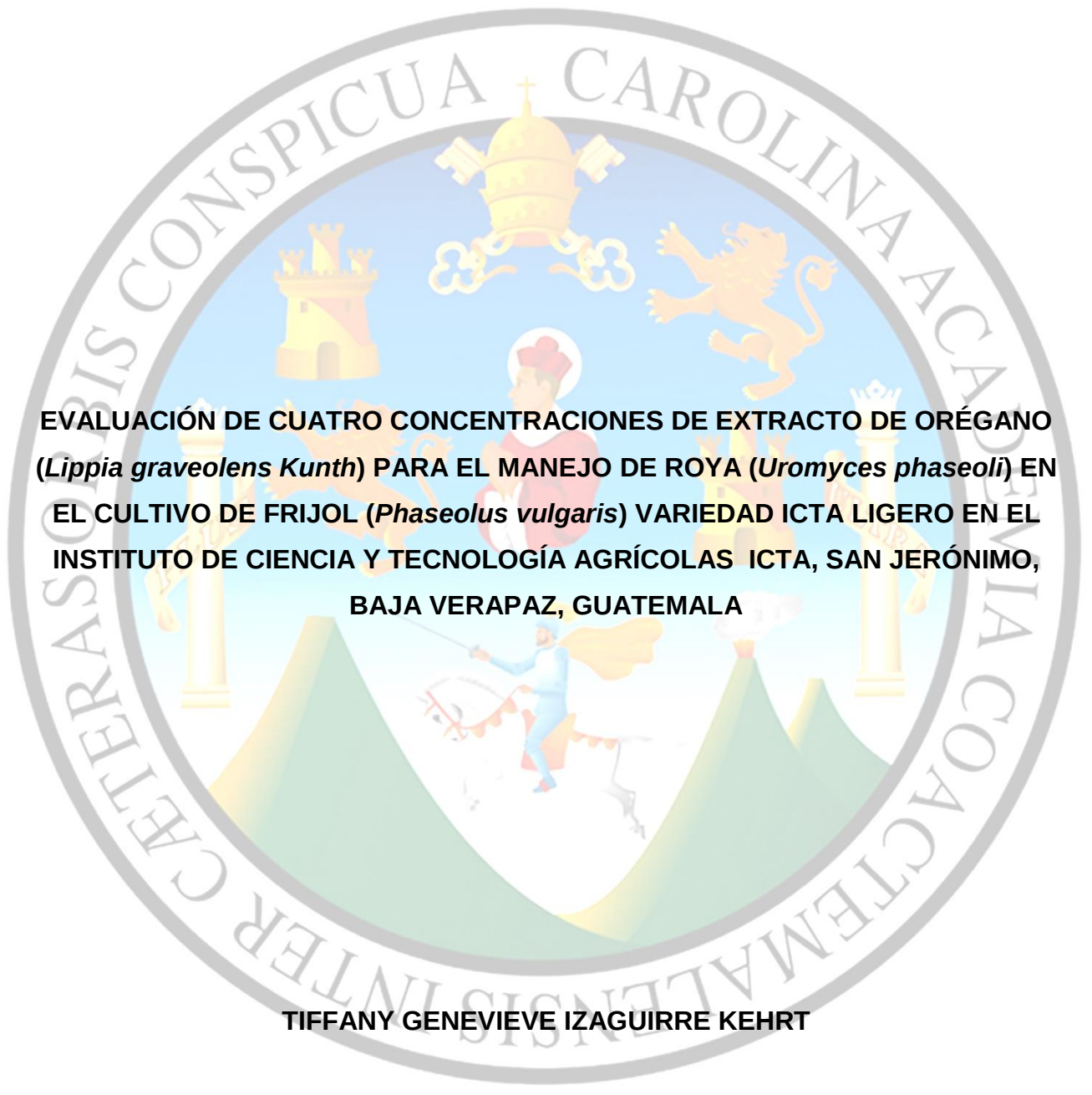


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION
AGRÍCOLA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background. Inside the shield, there is a golden crown at the top, a golden lion rampant on the right, and a golden castle on the left. Below these, there is a figure of a person in a red robe and a white halo, possibly a saint or a religious figure. At the bottom of the shield, there is a figure of a person in a blue robe and a white halo, possibly a saint or a religious figure. The shield is flanked by two golden columns. The entire seal is surrounded by a circular border containing the Latin text "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS OBIS CONSPICUA".

EVALUACIÓN DE CUATRO CONCENTRACIONES DE EXTRACTO DE ORÉGANO
(*Lippia graveolens* Kunth) PARA EL MANEJO DE ROYA (*Uromyces phaseoli*) EN
EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) VARIEDAD ICTA LIGERO EN EL
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS ICTA, SAN JERÓNIMO,
BAJA VERAPAZ, GUATEMALA

TIFFANY GENEVIEVE IZAGUIRRE KEHRT

SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, OCTUBRE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION
AGRICOLA

TRABAJO DE GRADUACION

EVALUACIÓN DE CUATRO CONCENTRACIONES DE EXTRACTO DE ORÉGANO (*Lippia graveolens Kunth*) PARA EL MANEJO DE ROYA (*Uromyces phaseoli*) EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) VARIEDAD ICTA LIGERO EN EL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS ICTA, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

POR

TIFFANY GENEVIEVE IZAGUIRRE KEHRT

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO**

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, OCTUBRE 2024

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE

Lic. Orcelio Hernández García

SECRETARIO INTERINO

Lic. Wagner Heber Galiego Rodríguez

REPRESENTANTE DOCENTE

Dra. María Eunice Enríquez Cotón
Lic. José Alfredo Aguilar Orellana

REPRESENTANTE PROFESIONAL

Dr. Carlos Augusto Vargas Gálvez

REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

Sr. Elvis Enrique Ramírez Mérida
Sr. Julio Armando Saavedra González

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Benjamín Ascencio Veliz

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. Fredy Haroldo Milián

COMISION DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADOR:

Ing. Agr. Fredy Haroldo Milián

SECRETARIO:

Ing. Agr. Abner Dayrin Guzmán

Balcárcel

VOCAL I:

Ing. Ángel René Cordon Adquí

ASESOR

Ing. Agr. Marco Antonio Roblero Montejo

SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, OCTUBRE 2024

San Miguel Chicaj, B.V., Octubre de 2024

Honorable Consejo Directivo CUNBAV

Honorable Tribunal Examinador

Carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola

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, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“EVALUACIÓN DE CUATRO CONCENTRACIONES DE EXTRACTO DE ORÉGANO (*Lippia graveolens Kunth*) PARA EL MANEJO DE ROYA (*Uromyces phaseoli*) EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) VARIEDAD ICTA LIGERO EN EL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS ICTA, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente.

TIFFANY GENEVIEVE IZAGUIRRE KEHRT

201341401

ACTO QUE DEDICO

DIOS: Por brindarme fortaleza y la inspiración necesaria para superar los desafíos que se me presentaron, por la sabiduría que me has concedido y por las oportunidades que me has ofrecido para aprender y crecer, ¡Gracias, ¡Señor, por cada bendición y por acompañarme en este viaje!

Mi Padre: Elí Zoel Armando Izaguirre Soto, que ahora eres mi ángel en el cielo. Tu ejemplo y amor incondicional son la fuerza que me han guiado para alcanzar esta meta. Gracias por velar siempre por mi bienestar y por dar todo de ti para asegurar que pudiera alcanzar mis sueños. Esta graduación es tanto un reflejo de tu sacrificio como mío. Te extraño profundamente, pero sé que estás orgulloso de mí. Gracias papá por ser mi inspiración eterna.

Mi Madre: María del Rosario Kehrt de Izaguirre, porque al mirar hacia atrás en mi camino, hacia la culminación de mis estudios universitarios, me doy cuenta de que cada paso que di estuvo acompañado por tu amor y apoyo incondicional. Hoy, al recibir mi título no solo celebro un logro personal, sino también un tributo a tu amor y esfuerzo. Este éxito es tan tuyo como mío. Gracias por ser la madre maravillosa que eres.

Mi Hijo: José Elías Posadas Izaguirre, tu aliento constante y tu comprensión han sido un pilar fundamental en este camino. Agradezco cada momento que estuviste a mi lado, ya sea motivándome, escuchando mis ideas o simplemente dándome tu cariño cuando más lo necesitaba. Tu apoyo ha hecho que este logro sea aún más significativo para mí. Estoy muy orgullosa de tenerte a mi lado y de poder compartir contigo este capítulo tan importante de mi vida. Gracias por ser una fuente de inspiración y por creer en mí siempre.

Mi hermana: Giovanna Michelle Izaguirre Kehrt. Por ser mi segunda madre, mi ejemplo, mi cómplice, mi amiga, por el apoyo y amor incondicional que siempre me has brindado, me has retado a ser mejor, a evolucionar y a superarme, tanto en mi carrera universitaria como en la vida. Tus exigencias no nacieron de la crítica, sino del amor, de ese deseo genuino de verme crecer y alcanzar todo lo que puedo lograr. Y lo que es más importante, me hiciste entender que los límites que a veces sentimos solo existen en nuestra mente. Gracias por estar siempre conmigo y para mí, por ser quien me aterriza cuando creo que no puedo más, me das esa fuerza y valor para continuar. Este éxito es tan tuyo como mío.

Mi Cuñado: Eddin Mauricio Prera Ventura. Por ser el hermano que la vida me ha regalado. Gracias por creer en mí, por estar presente en mis momentos más importantes, en cada desafío, escuchando mis preocupaciones y por ayudarme a soñar en grande.

Mi Sobrina: Aranthxa Christine Prera Izaguirre. Tu energía, entusiasmo y fe en mí han sido un verdadero impulso. Gracias por ser una fuente de motivación y por recordarme siempre la importancia de perseguir mis sueños.

Mi Sobrino: Yashkin Mauricio Prera Izaguirre, gracias por creer en mí, por impulsarme a no conformarme con lo que soy, sino a luchar por lo que puedo llegar a ser. Tu amor y perspectiva fresca me han inspirado a esforzarme más, a creer en mí misma y a perseguir mis sueños con determinación.

