thé*, 197-202.
- Secretaría de Planificación y Ordenamiento Territorial, S. (03 de 2020). *mdta nueva santa rosa - Segeplan*. Obtenido de [file:///C:/Users/FREDY%20FRANCO/Downloads/PDM_614%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/FREDY%20FRANCO/Downloads/PDM_614%20(1).pdf)
- SEGEPLAN. (16 de 02 de 2020). *Municipio de Nueva Santa Rosa*. Obtenido de <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/municipio-de-nueva-santa-rosa>
- Solano, J. (2019). *PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ (Coffea arabica L.) POR ESQUEJES USANDO HORMONAS ENRAIZANTES Y SUSTRATOS EN VIVERO, HUAMBO-RODRÍGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS*. Chachapoyas, Perú.
- Virginio, E., & Astorga, C. (2015). *Prevención y control de la roya del café: Manual de buenas prácticas para técnicos y facilitadores*. CATIE.
- World Coffee Research. (23 de 03 de 2020). *Las variedades del café arabica*. Obtenido de https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/las_variedades_del_cafe_arabica_v2_feb_2018.pdf
- World Coffee Research. (2018). *Las variedades del Café Arábica*. Obtenido de varieties.worldcoffeeresearch.org

2.13 APÉNDICES

Figura 15A

Preparación del área para el experimento



Nota: En esta figura se observa la forma en que se protegió el área del experimento

Figura 16A

Distribución de los tratamientos dentro del micro-túnel



Nota: En esta figura se observa la distribución de los tratamientos por bloques y la forma del micro-túnel.

Figura 17A

Sistema de riego



Nota: En esta figura se observa la posición de los emisores o micro aspersores para el riego.

Figura 18A

Desinfección de los esquejes



Nota: En esta figura se observa el momento de desinfección de los esquejes con sulfato de cobre.

Figura 23A

Esquejes muertos



Nota: En la figura se observan las características de los esquejes que murieron durante el proceso, estos presentaban hojas amarillas y tallos delgados, algunos se defoliaron completamente.

Figura 24A

Evaluación de variables a los 146 días



Nota: En esta figura se observa la condición de los esquejes al medir las variables de número de hojas nuevas y ganancia de altura.

Figura 25A

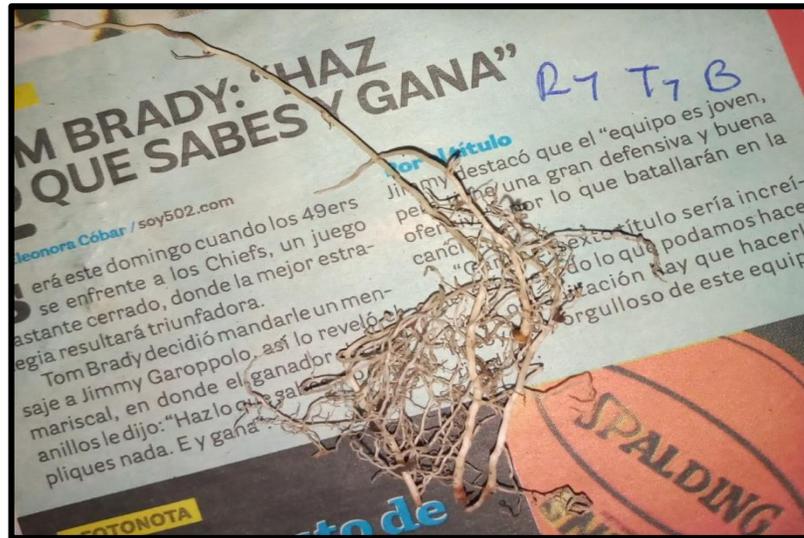
Desarrollo de los esquejes en las 4 mediciones de variables



Nota: En esta figura se observa el desarrollo obtenido de un bloque, los esquejes están ordenados del T1 al T5 de izquierda a derecha y se muestran a los 50, 82, 114 y 146 días de arriba hacia abajo.

Figura 26A

Secado de las raíces en prensa botánica



Nota: En esta figura se observa las raíces preparadas para el secado en prensa botánica.