Guadalupe González: Desde que tengo memoria has estado presente en mi vida. Has sido mi confidente y apoyo incondicional, gracias por estar siempre a mi

lado, eres una parte esencial en mi historia, y siempre llevare un pedacito de gratitud para ti en mi corazón.

Eduardo
González: Tu apoyo fue silencioso pero inmenso. Tu presencia constante y palabras de aliento me acompañaron en momentos clave. Eres amigo y hermano y por eso siempre te estaré agradecida.

AGRADECIMIENTOS

Centro Universitario
de Baja Verapaz
CUNBAV – USAC

Que me dio la oportunidad de ser parte de ella. Por haber sido el espacio donde no solo adquirí conocimientos, sino también crecí como persona y profesional.

ICTA:

Por abrirme las puertas y confiar en mí, permitiéndome poner en práctica los conocimientos adquiridos en la universidad. Aprendí de la mano de profesionales, que con paciencia y dedicación, me guiaron y me permitieron entender el mundo laboral.

Asesor:

Ing. Agr. Marco Antonio Roblero, por su apoyo y guía. Su experiencia y conocimiento han sido fundamentales en cada etapa de este trabajo. Aprecio enormemente el tiempo que dedico a revisar mis borradores, su paciencia para responder a mis dudas y su compromiso con mi éxito.

Mis Catedráticos:

Los ingenieros, Abner Guzmán, Vinicio Tziboy, Rene Cordón, Ivo Garrido, Gildardo García, Fredy Milián, Orlando Flores, Juan Carlos Galeano. Por compartir su conocimiento, experiencia y sabiduría y por motivarme a alcanzar mis metas académicas y profesionales.

Mis Compañeros:

Fabiola Tobar, Darío Samayoa, Marlon Córdova, Mynor Morales, Jarvyn, Juárez, Byron Morales. Este ha sido un viaje lleno de desafíos, pero también de gran aprendizaje y momentos inolvidables. Agradezco que sin esperar nada a cambio, compartieron su conocimiento, alegrías, tristezas y esas experiencias han hecho que este proceso haya sido aún más enriquecedor.

INDICE GENERAL

CONTENIDO

PÁGINA

RESUMEN	1
CAPITULO I	2
1.1 INTRODUCCION	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. General.....	5
1.3.2. Específicos	5
1.4. MARCO REFERENCIAL	6
1.4.1. San Jerónimo	6
a. Historia:.....	6
b. Ubicación geográfica:.....	7
1.4.2. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS -ICTA-	9
a. Historia:.....	9
b. Ubicación Geográfica:	12
c. Vías de acceso:.....	13
d. Característica Biofísicas:	14
1. Clima:.....	14
2. Temperatura	14
3. Humedad Relativa:.....	15
4. Zonas de vida:.....	15
5. Suelo:.....	15
6. Flora y Fauna:.....	15
e. Extensión:	17
f. Recursos Hídricos	17
g. Infraestructura.....	17
h. Equipo.....	18
i. Recursos Humanos.....	18
j. Estructura Organizacional	20
1.5. METODOLOGIA.....	21
15.1. Fase de Campo	21
1.5.2. Fase de Gabinete	21

1.5.3. Materiales y Equipo	21
1.6. RESULTADOS	22
1.7. CONCLUSIONES	24
1.8. RECOMENDACIONES	25
1.9. BIBLIOGRAFIA	26
1.10. ANEXOS	27
CAPITULO II	30
2.1. PRESENTACION	31
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
2.3. JUSTIFICACION	34
2.4. MARCO CONCEPTUAL	35
2.4.1. SUELO:	35
a. Textura	38
b. Estructura:	38
c. Densidad:	40
d. Porosidad:	41
e. Profundidad:	42
f. Pedregosidad:	42
g. Drenaje:	43
h. Permeabilidad:	44
2.4.2. FRIJOL:	45
a. Origen:	45
b. Descripción:	46
c. Taxonomía del Frijol:	52
d. Etapa de desarrollo de la planta de frijol	52
2.4.3. ICTA Ligero:	53
a. Características Principales:	53
b. Manejo Agronómico:	54
c. Control de malezas:	54
d. Control de Plagas:	54
e. Enfermedades que afectan el cultivo de frijol:	55
2.4.4. ROYA	56
a. Taxonomía	56

2.4.5.	ORÉGANO	58
a.	Descripción del Origen:	58
b.	Morfología de la Planta:	58
c.	Clasificación Taxonómica:.....	59
d.	Compuestos orgánicos:.....	59
e.	Modo de acción en bacterias y hongos	60
f.	Usos del extracto de orégano.....	60
2.4.6.	CLOROTALONIL 720 SC	60
2.5.	MARCO REFERENCIAL	61
2.5.1.	LOCALIZACION DEL PROYECTO DE FRIJOL	61
2.5.2.	CARACTERISTICAS BIOFISICAS.....	61
a.	Clima.....	61
b.	Temperatura:.....	61
c.	Humedad relativa:	62
d.	Zonas de Vida:	62
e.	Suelo:.....	62
f.	Extensión:	63
g.	Recursos Hídricos:	63
2.6.	OBJETIVOS	64
2.6.1.	Generales:	64
2.6.2.	Específicos:	64
2.7.	HIPOTESIS	65
2.7.1.	Hipótesis Nula:.....	65
2.7.2.	Hipótesis Alternativa:	65
2.8.	METODOLOGIA.....	65
2.8.1.	Materiales experimentales	65
2.8.2.	ICTA Ligero:.....	65
2.8.3.	Extracto de Orégano:	66
2.8.4.	Diseño Experimental	66
2.8.5.	Modelo Estadístico.....	66
2.8.6.	Unidades Experimentales	67
2.8.7.	Parcela Experimental	67
2.8.8.	Croquis de Campo	68

2.8.9. Tratamientos.....	68
2.8.10. Manejo del Proyecto:	69
○ Preparación del terreno:.....	69
○ Siembra:.....	69
○ Fertilización:.....	69
○ Manejo de malezas	69
○ Aplicaciones de Extracto de Orégano:	70
○ Cosecha y Pos-cosecha:.....	70
2.8.11. Variables Respuesta:	71
a. Incidencia de Hojas dañadas por Roya en el Frijol:.....	71
b. Severidad de las hojas dañadas:.....	71
2.8.12. Análisis Estadístico	73
2.9. RESULTADOS Y DISCUSION	74
2.9.1. INCIDENCIA.....	74
2.9.2. SEVERIDAD.....	79
2.10. CONCLUSIONES.....	89
2.11. RECOMENDACIONES.....	90
2.12. BIBLIOGRAFIA	91
2.13. ANEXOS	93
CAPITULO III	102
3.1. PRESENTACION	103
3.2. OBJETIVOS	104
3.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	104
3.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	104
3.3. SERVICIO 1: APOYO EN EVALUACIÓN DE 906 LÍNEAS DE FRIJOL PARA DETERMINAR SUSCEPTIBILIDAD Y RESISTENCIA A ROYA Y MOSAICO DORADO.....	105
3.3.1. INTRODUCCION:.....	105
3.3.2. OBJETIVOS	106
a. OBJETIVOS GENERALES:	106
b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:	106
3.3.3. METAS	106
3.3.4. METODOLOGIA.....	107
3.3.5. MATERIAL Y EQUIPO.....	108

3.3.6.	RESULTADOS	108
3.3.7.	ANEXOS	109
3.4.	SERVICIO 2: ESTABLECIMIENTO DE ABONERAS DE LOMBRICES COQUETA ROJA (<i>Eisenia foetida</i>) PARA EL CONSUMO DE LOMBRICOMPOST Y LIXIVIADO DE LOMBRICES 112	
3.4.1.	INTRODUCCION.....	112
3.4.2.	OBJETIVOS	113
a.	OBJETIVO GENERAL	113
b.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	113
3.4.3.	METAS	113
3.4.4.	MATERIALES Y EQUIPO	114
3.4.5.	METODOLOGIA.....	114
3.4.6.	RESULTADOS	115
3.4.7.	ANEXOS	115
3.5.	SERVICIO 3: PROCESO DE CRUZA DE FRIJOL AMADEUS E ICTA LIGERO PARA GENERAR UNA NUEVA VARIEDAD.....	117
3.5.1.	INTRODUCCION.....	117
3.5.2.	OBJETIVO.....	117
3.5.3.	METAS	118
3.5.4.	MATERIALES Y EQUIPO	118
3.5.5.	METODOLOGIA.....	118
3.5.6.	RESULTADOS:	119
3.5.7.	ANEXOS	120
3.6.	SERVICIO 4: APOYO EN SIEMBRA DE ESQUEJES DE CAMOTE (<i>Ipomoea batatas</i>)126	
3.6.1.	INTRODUCCION.....	126
3.6.2.	OBJETIVOS	126
a.	OBJETIVO GENERAL	126
b.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	126
3.6.3.	METAS	127
3.6.4.	MATERIALES Y EQUIPO	127
3.6.5.	METODOLOGIA.....	127
3.6.6.	ANEXOS	128
3.7.	BIBLIOGRAFIA.....	131

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

PÁGINA

Figura 1. Ubicación del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz en el mapa de Guatemala...	8
Figura 2. Localización de San Jerónimo en el mapa del departamento de Baja Verapaz	9
Figura 3. Ubicación geográfica de la finca CINOR y perímetro de la misma en San Jerónimo .	11
Figura 4. Ubicación geográfica de la finca CINOR y perímetro de la misma en San Jerónimo .	12
Figura 5. Vías de acceso hacia el -ICTA- CINOR San Jerónimo B.V.....	14
Figura 6. Estructura organizacional del ICTA-CINOR	20
Figura 7. Planta de Amaranto	27
Figura 8. Planas de Amaranto	27
Figura 9. Plantas de Yuca	28
Figura 10. Plantas de frijol de crecimiento indeterminado	28
Figura 11. Cultivo de frijol para incremento.....	29
Figura 12. Cultivo de maíz.....	29
Figura 13. Desarrollo de la planta de frijol.....	52
Figura 14. La figura representa el croquis de campo de los tratamientos a evaluar en el estudio.	68
Figura 15. Escala de severidad de roya en frijol	72
Figura 16. Comportamiento de los tratamientos en cuanto a la incidencia de roya (<i>Uromyces phaseoli</i>) en el cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	78
Figura 17. Comportamiento de los resultados obtenidos en cuanto a la severidad de roya (<i>Uromyces phaseoli</i>) en el cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	81
Figura 18. Comportamiento de los tratamientos en cuanto a la severidad de roya (<i>Uromyces phaseoli</i>) en el cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	83
Figura 19. Comportamiento de los resultados obtenidos en cuanto a la severidad de roya (<i>Uromyces phaseoli</i>) en el cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	85
Figura 20. Comportamiento de los resultados obtenidos en cuanto a la severidad de roya (<i>Uromyces phaseoli</i>) en el cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	88
Figura 21. Delimitación del Área.....	93
Figura 22. Delimitación de Cada Unidad Experimental	93
Figura 23. Etiquetado de Cada Unidad Experimenta	94
Figura 24. Siembra de la Semilla.....	94
Figura 25. Semilla Germinando	95
Figura 26. Germinación a los 12 días de siembra.....	95
Figura 27. Proceso de crecimiento a los 19 días de siembra.....	96
Figura 28. Plantas a los 28 días de siembra	96
Figura 29. Extracción de roya.....	97
Figura 30. Extracción de roya.....	97
Figura 31. Plantas infectadas con Roya	98
Figura 32. Preparación de con Extracto de Orégano	98
Figura 33. Cosecha	99
Figura 34. Etiquetado de cosecha de cada unidad experimental	99

Figura 35. Proceso de secado	100
Figura 36. Proceso de Aporreo.....	100
Figura 37. Semillas recolectadas de cada unidad experimental con su etiqueta.....	101
Figura 38. Distribución de las 906 líneas de frijol.....	109
Figura 39. Cosecha de cada línea debidamente identificada	109
Figura 40. Secado de las 906 líneas, separadas por manojos.....	110
Figura 41. Toma de humedad de cada línea	110
Figura 42. Almacenamiento de cada línea.....	111
Figura 43. Cajas donde se realizó la abonera.....	115
Figura 44. Lombriz coqueta roja con materia en descomposición.....	116
Figura 45. Extracción de Lixiviado	116
Figura 46. Macetas en las que se sembraron las semillas de ICTA Ligero y Amadeus.....	120
Figura 47. Semillas germinadas.	120
Figura 48. Macetas identificadas	121
Figura 49. Proceso de crecimiento	121
Figura 50. Plantas en Crecimiento.....	122
Figura 51. Floración.....	122
Figura 52. Flor lista para abrir.....	123
Figura 53. Flor con estambre polinizado de otra flor	123
Figura 54. Cruza de ICTA Ligero y Amadeus	124
Figura 55. F1 de Amadeus polinizado con ICTA Ligero	124
Figura 56. Bolsas sembradas con F1 de Amadeus x ICTA Ligero y F1 de ICTA Ligero x Amadeus.....	125
Figura 57. F1 Germinadas con F1 de Amadeus x ICTA Ligero y F1 de ICTA Ligero x Amadeus	125
Figura 58. Esquejes de Camote listos para sembrar	128
Figura 59. Siembra de los Esquejes de Camote	129
Figura 60. Bandejas de Propagación sembradas con Esquejes de Camote	129
Figura 61. Esquejes de Camote ya listos para trasplante	130

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1. Flora presente en ICTA- CINOR.....	16
Tabla 2. Fauna presente en ICTA- CINOR.....	16
Tabla 3. Resultados de FODA	22
Tabla 4. Clasificación de la porosidad.....	41
Tabla 5. Clasificación de la profundidad.....	42
Tabla 6. Clasificación de la pedregosidad.....	42
Tabla 7. Clasificación de drenaje de los suelos.....	44
Tabla 8. Taxonomía de la planta de Frijol	52
Tabla 9. Taxonomía de Roya	56
Tabla 10. Taxonomía de la plata de orégano	59
Tabla 11. Descripción de la escala de severidad de roya en frijol	73
Tabla 12. Datos obtenidos en la evaluación de Roya en el Cultivo de Frijol Variedad ICTA Ligero	74
Tabla 13. Resumen del Porcentaje de Incidencia de Roya en el Cultivo de Frijol ICTA Ligero..	75
Tabla 14. Tabla de datos de incidencia explicados por el modelo	76
Tabla 15. Cuadro de análisis de varianza sobre incidencia.....	76
Tabla 16. Tabla de medias de Incidencia.....	77
Tabla 17. Datos de las lecturas tomadas sobre severidad de roya (<i>Uromyces phaseoli</i>) en el cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) variedad ICTA Ligero.	79
Tabla 18. Datos sobre severidad explicados por el modelo	80
Tabla 19. Cuadro de análisis de varianza para datos de severidad.....	80
Tabla 20. Medias del análisis de severidad.....	81
Tabla 21. Datos de Severidad explicados por el modelo	82
Tabla 22. Análisis de varianza para datos de severidad.....	82
Tabla 23. Datos sobre severidad explicados por el modelo	84
Tabla 24. Análisis de varianza para datos de severidad.....	84
Tabla 25. Medias del análisis de severidad.....	85
Tabla 26. Datos sobre severidad explicados por el modelo	86
Tabla 27. Análisis de varianza para datos de severidad.....	86
Tabla 28. Medias del análisis de severidad.....	87

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado EPS de la Carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, del Centro Universitario de Baja Verapaz CUNBAV, de la Universidad de San Carlos de Guatemala USAC, se realizó en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, San Jerónimo Baja Verapaz

Como parte de EPS se realizaron tanto el diagnóstico como los servicios técnicos agrícolas en el ICTA San Jerónimo Baja Verapaz, para ello el diagnóstico se realizó tanto en campo como en gabinete mientras que los servicios técnicos agrícolas se realizaron en diferentes actividades de apoyo en evaluaciones y procesos principalmente en el programa de frijol y en menor proporción se dio apoyo al programa de hortalizas.

Durante el diagnóstico realizado en el programa de frijol del ICTA San Jerónimo Baja Verapaz se identificó el problema de la incidencia y severidad de una enfermedad causada por el hongo de la roya (*Uromyces phaseoli*). Este patógeno afecta directamente a la planta disminuyendo así el rendimiento y la producción del frijol.

Con la infestación de la Roya en el cultivo de frijol y tomando en consideración la importancia que tiene este cultivo para la dieta alimentaria de la población guatemalteca, especialmente en el área rural. En el programa de frijol ICTA San Jerónimo Baja Verapaz y el EPS, se planeó realizar una investigación científica para el control de dicha enfermedad a través de **la EVALUACIÓN DE CUATRO CONCENTRACIONES DE EXTRACTO DE OREGANO (*Lippia graveolens* Kunth) PARA EL MANEJO DE ROYA (*Uromyces phaseoli*) EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) VARIEDAD ICTA LIGERO.**

Los extractos de plantas han surgido como prometedoras soluciones biológicas. Siendo así la alternativa para la investigación. La utilización de un producto orgánico, siendo este un extracto de orégano (*Lippia graveolens* Kunth).



CAPITULO I
DIAGNOSTICO PARTICIPATIVO REALIZADO EN EL INSTITUTO DE CIENCIA Y
TECNOLOGIA AGRICOLAS ICTA, SAN JERONIMO BAJA VERAPAZ

1.1 INTRODUCCION

El diagnóstico fue realizado en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en San Jerónimo Baja Verapaz. Se realizó un diagnóstico a nivel de campo y gabinete, de esta manera se observaron algunas de las condiciones actuales de la institución en cuanto a los programas que se efectúan.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) fue creado como una institución para generar y promover el uso de la ciencia y la tecnología en el sector agrícola de Guatemala. El ICTA cuenta con el Centro Regional de Investigación del Norte (CINOR) el cual tiene una cobertura en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y El Quiché. El CINOR tiene como función principalmente: generar, acumular, integrar y difundir información tecnológica y científica acerca de los recursos renovables (agua, suelo, bosques y biodiversidad agropecuaria). Así también, el CINOR cuenta con la producción de semillas de granos básicos, las cuales son distribuidas a los agricultores.

El diagnóstico dio a conocer las distintas actividades que se realizan en cada uno de los programas de investigación, que posee el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas – ICTA- -CINOR- los cuales son, Programa de Frijol, Programa de Maíz, Programa de Hortalizas, Programa de Sorgo.

Cada programa está estructurado y organizado para la implementación y ejecución de proyectos de investigación que generan resultados que contribuyan a la solución de problemas que afecta los cultivos, especialmente los granos básicos que son parte de la dieta alimenticia de los guatemaltecos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- -CINOR- en el municipio de San Jerónimo, departamento de Baja Verapaz, la producción con fines de investigación de diferentes especies vegetales, se realiza bajo un modelo de producción convencional, haciendo uso de agroquímicos con altos costos de intercambio pero necesarios debido a la proliferación de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos perjudicando a los productores, el fin de utilizar estos productos es llevar a fin las producciones.

El uso de agroquímicos en el modelo de producción agrícola convencional, ha dejado una marcada huella ambiental y social, esto debido a la desestabilización de las cadenas alimentarias, puesto que las biosidas son poco selectivos, atacan tanto a organismos Fito-patogénicos como a organismos benéficos. La alta capacidad de los organismos Fito-patogénicos de adaptación (resistencia) de las moléculas químicas de los biosidas, aunada a la irresponsabilidad de los agricultores en el uso inadecuado de los productos, ha provocado una rápida obsolescencia de muchos productos, forzando a la utilización de productos cada vez más fuertes o tóxicos en las actividades agrícolas.

El uso de productos residuales, altamente tóxicos y aplicados de manera indiscriminada por parte de los agricultores, lleva consigo un alto riesgo para la salud del consumidor a corto y largo plazo y reduce la competitividad de los productores al no tener acceso a más y mejores mercados, debido a las altas demandas de estos por la inocuidad de los alimentos.