Figura 27A

Medición del peso de raíces



Nota: En esta figura se muestra la medición de la variable peso seco de raíz después de pasar 7 días de secado en la prensa botánica.

Figura 28A

Tabulación de los datos

Peso seco 50 DIAS						Peso seco 82 DIAS						ALTURA 82 días						NO. DE HOJAS 82 días					
	T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5
R1	0	0	0	0	0	R1	0	0	0	0	0	R1	0.2	0.2	0.3	0.2	0	R1	1	1	1	1	0
R2	0	0	0	0	0	R2	0	0	0	0	0	R2	0	0	0	0	0.2	R2	0	0	0	0	1
R3	0	0	0	0	0	R3	0.02	0	0	0	0	R3	0	0	0.2	0	0	R3	0	0	1	0	0
R4	0	0	0	0	0	R4	0	0	0	0	0	R4	0	0	0	0	0.2	R4	0	0	0	0	1
R5	0	0	0	0	0	R5	0.01	0.002	0	0	0	R5	0.2	0	0	0.3	0	R5	1	0	0	1	0
Promedio	0	0	0	0	0	Promedio	0.006	0.00	0.00	0.00	0.00	Promedio	0.08	0	0.1	0.1	0.08	Promedio	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4
Peso seco 114 DIAS						Peso seco 146 DIAS						ALTURA 114 días						NO. DE HOJAS 114 días					
	T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5
R1	0.05	0.04	0	0	0	R1	0	0.1	0.08	0.02	0.03	R1	0	0	0	0.1	0.45	R1	0	0	0	1	0
R2	0.04	0	0.07	0	0	R2	0.13	0	0.17	0.01	0.02	R2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	R2	1	1	1	1	2
R3	0.01	0	0.01	0	0	R3	0.02	0.035	0.14	0	0.01	R3	0.25	0	0.2	0.1	0.3	R3	1	0	2	1	2
R4	0.01	0.05	0.06	0	0	R4	0.07	0.09	0.13	0.01	0	R4	0.2	0.1	0	0.2	0.1	R4	2	1	0	1	1
R5	0.02	0.16	0.04	0	0	R5	0.11	0.05	0.26	0	0	R5	0	0	0.1	0.1	0.2	R5	0	0	1	1	1
Promedio	0.03	0.05	0.04	0	0	Promedio	0.07	0.055	0.156	0.01	0.01	Promedio	0.15	0.1	0.14	0.1	0.25	Promedio	0.8	0.4	0.8	1	1.2
Esquejes vivos 50 días						Porcentaje de E Enraizados 146 días						ALTURA 146 días						NO. DE HOJAS 146 días					
	T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5
R1	11	9	10	10	11	R1	0	1	1	2	1	R1	0.6	0.4	0.3	0.3	0.1	R1	2	3	2	2	1
R2	11	8	10	7	7	R2	2	0	2	1	2	R2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	R2	2	1	3	2	3
R3	12	12	11	10	12	R3	1	2	2	0	1	R3	0	0.3	0.5	0	0.2	R3	0	3	2	0	2
R4	8	11	11	8	12	R4	1	2	2	1	0	R4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	R4	2	3	3	1	2
R5	12	9	11	11	11	R5	2	0	2	0	0	R5	0.1	0.3	0.5	0.2	0.1	R5	2	3	3	3	1
Promedio	10.8	9.8	10.6	9.2	11	SUMA	6	5	9	4	4	Promedio	0.24	0.3	0.36	0.2	0.16	Promedio	1.6	2.6	2.6	1.6	1.8
						Porcentaje	60	50	90	40	40												

Nota: En la figura se muestran la forma en que se tabularon los datos obtenidos de la medición de las variables.

**CAPÍTULO III: SERVICIOS EJECUTADOS EN LA COOPERATIVA LA
NUEVA ERA, R. L.**



3.1 INTRODUCCIÓN

El diagnóstico realizado en la Cooperativa Integral Agrícola La Nueva Era, permitió identificar y hacer evidentes los problemas que se presentaban en la organización. Entre estos se resalta la carencia de documentación necesaria para cumplir con los criterios requeridos en el proceso de certificación de las fincas de café. Para esto se apoyó en la localización geo referencial de las parcelas de café de los miembros del programa de certificación siendo este el servicio I. y se elaboró un diagnóstico familiar de los miembros de dicho programa siendo este el servicio II. Estas bases de datos fueron fundamentales para el proceso de certificación de las fincas.