Ya que la agricultura de infra-subsistencia y subsistencia representa el 96% de los productores ocupando de esta manera el 20% del área cultivable del país, este grupo el cual está conformado en gran parte por población indígena la cual presenta condiciones de pobreza o pobreza extrema y altos índices de analfabetismo es de suma importancia encontrar una solución viable.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

- Observar las actividades realizadas en los procesos de investigación que se desarrollan en los programas en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) del Centro Regional de Investigación del Norte (CINOR) en San Jerónimo Baja Verapaz.

1.3.2. Específicos

- Realizar un plan de diagnóstico en el área del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) del Centro Regional de Investigación del Norte (CINOR) en San Jerónimo Baja Verapaz.
- Identificar las labores realizadas en los programas de investigación del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) del Centro Regional de Investigación del Norte (CINOR) en San Jerónimo Baja Verapaz.
- Contribuir a generar información para el programa de frijol en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) del Centro Regional de Investigación del Norte (CINOR) en San Jerónimo Baja Verapaz.
- Colaborar en las distintas actividades del programa de frijol en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) del Centro Regional de Investigación del Norte (CINOR) en San Jerónimo Baja Verapaz.

1.4. MARCO REFERENCIAL

1.4.1. San Jerónimo

a. Historia:

Luego de la conquista pacífica de las Verapaces en 1544 por parte de los frailes dominicanos, Fray Bartolomé de las Casas, Rodrigo Labrada, Pedro Angulo y Luis Cáncer. Entre los años 1549 y 1560 se funda la Hacienda San Jerónimo (en ese tiempo se escribía con G el nombre del ahora municipio), durante la época de la Colonia, aquí se encontraban las mejores haciendas y viñedos de los dominicos y de aquí salía el mejor vino del Reino de Guatemala, la hacienda era productora de ganado mayor. (deguate.com, 2016)

El Rey Carlos V de España, busca un lugar para fundar un ingenio azucarero, y en 1550 se fundó el convento de San Jerónimo y la primera plantación de azúcar en América Central fue fundada en San Jerónimo. (deguate.com, 2016)

En 1601 se funda el primer ingenio azucarero por Fray Rafael Luján. Originalmente el área del convento servía sólo para ganado cuando lo recibieron en donación en 1579, pero los dominicos la utilizaron para cultivar caña de azúcar; un ingenio azucarero requería una inversión inicial mucho mayor que un obraje de añil o una estancia ganadera por lo que solamente las órdenes regulares podían invertir en ellos. La hacienda llegó a ser el patrimonio más importante del reino español en América Central por su producción de azúcar, cochinilla, uvas, vinos y verduras. La hacienda llegó a ser tan prospera que acuñó su propia moneda, en ella trabajaban esclavos provenientes de Jamaica, Isla de Guinea y El Congo, cuya vestimenta era una especie de gabanes llamados exquifosones y utilizaron el hierro para marcarlo llamado Casimba. (deguate.com, 2016)

En 1769, la hacienda ya producía 3,125 arrobas de azúcar y albergaba más de cinco mil cabezas de ganado, La hacienda contaba con un excelente suministro de agua. La

hacienda originalmente se componía de 405 caballerías y 7 centésimas, pero al practicar nuevos planos se redujo a 343 caballerías y un cuarto. Entre 1822 y 1823 se logra la independencia de la hacienda. (deguate.com, 2016).

Debido a las dimensiones de la hacienda, los dominicos entraron en conflicto con los indígenas de los pueblos vecinos, pues estos veían como sus propiedades quedaban cercadas por la finca de los religiosos, a veces sin respetar la legua cuadrada que por ley les correspondía de colindancia. En cuanto a la mano de obra, los frailes tenían numerosos esclavos negros e indígenas de repartimiento trabajando para ellos; de hecho, junto con las otras órdenes regulares abogaron para que la institución del repartimiento forzoso de indígenas no se aboliera a mediados del siglo XVIII. (deguate.com, 2016)

San Jerónimo se declara como población en 1834, siendo su primer alcalde el SR. José Carter. En 1890, la crisis se agravo, ya que indígenas y mestizos habían invadido las regiones más alejadas de la hacienda y habían robado madera y cultivos, quemado algunos campos, dañado el sistema de riego y mutilado ganad, finalmente una turba enardecida incendio el ingenio azucarero y ataco al capataz de la hacienda, cuando la situación llego a este punto, los propietarios pusieron el caso en manos del Embajador inglés, quien después de negociar con el gobierno liberal que sabía que sus propios oficiales habían apoyado y promovido el ataque se acordó expulsar a los invasores e indemnizar a los propietarios con 14,000 pesos guatemaltecos, también se acordó comprar una porción de la hacienda para que se establecieran algunos pobladores y ceder la iglesia al nuevo poblado. (deguate.com, 2016)

b. Ubicación geográfica:

Es un municipio del departamento de Baja Verapaz en la República de Guatemala, San Jerónimo está ubicado en el norte del país, posee una extensión territorial de 464 Km², sus colindancias son al norte y oeste con la cabecera municipal Salamá, al sur y este con el municipio de Morazán, en el departamento de El Progreso. Sus coordenadas son 15°03'46"N 90°14'21"O, cuenta con una altitud de 1021 m.s.n.m. (SEGEPLAN, 2018).

Se encuentra a 10 kilómetros de la cabecera departamental y a 150 kilómetros de la ciudad capital. El municipio está dividido en 1 pueblo (San Jerónimo), 12 aldeas: El Astillero, El Cacao, El Jícaro, Matanzas, Los Jocotes, El Paraíso, San Isidro, Santa Bárbara, Santa Catarina, Santa Cruz, Tasquehuite, Vega del Chile y 29 caseríos: Santa Úrsula, La Cumbre, Astillero, El Duraznito, El Coyalito, Los Achiotes, San Gabrielito, El Durazno, Durazno, La Laguna, Los Cerritos, El Naranjo, Las Vegas, Manzanarrosa, Monterrico, San Juan, San Isidro Abajo, El Aguacate, El Hornito, El Trapichito, Las Carboneras, Piedras Blancas, El Ceibillal, San Antonio, San José, Santa Catarina Arriba, Sibabaj, El Terrero, Las Tapias, Palo Verde. (SEGEPLAN, 2018)

En su territorio está la Sierra de Las Minas, tiene las montañas Miranda, La Laguna y Santa Cruz, el Cerro Tres Rostros y el Valle de Salamá. Lo cruzan 15 ríos, 4 riachuelos y 20 quebradas. (SEGEPLAN, 2018)

Figura 1. Ubicación del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz en el mapa de Guatemala



Fuente: Tomada de <https://es.wikipedia.org>

Figura 2. Localización de San Jerónimo en el mapa del departamento de Baja Verapaz



Fuente: Tomada de <https://es.wikipedia.org>

1.4.2. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS -ICTA-

a. Historia:

En 1930, inició la investigación agrícola en Guatemala con el Instituto Químico Agrícola Nacional, que realizó estudios mineralógicos, geológicos y de fertilidad del suelo. Fue la primera institución que realizó estudios agrícolas con el propósito de dar pautas para mejorar la tecnología de la agricultura del país. (<https://www.icta.gob.gt/historia>)

En 1944, se fundó el Instituto Agropecuario Nacional (IAN), como una organización cooperativa entre cultivadores de Cinchona (Costa Rica) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (<https://www.icta.gob.gt/historia>)

En 1945, el IAN asumió la responsabilidad de efectuar investigaciones en maíz, frijol, arroz, trigo, café y hule. (<https://www.icta.gob.gt/historia>).

En 1954, se creó el Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura, (SCIDA) el que sustituyó al IAN. El SCIDA, fue parte de la cooperación interamericana de ese entonces, entre Estados Unidos y los países de Centro América, Razón por la que dichos servicios se ubicaron en varios países de Latinoamérica. (<https://www.icta.gob.gt/historia>)

En 1970, aprovechando la dinámica del recién formado Sector Público Agrícola con las nuevas organizaciones: DIGESA, INDECA y BANDESA, en los primeros meses de ese año se sometieron a consideraciones del MAGA y SEGEPLAN, la idea de formar un instituto de investigación agrícola descentralizado, autónomo, con la facultad de regirse a sí mismo para concebir, planificar y ejecutar sus estrategias de trabajo, tanto en el orden técnico-científico como en su administración. (<https://www.icta.gob.gt/historia>)

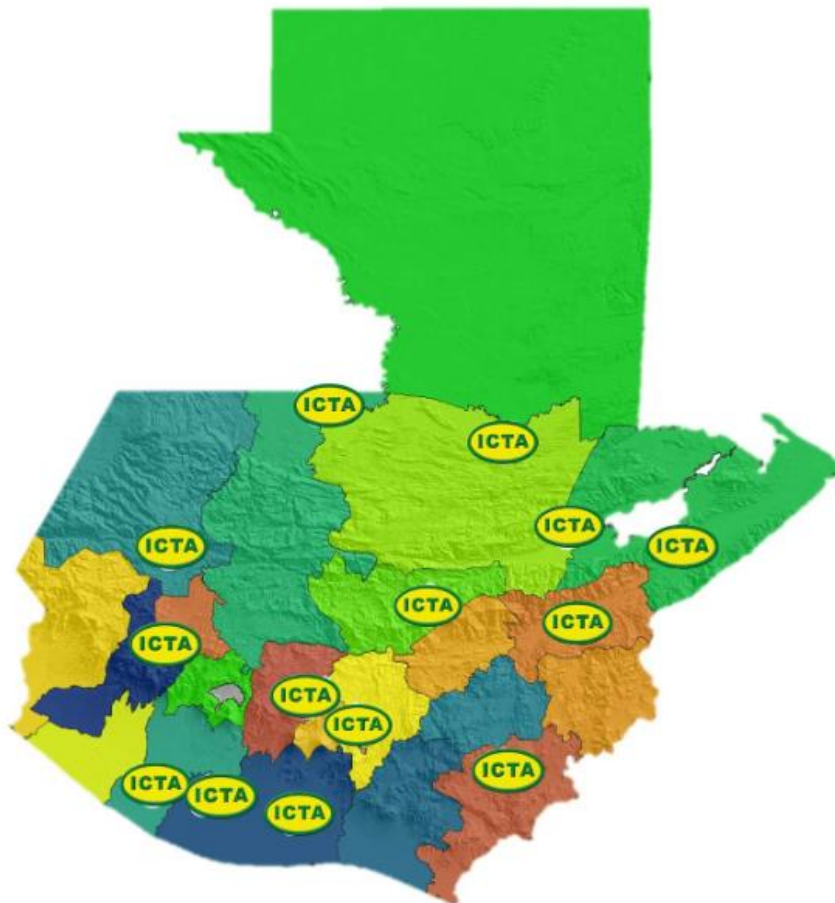
Entre 1971 y 1973 se formaron cinco grupos de trabajo, con científicos de varias nacionalidades, latinoamericanos y guatemaltecos con el apoyo de la Fundación Rockefeller y la USAID, elaboraron cinco documentos, que sirvieron de guía para la formación final del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), creada según decreto No. 68-72, Ley Orgánica del ICTA, emitida el 24 de octubre de 1972 y publicado el 22 de noviembre del mismo año, el 10 de mayo de 1973 iniciando su funcionamiento. Se divide en varias sedes regionales, en la que destaca el Centro de Innovación Tecnológica del Norte (CINOR), esta abarca los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y El Quiché. (<https://www.icta.gob.gt/historia>)

El ICTA nació como una estrategia evolucionada al sistema clásico de investigación, donde su mayor peculiaridad consistió en considerar la investigación en finca, con la participación de los agricultores, como un elemento fundamental e inseparable de dicha estrategia. Todo el trabajo de investigación que se realiza en la sede de investigación del ICTA, depende y pretende tener un fin práctico a nivel de finca con los agricultores, es una etapa avanzada de todo el proceso de generación y adaptación de tecnología que realiza el ICTA. (<https://www.icta.gob.gt/historia>)

Dentro de los centros que pertenecen al ICTA están, CINOR (Centro de Innovación Tecnológica del Norte), CIOR (Centro de Innovación Tecnológica del Oriente), CISUR (Centro de Innovación Tecnológica del Sur), CIALC (Centro de Innovación Tecnológica del), CIALO (Centro de Innovación Tecnológica de). (<https://www.icta.gob.gt/historia>)

El centro de investigación del norte tiene como función: generar, acumular, integrar y difundir información tecnológica y científica acerca de los mejores manejos de los recursos renovables (agua, suelo, bosques y biodiversidad agropecuaria). CINOR resalta por distinguir semillas de granos básicos, beneficiando a agricultores colindantes, gracias a los experimentos realizados en varias áreas para determinar la adaptabilidad del cultivo. (<https://www.icta.gob.gt/historia>)

Figura 3. Ubicación geográfica de la finca CINOR y perímetro de la misma en San Jerónimo



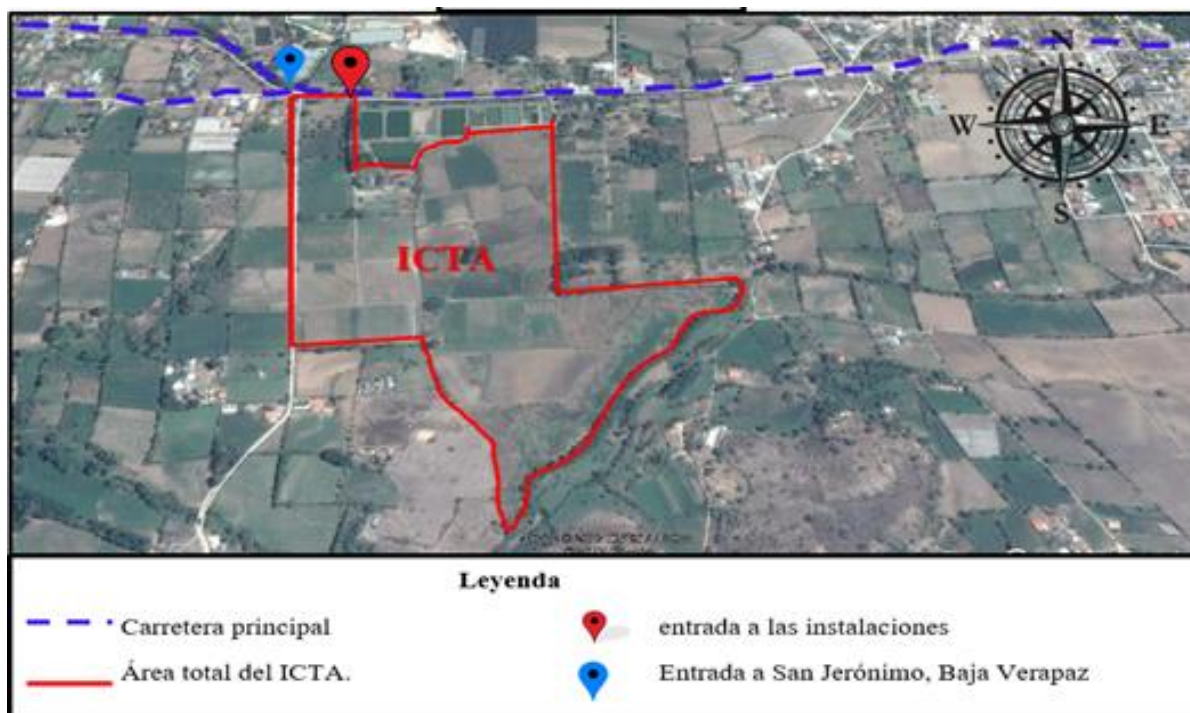
Fuente: (<https://www.icta.gob.gt/historia>)

b. Ubicación Geográfica:

La estación del Centro de Investigación del Norte (CINOR) del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-, Comprende los departamentos de Peten, Izabal, Baja Verapaz y parte norte del departamento de Quiche. En el municipio de San Jerónimo Baja Verapaz se encuentra ubicado el instituto de ciencia y tecnología agrícolas -ICTA-, se encuentra en el kilómetro 146.5 ruta nacional número 17 a 10 kilómetros de la cabecera departamental Salamá. (Corazón, 2016)

Según las coordenadas (GTM) el ICTA se encuentra ubicado en: latitud $15^{\circ}03'39.6''$ y longitud $90^{\circ}15'18.8''$ de San Jerónimo Baja Verapaz. (Corazón, 2016)

Figura 4. Ubicación geográfica de la finca CINOR y perímetro de la misma en San Jerónimo



Fuente: (Caal. 2017)

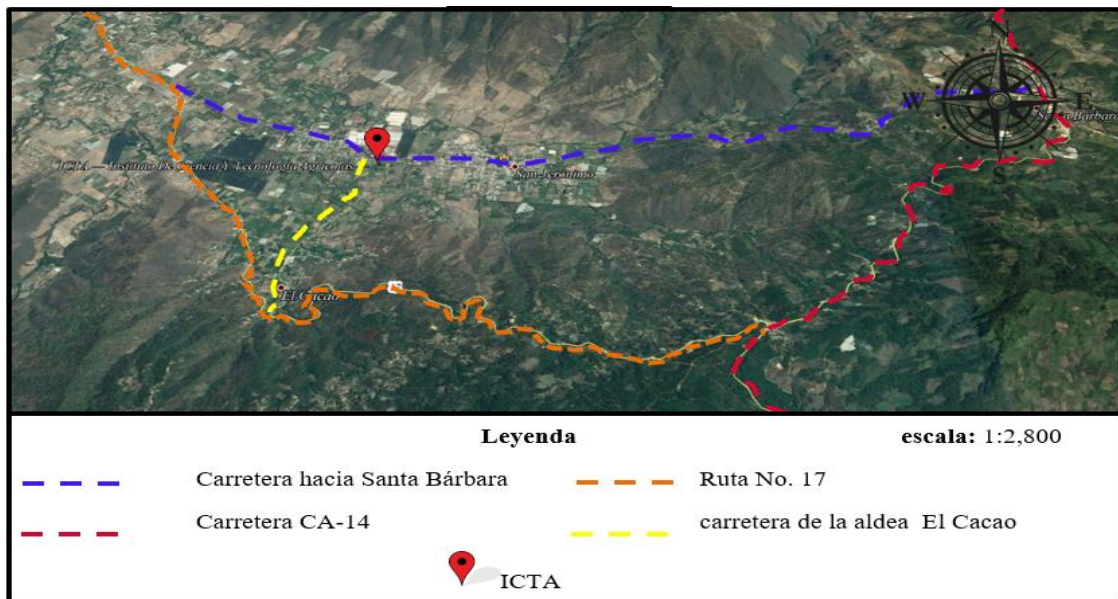
c. Vías de acceso:

Para llegar desde la ciudad capital hacia Salamá y posteriormente a San Jerónimo Baja Verapaz, lugar donde se localiza el CINOR, se debe trasladar por la carretera Jacobo Arbenz Guzmán/ CA-9N un total de 87 kilómetros, para luego llegar al cruce del Rancho, El Progreso; se debe seguir la carretera 14/ CA-14 otros 65 kilómetros para llegar al centro de Salamá B.V. seguidamente se procede a conducir por la carretera 17/ CA-17 un total de 8.5 kilómetros para finalmente ubicar el –ICTA- CINOR en el costado derecho de la carretera. (Caal. 2017)

Para llegar desde el centro de la ciudad de Cobán Alta Verapaz, hasta el cruce para San Jerónimo se debe conducir a través de la carretera 14/ CA-14 un total de 91 kilómetros; del cruce hasta el –ICTA- CINOR se utiliza la carretera 17/ CA-17 recorriendo 3 kilómetros hasta ubicarlo en el costado derecho de la carretera. (Caal. 2017)

La principal vía de acceso es la carretera asfaltada que conduce hacia Salamá ruta No.17, como rutas alternas se encuentran: La aldea El Cacao y aldea Santa Bárbara; cada una con camino de terracería. Pueden ser observadas a continuación en la siguiente figura. (Caal. 2017).

Figura 5. Vías de acceso hacia el -ICTA- CINOR San Jerónimo B.V.