Por otro lado, se identificó una disminución en la producción de café asociada al daño causado por la enfermedad de la roya de café. Para mitigar esto a largo plazo se brindó apoyo técnico en un proyecto de donación de plantas de café Var. Marsellesa, desde la logística y distribución de las plantas hasta el establecimiento en campo. Con ello se logró renovar 6 ha de café que anteriormente contaba con variedades susceptibles a la roya siendo este el servicio III.

3.2 SERVICIO I. LOCALIZACIÓN GEO REFERENCIAL DE LAS PARCELAS DE CAFÉ DE LOS MIEMBROS DEL PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN.

Teniendo como principal problema en la cooperativa la carencia de bases de datos de las fincas de café de los asociados, este servicio se orientó en enriquecer dichas bases de datos para cumplir con los requisitos necesarios para el proceso de certificación. En esta relación, se visitaron todas las parcelas de café para geo referenciar su ubicación. Posteriormente se elaboró un registro digital con esta información, así como también se editó e imprimió un mapa en manta vinílica para identificar con facilidad la ubicación de cada parcela. De esta forma se logró dar cumplimiento a algunos de los criterios indispensables para el proceso de certificación de las fincas de café.

3.2.1 Objetivos

3.2.1.1 General

Enriquecer la base de datos digital y física de la cooperativa con respecto a los programas de certificación.

3.2.1.2 Específicos

1. Registrar las coordenadas de las parcelas de los productores participantes en los programas de certificación de la Cooperativa.
2. Asignar un nombre a cada parcela en coordinación con los productores.
3. Generar de un mapa donde se visualice la ubicación de las parcelas de café de los productores.

3.2.2 Metodología

3.2.2.1 Fase I: Registro de las coordenadas

1. Se visitaron las parcelas de cada uno de los productores participantes de los programas de certificación para reconocer su ubicación, asignarles un nombre y tomar las coordenadas respectivas.
2. Se elaboró un listado con el nombre y un código interno para cada productor, así como también, el nombre de cada parcela.
3. La toma de coordenadas en campo se realizó con el uso de un GPS, en el que se almacenaron los datos por códigos.
4. Finalizado el trabajo de campo se procedió a introducir en una hoja de Excel las coordenadas y el nombre de cada parcela con su código respectivo generando así una base de datos digital.

3.2.2.2 Fase II: Generación de mapa de las parcelas.

1. Se procedió a marcar los puntos correspondientes a la ubicación de cada parcela en la plataforma Google Earth, donde se guardaron las coordenadas de cada parcela, así como también los datos de identificación (código y nombre de la parcela).
2. Finalmente se extrajo y se editó el mapa agregando título, descripción, indicación del Norte, escala, leyenda de lo que se presenta en el mapa y una referencia geográfica con relación al departamento donde se ubica la sección del mapa.

3.2.2.3 Fase III: Impresión del mapa

Finalmente se procedió a imprimir el mapa en manta vinílica con un tamaño de 1 * 1.2 m. Esta es una herramienta de utilidad para que los productores puedan identificar el lugar geográfico en el que se encuentran sus plantaciones. Además, este mapa puede ser utilizado para identificar zonas de riesgo y para planificar actividades de visitas, por lo tanto, es un aporte al cumplimiento de los requisitos establecidos por las entidades de certificación.

3.2.3 Resultados

Se generó una base de datos digital donde se registraron las coordenadas de 58 parcelas de los 30 miembros del programa de certificación, creando un listado con los nombres y geo referencia de las parcelas registradas. Como producto final se imprimió un mapa tipo manta vinílica con dimensiones de 1 * 1.20 m donde se marca la ubicación de cada parcela con su nombre.

3.3 SERVICIO II. ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICO FAMILIAR PARA LOS MIEMBROS DEL PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN EN LA COOPERATIVA LA NUEVA ERA, R. L.

Como parte del apoyo al proceso de certificación de las fincas de café de la Cooperativa se realizó un diagnóstico socio-educativo de las familias de los asociados. Esto con el fin de identificar los potenciales alcances de la certificación y generar bases de datos que sean de utilidad para comprender el contexto en el que opera la Cooperativa, así como también para identificar problemas y necesidades. Para este diagnóstico se requirió la visita a familias de asociados y a centros educativos de influencia, además la elaboración de encuestas para recopilar la información necesaria, para posteriormente ser tabulada y procesada.

3.3.1. Objetivos

3.3.1.1 General

Obtener un diagnóstico socio-educativo familiar de los miembros de la Cooperativa en proceso de certificación.

3.3.1.2 Específicos

1. Crear una base de datos de las familias de los productores en proceso de certificación.
2. Mapear los centros educativos de influencia de la cooperativa.
3. Generar documentación requerida para el proceso de certificación de café de los productores.

3.3.2. Metodología

3.3.2.1. Elaboración de encuestas

Se entrevistó a todos los productores miembros de la Cooperativa La Nueva Era incluidos en los programas de certificación para implementar la encuesta. Esta consistió en llenar fichas con información de los miembros de sus familias, así como también las familias de los trabajadores que se contratan para el mantenimiento de sus parcelas de café. Las fichas utilizadas fueron proporcionadas por el Sistema Integral de Gestión de Fedecocagua R. L. las cuales incluían información importante como el nombre, género, edad y escolaridad de los miembros de la familia. Al completar la información de las fichas, estas fueron archivadas en las instalaciones de la Cooperativa.

3.3.2.2. Mapeo de Establecimientos Educativos

Además de las encuestas a los asociados, se realizó un mapeo de los centros educativos de influencia para las familias entrevistadas. Para esta actividad, se contactó a las y los directores de las escuelas de preprimaria y primaria, así como también de los institutos de educación básica y diversificada de mayor influencia y cercanía a la cooperativa. Parte de la información obtenida fue la ubicación geo referencial, código y jurisdicción del establecimiento, cantidad de alumnos por género y nivel escolar.

3.3.2.3. Tabulación de los datos

Los datos obtenidos de las encuestas y del mapeo de establecimientos educativos fueron tabulados y ordenados en Excel para su posterior análisis a través de gráficas y tablas.

3.3.3. Resultados

A través de las encuestas se logró obtener una base de datos con información de los asociados clasificados por edades, sexo y escolaridad de miembros de la familia y de trabajadores de los socios del programa de certificación.

Se generó una base de datos con la ubicación de los establecimientos educativos de influencia de la cooperativa.

Se imprimió un resumen de los resultados obtenidos del diagnóstico expresado en gráficos y tablas. (Por ser información confidencial para la cooperativa y agencias certificadoras, no es posible evidenciarla de manera pública en los apéndices).

3.4. SERVICIO III. APOYO TÉCNICO EN PROYECTO DE DONACIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ VAR. MARSELLESA

La donación de plantas de café variedad Marsellesa, es un proyecto financiado por una de las cadenas de comercialización de café a nivel internacional. Estas plantas se producen anualmente en el municipio de Nueva Santa Rosa por medio de una empresa que contrata mano de obra local para el proceso de manejo del vivero y desde allí son enviadas a las diferentes cooperativas que participan en el programa de certificación. A través de este servicio se brindó apoyo técnico en la fase final del proyecto, tanto en la etapa de traslado y distribución de las plantas como en el establecimiento en campo.

3.4.2. Objetivos

3.4.2.1. General

Fortalecer la producción de café mediante la renovación de las plantaciones.

3.4.2.2. Específicos

1. Verificar el proceso de carga y transporte de las plantas de café hacia cada cooperativa miembro del programa.
2. Orientar a los productores de la Cooperativa La Nueva Era R. L. sobre el correcto sistema de siembra del café Var. Marsellesa.
3. Mitigar gradualmente los daños causados por la enfermedad de la Roya del café (*Hemileia vastatrix*).