Fuente: (Caal. 2017).

d. Característica Biofísicas:

1. Clima:

El municipio de San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz el clima, según el Instituto de Sismología, Vulcanología e Hidrología, es cálido con tendencia a ser templado en época lluviosa que va del mes de mayo a octubre y a los meses al final del año. (INSIVUMEH, 2017).

2. Temperatura

Según estadísticas del INSIVUMEH, 2017, el municipio de San Jerónimo Baja Verapaz, se mantiene en una temperatura mínima de 14.9° C y una máxima de 28.3° C con una media de 22.5° C. (INSIVUMEH, 2017).

3. Humedad Relativa:

En el municipio de San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz de acuerdo a los datos proporcionados por el INSIVUMEH extraídos en el año 2017 tiene una humedad relativa de 72 % anual. (INSIVUMEH, 2017).

4. Zonas de vida:

Conforme a la clasificación de zonas de vida de Leslie Holdridge, a nivel de reconocimiento en San Jerónimo, Baja Verapaz, Predomina la zona de vida identificada como: Bosque seco subtropical cálido (bs-SC). (Caal, 2017)

5. Suelo:

La institución ICTA-CINOR se ubica en la parte central del valle, por lo que la topografía del lugar se presenta en un 98% del total de extensión territorial menor a 1% de pendiente, y el 2% restante presenta 5% de pendiente respectivamente, propiciando una adecuada producción agrícola, con suelos altamente fértiles y texturas que varían de franco arcillosa a franco arenosa que facilita la adaptación de diversos cultivos. Según Simmons (1959) los suelos presentes en el municipio de San Jerónimo Baja Verapaz son Civijá (Ci) y Marajuma (Mj) respectivamente. (Hernández, 2012).

6. Flora y Fauna:

En la tabla 1 y 2 se describen la flora y fauna respectivamente presente en el centro regional de investigación del norte del ICTA.

Tabla 1. Flora presente en ICTA- CINOR

Nombre Común	Nombre Científico
Pino	Pinus sylvestris
Ciprés	cupressus sempervirens
Ceiba	Ceiba pentandra
Bambú	Phyllostachys aurea
Aguacate	Persea americana
Palo Blanco	Calycophyllum multiflorum
Mango	Mangifera indica
Almendro	Terminalia catappa
Cuje	Inga spuria
Zapote	Pouteria sapota
Níspero	Eriobotrya japonica
Izote	Yucca gloriosa
Pony	Beaucarnea
Llamarada	Pyrostegia venusta
Banano	Musa paradisiaca
Caña	Saccharum officinarum

Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Tabla 2. Fauna presente en ICTA- CINOR

Nombre Común	Nombre Científico
Conejo	Oryctolagus cuniculus
Zanate	Quiscalus quiscula
Barba amarilla	Bothops atrox
Coralillo	Micrurus fulvius
Ratón común	Mus musculus
Perro	Canis lupus familiaris
Gato	Felis catus

Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

e. Extensión:

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA- CINOR, cuenta con 246,960 metros cuadrados (24.7 hectáreas) en esta área se cultivan: Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) , Trigo (*Triticum spp*), Maíz (*Zea mays*), Frijol (*phaseolus vulgaris*), Yuca (*Manihot esculenta*), Camote (*Ipomoea batata*), Trigo (*Triticum spp*) y Sorgo (*Sorghum spp*), con la finalidad de caracterizar variedades para que posteriormente se libere semilla resistente a la variación de las condiciones ambientales, así como a plagas y enfermedades, que ayude a los productores agrícolas a generar alimentos para subsistencia sin necesidad de invertir en actividades de manejo de los cultivos tras haber sido establecidos.

f. Recursos Hídricos

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA- CINOR, cuenta con canales que se encuentran estratégicamente ubicados por medio de los cuales se distribuye el riego necesario para los cultivos y la entidad encargada de prestar el servicio es la Asociación de Usuarios de la Unidad de Riego (AURSA)

g. Infraestructura

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, cuenta con instalaciones adecuadas para la realización de los programas y actividades que ahí se desarrollan:

- a. Canales de distribución de agua, los cuales se encuentran dispersos de manera estratégica en toda el área, estos canales abastecen de agua a las parcelas para el riego de los cultivos establecidos.
- b. Tres galpones los cuales son utilizados para resguardar los vehículos, para los insumos y para la cosecha de los cultivos.

- c. Una bodega para el almacenamiento de insumos, el almacenamiento de fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, el equipo de aplicación y las herramientas utilizadas en el campo.
- d. Oficinas técnico administrativas, para el proceso administrativo de la institución y la realización de la fase de gabinete de investigación.
- e. Laboratorio el cual se encuentra fuera de servicio, aunque cuenta con adaptaciones para realizar estudios de suelo
- f. Un salón de reuniones el cual únicamente se utiliza cuando se realizan cuando es necesario.
- g. Guardianía: la cual está situada en la entrada de la institución, es la encargada de la seguridad e inspección del ingreso a la institución de visitantes, personal y agricultores.

h. Equipo

El –ICTA- CINOR cuenta con el siguiente equipo para realizar sus labores cotidianas:

- a. Azadones.
- b. Tijera de poda.
- c. Cubetas plásticas.
- d. Tractor.
- e. Mochilas de aspersión.
- f. Toneles para mezclas de 200 litros.
- g. Pick up.
- h. Sifones para bombeo y distribución de agua.

i. Recursos Humanos

1. Director regional:

Encargado de la sede regional, vela por el cumplimiento y ejecución de actividades.

2. Encargados de los programas de investigación:

Tienen a su cargo la ejecución de los programas de mejoramiento e investigación de los cultivos.

3. Auxiliares de investigación:

Trabajan de acuerdo a lo cronogramas y programaciones establecidas dentro del programa que les corresponde.

4. Guardianes:

Ellos son los responsables de la seguridad de la institución, el registro del ingreso y egreso del personal y visitantes.

5. Secretaria:

Es la encargada de la administración y revisión de documentos de la institución, estructuración y elaboración de actas.

6. Jornaleros:

Son los encargados del trabajo en campo.

7. Conserje:

Es el encargado de las labores de limpieza dentro de las instalaciones de la institución.

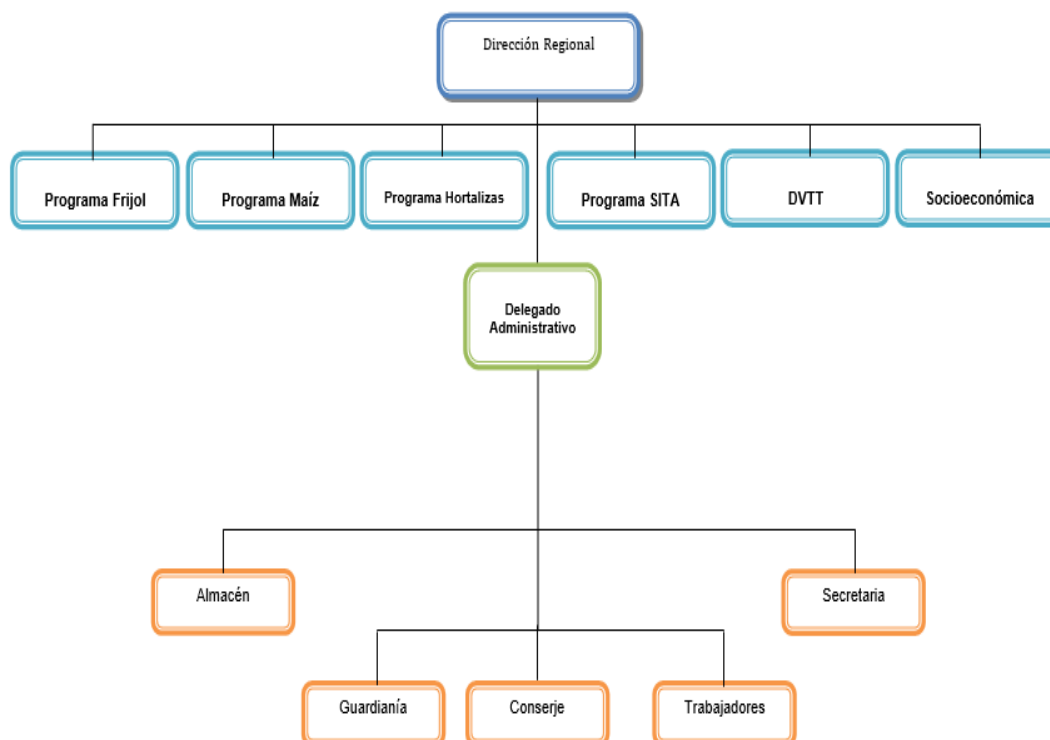
8. Encargado de almacén:

Es el encargado de suministrar los insumos que se utilizan para las actividades de campo para el manejo del cultivo, lleva el control de los insumos que se utilizan.

j. Estructura Organizacional

Todo el Personal está sujeto al director

Figura 6. Estructura organizacional del ICTA-CINOR



Fuente: Thauico, 2016

1.5. METODOLOGIA

La elaboración del Diagnostico se realizó en dos fases las cuales son la fase de gabinete y la fase de campo.

15.1. Fase de Campo

Para esta fase se realizó el levantamiento de datos en campo, se observó el área y se hicieron entrevistas, se realizó un FODA de cada uno de los programas y de esta manera se unificaron los problemas que intervienen en cada uno de los programas.

1.5.2. Fase de Gabinete

Se recopiló información básica sobre las instalaciones del ICTA CINOR, de dicha información se observaron aspectos generales del área como localización, clima, topografía, productividad, aspectos económicos y sociales.

1.5.3. Materiales y Equipo

- a. Libreta de Campo
- b. Fichas
- c. Computadora
- d. Celular
- e. Impresora

1.6. RESULTADOS

Al realizar la herramienta FODA estos fueron los resultados basados a la información recabada.

Tabla 3. Resultados de FODA

<u>FORTALEZAS</u> • Personal Capacitado • Extensión Territorial • Maquinaria • Equipo • Instalaciones • Conductos de Riego	<u>DEBILIDADES</u> • Falta de Presupuesto • Poca o escasa Mano de Obra Para trabajar en los Proyectos • Descuentos por empresas Agroquímicas • Debilitación y Degradación de los suelos • Suelos ociosos.
<u>OPORTUNIDADES</u> • Agricultores Innovadores • Trabajo conjunto con MAGA • Trabajo Conjunto con las demás sedes del ICTA	<u>AMENAZAS</u> • Cultivos Aledaños • Contaminación en la Red de Riego • Falta de Interés del Gobierno

Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

La identificación de la situación actual de la institución ICTA, en la cual se realizaron entrevistas y se recopiló información de documentos para conocer la historia de la institución y cada uno de los programas que se emplean, en la institución se realizan los mejoramientos genéticos a cada uno de los cultivos y de esta manera poder apoyar a la alimentación de los habitantes del país.

Los programas que posee ICTA CINOR

1. Programa de Frijol: Evaluando la resistencia y adaptabilidad de cuatro variedades las cuales son (ICTA Ligero, ICTA Hunapú, ICTA Pecho Amarillo, ICTA Chortí) maneja un aproximado de 1000 líneas en la investigación.
2. Programa de Maíz: Al igual que los demás programas, incrementa y evalúa variedades y líneas de maíz.
3. Programa de Hortalizas: incrementa y hace análisis a variedades y líneas de Yuca, Camote y Amaranto.
4. Programa de Semillas: Se encarga del incremento de semillas.
5. Validación: lleva las variedades de semillas a los agricultores y demuestra la calidad y beneficios que aportan las semillas del ICTA.

Ubicación de las prácticas:

Actualmente la institución está situada en san Jerónimo Baja Verapaz, en el área del ICTA CINOR se realizan las evaluaciones de líneas y variedades de frijol y maíz, así como también de yuca, camote y amaranto en el programa de hortalizas.

Dichas investigaciones se realizan con el fin de incrementar semilla de variedades ya establecidas, y de combinar las características de resistencia a plagas, enfermedades y sequilla que poseen las líneas que se evalúan.

1.7. CONCLUSIONES

- La institución ICTA CINOR, actualmente cuenta con los proyectos de mejoramiento líneas, e incrementación de las variedades en cada uno de los programas, programa de frijol, Maíz, Hortalizas, obteniendo de esta manera semillas mejoradas para que luego el programa de validación traslada las variedades a los agricultores innovadores y de esta manera montar parcelas demostrativas y dar a conocer los beneficios que poseen las variedades del ICTA CINOR.
- Dentro de las problemáticas que se pudieron determinar dentro del diagnóstico, se encuentra la proliferación de malas hierbas ocasionando de esta manera que se dificulte el desarrollo del cultivo.
- El ICTA CINOR para el control de Malezas, plagas y enfermedades utiliza solo productos agroquímicos, de esta manera se degrada el suelo, se crea resistencia para plagas y enfermedades y el costo se eleva en la producción.
- Siendo uno de los limitantes el factor económico. Dificultando de esta manera la obtención de mano de obra para manejar todos los ensayos que se requieren, atrasando así el proceso de cada actividad.

1.8. RECOMENDACIONES

- Es necesaria la implementación de productos orgánicos, para empezar a recuperar la calidad físico química del suelo y de esta forma lograr la estabilidad de un suelo fértil.
- La rotación de cultivos, para que no se presente de alguna manera la contaminación por la existencia de semillas de líneas o variedades de cosechas anteriores.
- Utilizando productos orgánicos de fácil adquisición, reduciendo así el presupuesto necesario.
- Vincular practicantes en EPS con enfoque social en alianzas estratégicas para la validación externa y como medio de difusión y distribución de tecnología agrícola (semillas o materiales vegetales mejorados).
- La implementación de Frijol Abono en las áreas de suelo ocioso, ya que son fuente de Nitrógeno, para posteriormente poder sembrar en ellas.

1.9. BIBLIOGRAFIA

- [https://www.ecured.cu/San_Jer%C3%B3nimo_\(Baja_Verapaz\)](https://www.ecured.cu/San_Jer%C3%B3nimo_(Baja_Verapaz))
- [https://es.wikipedia.org/wiki/San_Jer%C3%B3nimo_\(Baja_Verapaz\)](https://es.wikipedia.org/wiki/San_Jer%C3%B3nimo_(Baja_Verapaz))
- <http://www.deguate.com/municipios/pages/baja-verapaz/san-jeronimo/historia.php>
- <http://desarrollohumano.org.gt/sites/default/files/15%20Fasciculo%20Baja%20Verapaz.pdf>
- <http://www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=8274>
- <https://departamentos.deguate.com/baja-verapaz/historia-del-municipio-de-san-jeronimo-baja-verapaz/>
- <https://www.guatevalley.com/municipio/san-jeronimo-baja-verapaz>
- <https://docplayer.es/209747066-universidad-mariano-galvez-de-guatemala-facultad-de-ciencias-de-la-administracion-escuela-de-gestion-publica.html>
- Aprende.guatemala.com/historia/geografía/municipio-de-san-jeronimo-baja-verapaz/

1.10. ANEXOS

Figura 7. Planta de Amaranto



Fuente: Elaboracion propia EPSA 2019

Figura 8. Planas de Amaranto



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 9. Plantas de Yuca



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 10. Plantas de frijol de crecimiento indeterminado



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 11. Cultivo de frijol para incremento



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 12. Cultivo de maíz



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019



CAPITULO II

Evaluación de cuatro concentraciones de extracto de orégano (*Lippia graveolens* Kunth) para el manejo de Roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad ICTA Ligero en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA, San Jerónimo, Baja Verapaz

2.1. PRESENTACION

La investigación realizada durante el Ejercicio Profesional Supervisado, EPS del Centro Universitario de Baja Verapaz CUNBAV de la Universidad de San Carlos de Guatemala USAC. Se planeó en el uso del extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) como fungicida natural, para el control de roya (*Uromyces phaseoli*), en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). En un contexto donde la agricultura enfrenta desafíos como la resistencia de los hongos a fungicidas químicos y la creciente preocupación por la sostenibilidad, es fundamental explorar alternativas que minimicen el impacto ambiental y mejoren la salud de los ecosistemas agrícolas. El orégano (*Lippia graveolens Kunt*), conocido por sus propiedades antibacterianas y antifúngicas, ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones, destacando su capacidad para inhibir el crecimiento de hongos.

El uso de extractos naturales como alternativas a los fungicidas químicos ha ganado relevancia en la agricultura moderna, dado el creciente interés por prácticas más sostenibles y la búsqueda de soluciones menos perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana. Este estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad del extracto de orégano en el control de la roya del frijol. A través de ensayos experimentales, se analizará la capacidad del extracto para reducir la incidencia y severidad de la enfermedad. Los resultados de esta investigación no solo contribuirán al desarrollo de estrategias de manejo más sostenibles, sino que también ofrecerán una alternativa viable a los fungicidas químicos, promoviendo prácticas agrícolas más responsables y amigables con el medio ambiente.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, San Jerónimo Baja Verapaz, cuenta con un programa de frijol (*Phaseolus vulgaris*), el cual tiene como finalidad evaluar la susceptibilidad y resistencia de las variedades de frijol. Sin embargo, la producción de frijol se ve afectada por el desarrollo de la Roya, causada por el hongo (*Uromyces phaseoli*). El frijol, es uno de los componentes con alto valor nutricional en la dieta alimentaria de la población guatemalteca.

En la investigación realizada se evaluaron cuatro concentraciones de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), siendo estas; la primera dosis la aplicación de veinticinco mililitros (25 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), la segunda dosis la aplicación de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), la tercer dosis la aplicación de setenta y cinco mililitros (75 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y la cuarta dosis la aplicación de cien mililitros (100 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y como tratamiento testigo la aplicación de fungicida químico, Clorothalonil (Ftalonitrilo), con la dosis de ochenta mililitros (80 ml), cada dosis se diluyo en dieciséis litros de agua.

De acuerdo a los resultados obtenidos se estableció, que para el control de la incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*), en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), los tratamientos que obtuvieron mejores resultados fueron, el tratamiento uno (1) con veinticinco mililitros (25 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), y el tratamiento dos con cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*). En cuanto a la Severidad los tratamientos que obtuvieron mejores resultados en el control de la misma fueron; el tratamiento dos con cincuenta mililitros (50) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y el tratamiento cinco (5) con ochenta mililitros (80 ml) de Clorotalonli (Ftalonitrilo).

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ante la creciente demanda de métodos de control más sostenibles y seguros, surge la necesidad de explorar alternativas basadas en productos orgánicos, en este contexto, el extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), se presenta como una opción prometedora. Estudios previos han demostrado que el orégano posee propiedades antifúngicas gracias a su composición química. El uso de agroquímicos en el modelo de producción agrícola convencional, ha dejado una marcada huella ambiental y social, esto debido a la desestabilización de las cadenas alimentarias, puesto que los productos químicos usados son poco selectivos, atacan tanto a organismos fito-patogénicos como a organismos benéficos.

La alta capacidad de los organismos fitopatógenos de adaptación (resistencia) a las moléculas químicas de los productos químicos, aunada a la irresponsabilidad de los agricultores en el uso adecuado de los productos, ha provocado una rápida obsolescencia de muchos productos, forzando a la utilización de productos cada vez más fuertes o tóxicos en las actividades agrícolas.

El uso de productos residuales, altamente tóxicos y aplicados de manera indiscriminada por parte de los agricultores, lleva consigo un alto riesgo para la salud del consumidor a corto y largo plazo y reduce la competitividad de los productores, al no tener acceso a más y mejores mercados, debido a las altas demandas de estos por la inocuidad de los alimentos.

La Roya, es la enfermedad causada por el hongo (*Uromyces phaseoli*), afectando la producción dependiendo de la susceptibilidad que posea la variedad del cultivo. Siendo el frijol uno de los granos básicos, fundamentales en la dieta alimenticia de las familias guatemaltecas, se hace necesario encontrar modelos productivos sustentables, que sean amigables con el medio ambiente. La resistencia de las enfermedades y plagas al uso de diversos agroquímicos, en el caso del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) uno de los principales problemas es el daño causado por Roya (*Uromyces phaseoli*), minimizando

la producción y dañando la economía de los agricultores, también se ve afectada la estructura del suelo degradándolo y provocando la pérdida de la diversidad genética; y teniendo como resultado una producción altamente toxica para la salud humana, por los residuos de los productos utilizados.