3.4.3. Metodología

3.4.3.1. Control de envíos del vivero hasta la sede de cada cooperativa.

En esta primera etapa, se verificó el proceso de carga de las plantas de café en los camiones para su transporte con base en un programa de envíos elaborado por la gerencia técnica de Fedecocagua R. L. Este programa abarcó a todas las cooperativas miembros del programa C.A.F.E. PRACTICES de Starbucks a nivel nacional. Al mismo tiempo se coordinó la recepción de las plantas en cada lugar de destino en cada cooperativa. Esta actividad se ejecutó durante los meses de mayo y junio del año 2020, en los cuales se apoyó en días programados por la gerencia técnica.

Los camiones en los que se transportaron las plantas eran llenados con un máximo de 5,000 plantas apiladas en tres niveles para evitar algún daño durante el transporte. Al llegar al destino, los técnicos de cada cooperativa se encargaron de organizar la descarga de las plantas y distribuir las a los productores involucrados en el programa. Para la Cooperativa La Nueva Era, R. L., se asignaron 20,000 plantas de café variedad Marsellesa por ser una cooperativa pequeña.

3.4.3.2. Distribución y descarga del café en la Cooperativa La Nueva Era, R. L.

Las plantas de café variedad marsellesa se distribuyeron de manera equitativa entre treinta miembros de la cooperativa participantes del proceso de certificación de café. La distribución se realizó con base en la cantidad de café que aporta cada miembro a la cooperativa y el área disponible para sembrar.

Para la descarga se contrató a dos personas y se coordinó un horario específico para cada productor, esto con el fin de evitar aglomeración de personas, en el marco de la pandemia Covid-19 que se afrontaba en ese momento con mayor intensidad. Asimismo, se apoyó en la desinfección tanto de manos y calzado como de vehículos al momento de la transferencia de las plantas de café.

3.4.3.3. Orientación sobre el correcto sistema de siembra del café variedad Marsellesa

Las normativas de la entidad proveedora de las plantas de café Marsellesa establecen que debe respetarse un distanciamiento de siembra específico, siendo este de 1.5 m entre plantas y 2 m entre surcos. Esto se debe al desarrollo longitudinal de las ramas plagiotrópicas características de esta variedad. Por lo tanto, se orientó a los productores a implementar un distanciamiento correcto y se instruyó sobre la importancia y las ventajas que esto conlleva. En el campo se definieron las áreas apropiadas para sembrar las plantas. Todos los socios utilizaron las plantas de café Marsellesa para renovar lotes de plantaciones demasiado viejas, improductivas y dañadas por enfermedades como la roya del café (*Hemileia vastatrix*).

3.4.3.4. Manejo de la plantación

Al finalizar el proceso de siembra se mantuvo un monitoreo constante de las parcelas para verificar el correcto desarrollo de las plantas e identificar posibles deficiencias de nutrientes o ataque de plagas y/o patógenos. Esto con el fin de alertar a los productores y tomar las medidas necesarias para su control eficiente. Además, se verificó el cumplimiento de buenas prácticas agrícolas para evitar la erosión del suelo, mantener un equilibrio en la sombra de las parcelas, entre otras actividades.

3.4.3.5. Características de la variedad de café Marsellesa

La variedad Marsellesa pertenece al grupo genético denominado Sarchimor proveniente de la familia Híbrido de Timor 832/2 x Villa Sarchí CIFC 970/10. Es una planta de alto rendimiento adaptada a altitudes medias (1000-1600 msnm). Posee una notable acidez en taza. Su apariencia evidencia un porte bajo y compacto, un color de brote de las hojas verde y frutos de tamaño promedio. El potencial de calidad de taza mostrado en altura es bueno. En relación a su resistencia a patógenos, ha mostrado resistencia a la Roya del café (*Hemileia vastatrix*), tolerancia a la Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*) y

susceptibilidad a los nematodos. Por otro lado, la edad para la primera cosecha es de tres años y su demanda nutricional es relativamente alta (World Coffee Research, 2020).

3.4.4. Resultados

En total se apoyó en el transporte de 1,300,000 plantas de café variedad marsellesa a 20 cooperativas a nivel nacional. (Mayo y junio del 2020).

Se distribuyeron 20,000 plantas a 30 productores miembros del programa de certificación en la Cooperativa La Nueva Era. (Junio del 2020).

Se brindó asistencia técnica a los 30 productores para el establecimiento de la nueva plantación del café Marsellesa. (Junio a noviembre del 2020).

Se logró la renovación de un área de 6 ha que anteriormente contaba con variedades susceptibles a la roya. (Junio y julio del 2020).

3.5. BIBLIOGRAFÍAS

World Coffee Research. (23 de 03 de 2020). *Las variedades del café arabica*. Obtenido de https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/las_variedades_del_cafe_arabica_v2_feb_2018.pdf

World Coffee Research. (2018). *Las variedades del Café Arábica*. Obtenido de varieties.worldcoffeeresearch.org

3.6. APÉNDICES

Figura 29A

Servicio I. Edición del mapa con la ubicación de las parcelas de café



Figura 30A

Servicio I. Manta vinílica con la ubicación de las parcelas



Figura 31A

Servicio I. Base de datos con la información de cada parcela

	B	C	D	E	F	G
1	Código	Nombre del productor	Nombre de la parcela	Coordenadas formato (DD)		MSNM
2				Latitud	Longitud	
3	NE001	Nicomedes Latín Hernández	El limonsillo	14.34671	-90.277573	1428
4	NE001	Nicomedes Latín Hernández	El limonsillo bajo	14.35	-90.275	1375
5	NE002	Hinmer Donaldó Martínez Miranda	El clavillo	14.329428	-90.275022	1392
6	NE002	Hinmer Donaldó Martínez Miranda	El injerto	14.34623	-90.27188	1517
7	NE002	Hinmer Donaldó Martínez Miranda	Camposanto H	14.343893	-90.26485	1590
8	NE003	Romeo Jiménez Pérez	Shansayo	14.331427	-90.275975	1430
9	NE003	Romeo Jiménez Pérez	Shanshino	14.334663	-90.253832	1685
10	NE005	Onelia Villalta Sánchez	La Fincona	14.34821	-90.2703	1460
11	NE005	Onelia Villalta Sánchez	El anonillo	14.358118	-90.259187	1440
12	NE007	Kelvin Jiménez Villalta	El turbante	14.34064	-90.25383	1790
13	NE007	Kelvin Jiménez Villalta	La zanja K	14.340827	-90.2554	1735
14	NE008	Eder Jiménez Villalta	El bananito	14.34128	-90.282568	1368
15	NE008	Eder Jiménez Villalta	El Jocotillo	14.344497	-90.280877	1407
16	NE009	Saray Jiménez Pérez	La zanja	14.34085	-90.2545	1770
17	NE009	Saray Jiménez Pérez	El aguacate	14.33611	-90.275	1622
18	NE009	Saray Jiménez Pérez	El pajal S	14.32932	-90.26688	1515
19	NE010	Hernan Pérez Villalta	El cerro H	14.33667	-90.2663	1690
20	NE010	Hernan Pérez Villalta	El llano H	14.32828	-90.276466	1348
21	NE011	Eladio García	El durazno	14.33873	-90.27056	1790
22	NE011	Eladio García	El cedro E.	14.34589	-90.246332	1750
23	NE011	Eladio García	El tanque	14.344912	-90.25115	1720
24	NE012	Mario Pérez Sánchez	El guachipilin	14.330278	-90.267835	1538
25	NE013	Marlon Pérez Sánchez	El cuje	14.3295	-90.26789	1490
26	NE014	Apolonio Villalta Hernández	El llano	14.32574	-90.2791	1240
27	NE015	Marco Antonio Martínez Morales	Las escondidas	14.34316	-90.26499	1618

Nota: En esta figura se observa la forma en que se registraron los datos de las fincas de café de los miembros del programa de certificación.

Figura 32A

Servicio II. Entrevista a los miembros de la cooperativa durante el diagnóstico familiar



Figura 33A

Servicio II. Registro y análisis de los datos recabados durante la encuesta del diagnóstico familiar



Figura 34A

Servicio III. Control de envíos de plantas de café Var. Marsellesa desde el almacigo a las cooperativas



Figura 35A

Servicio III. Recepción de las plantas de café Var. Marsellesa en la Cooperativa La Nueva Era