En el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- en San Jerónimo, Baja Verapaz, la producción con fines de investigación de diferentes especies vegetales, se realiza bajo un modelo de producción convencional, haciendo uso de agroquímicos con altos costos tanto económicos como perjudiciales para el medio ambiente, pero los cuales son necesarios para llevar a fin las producciones.

2.3. JUSTIFICACION

Como parte del Ejercicio Profesional supervisado EPSA, la búsqueda de una agricultura ecológica es el papel fundamental del ingeniero agrónomo actual para encontrar una alternativa para los agricultores y de esta manera producir productos más sanos para el consumidor.

La demanda que posee el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a nivel nacional que es parte de los granos básicos para la alimentación de la población guatemalteca. Y también por la necesidad actual de utilizar menos productos químicos para evitar el deterioro de los suelos y a largo plazo daños en la salud de los consumidores y productores. Los extractos vegetales, así como aceites vegetales han demostrado en la actualidad una gran eficacia en el manejo de plagas y enfermedades en diferentes cultivos tanto hortícolas como frutícolas a nivel nacional e internacional.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, tiene como objetivo el desarrollo, validación de nueva tecnología, generar y promover la ciencia y la tecnología agrícola para la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola, con énfasis en agricultores de infra-subsistencia, subsistencia y excedentarios.

Es importante la utilización de productos orgánicos en el manejo de las plagas y enfermedades, de esta manera conservar el suelo y la diversidad genética, así como también protege la salud humana. El ICTA tiene por objetivo la investigación de nuevas tecnologías agrícolas que permitan a los productores agrícolas, mejorar los sistemas productivos convencionales, buscando un modelo de producción agrícola sustentable, amigable con el ambiente que permita a los agricultores, mantener los rendimientos productivos, cumpliendo con las altas demandas de inocuidad en alimentos de los diferentes mercados a nivel nacional e incluso habilitando la posibilidad de la búsqueda de mercados internacionales.

Por ello la evolución a una agricultura responsable, una producción agroecológica basada en el uso de extractos vegetales, agentes entomopatógenos y nuevas tecnologías agrícolas naturales es esencial, para que los pequeños y medianos agricultores puedan mejorar su producción agrícola y ampliar sus horizontes hacia nuevos mercados, más competitivos y rentables para sus familias y los consumidores.

2.4. MARCO CONCEPTUAL

2.4.1. SUELO:

Se le considera al suelo como un ser natural estructurado, que se encuentra en constante cambio y que para su formación y evolución depende de factores bióticos como abióticos, entre esos factores el clima, los organismos, el relieve y el tiempo; todos ellos actúan sobre el material parental, la roca madre. (Chavarría F. 2009)

El clima es un factor importante en la formación y evolución de los suelos al facilitar la meteorización de la roca madre. Las lluvias y el sol, son dos agentes que propician la formación de los suelos. Las rocas al estar expuestas al calor proveniente de los rayos solares se calientan y luego al darse una precipitación repentinamente se enfrían, provocando que se agrieten con el tiempo (meteorización física) y permitan luego el ingreso de sales minerales contenidas en las lluvias (meteorización química), que hacen

que las grietas se hagan más profundas y finalmente las rocas se fragmenten. (UEX, 2005).

Para que se dé la formación de los suelos, ocurren una serie de procesos en los que intervienen diversos factores. Entre ellos los climáticos como la lluvia, la temperatura, el viento, la humedad relativa, etc. O bien por el relieve; producen una intensa mezcla de los materiales del suelo como resultado de su actividad biológica. Todos los procesos, así como los factores ocurren en un espacio de tiempo. Ahora bien ¿De qué depende la velocidad de formación o transformación de un suelo? Los suelos van a tardar más o menos tiempo en formarse según sea la intensidad de factores formadores, ya que a mayor temperatura, la velocidad se verá acelerada. A mayor presencia de organismos tanto macro, meso o micros, la velocidad de formación será mayor (UEX, 2005).

La roca madre se constituye en la fuente principal de los materiales sólidos. Por lo general los minerales presentes en el suelo tienen su origen de manera directa o indirecta en la roca madre. La influencia de parte de las rocas en los elementos y propiedades físico-químicas de los suelos está muy marcada en los suelos jóvenes. Esta relación se hace menos visible a medida que los suelos envejecen o se desarrollan. Los principales parámetros de la roca que inciden en la formación y evolución de los suelos, son los siguientes:

1. Composición mineralógica: Las rocas que contienen abundantes minerales inestables evolucionan fácil y de manera rápida dando origen a los suelos, mientras que otras como las arenas maduras, que al contener minerales muy estables, como el cuarzo o pedernal, que con mucho esfuerzo llegan a edificarse aunque estén expuestas durante largo tiempo a la meteorización.
2. Permeabilidad: Este parámetro de las rocas permite la penetración y circulación del aire y del agua, lo que facilita la fragmentación, alteración y translocación de los materiales constituyentes de las rocas.

3. Granulometría: el tamaño de las partículas que componen la roca va a representar una fuente inicial en la clase textural de los suelos que de ellas se deriven. (UEX, 2005)

En la fase sólida se distinguen dos partes principales, una la constituye la materia orgánica y la otra por las arcillas. En la fase sólida del suelo, la fracción de materia orgánica generalmente es de 0- a 5% pero se encuentran suelos sobre todo los antroposoles que contienen mayor porcentaje, llegando hasta más de 15%. Los suelos dependiendo del clima donde se desarrollen así como la proporción de los constituyentes, va a contener mayor o menor humedad. Cambiando así también el tipo de agua que contenga. De la forma en que esté formado el suelo (proporción de constituyentes) dependerá el uso que se le dé tanto para agricultura como para ganadería (Chavarría, F, 2009).

El contenido de minerales y arcillas en un suelo determinará la superficie específica y la CIC del suelo, lo que a la vez tiene incidencia en la fertilidad y nos indicará tanto la génesis como el uso que podría dársele a dicho suelo (Rucks, L. et al. 2004)

Cualquiera sea el proceso de alteración, que conlleva a la formación del suelo, está basado en modificaciones estructurales de los minerales primarios y en la creación de nuevas estructuras silicatadas, conviene recordar la estructura de los silicatos más frecuentes, fundamentalmente aquellos que constituyen la fracción arcilla del suelo. Muchas de las propiedades físicas y químicas de los suelos se derivan de las estructuras silicatadas más que de su propia composición (UEX, 2005).

La presencia de arcilla en un suelo si bien es cierto tiene su influencia en la fertilidad del suelo, también dificulta las labores agrícolas cuando se encuentra en mayor presencia que las fracciones limo y arena. Una arcilla al ser más fina retendrá mayor cantidad de agua, al hacer más difícil que ésta pueda circular libremente por los espacios intersticiales. Esto en los suelos crea un ambiente anóxico que para las plantas es grave, ya que no permite el intercambio gaseoso y la respiración radicular, provocando la muerte

de la planta o facilitando la aparición de enfermedades del tipo fungosas y bacterianas (Chavarría, F. 2009).

La materia orgánica primeramente sufre proceso de descomposición provocado por sus mismos sistemas enzimáticos. Luego es colonizada por un sinnúmero de organismos de la fauna de suelo en los que su diversidad y abundancia dependerá de las condiciones de manejo y microclima así como el tipo de material en descomposición. Esta fauna va a fragmentar en partículas más pequeñas que luego permite ser visitada por otros organismos especializados como hongos, bacterias y actinomicetos, entre otros, para seguir otros procesos de desdoblamiento de componentes del material depositado. Los primeros organismos en ocupar estos restos más pequeños son los hongos, que crean las condiciones para que los otros microorganismos se posesionen y aceleren la transformación del material (Chavarría, D. y Torrez, M. 2010).

El suelo es un medio complejo, en constante cambio y en intrínseca relación con el aire, las rocas, el relieve, la flora, la fauna y el agua y otros factores climáticos. Todo esto tiende a que en los suelos se den características específicas tales como la textura, la estructura, la densidad, porosidad, la profundidad, pedregosidad, drenaje, el color, Las que a partir de ahora llamaremos propiedades físicas.

a. Textura: Una de las propiedades físicas de importancia es la textura, la cual expresa la distribución del tamaño de las partículas sólidas de las que está compuesto el suelo. Por medio de la textura de un suelo se pueden estimar ciertos atributos como su capacidad productiva, su comportamiento mecánico, capacidad de retención de agua, capacidad portante, velocidad de infiltración, densidad aparente, capacidad de usos contrastándola con la profundidad y pendiente, etc.

b. Estructura: Esta propiedad nos permite conocer como están formados los agregados del suelo, es decir cómo se organizan las arcillas, el limo y las arenas para formar el suelo. Para determinar la estructura es necesario estudiar tres parámetros; siendo éstos: la forma, el grado de desarrollo y tamaño del agregado.

1. Estructura particular: Aunque realmente no se trata de una estructura propiamente dicha se clasifica como tal solo para mantener una unidad de definición. Esta clasificación se presenta cuando sólo hay arena y la floculación es imposible y las partículas quedan separadas. Se encuentra sólo en el horizonte E.
2. Estructura masiva: Propia de materiales que presentan una masa consistente, es decir que no presenta grietas y no se puede en ella diferenciar los agregados. Propia de materiales sin edafizarse pero que poseen coloides arcillosos derivados de su origen. Se encuentra en el horizonte C.
3. Estructura fibrosa: Al igual que en el primer caso no cumple criterios de estructura. Se encuentra constituida de fibras orgánicas con incipiente proceso de descomposición; el único rasgo de organización es el entrelazamiento de las fibras. Propia de los horizontes H y O.
4. Estructura grumosa o migajosa: Es una de las más recomendadas para la agricultura puesto que sus agregados son pequeños, muy porosos y redondeados, lo que hace que no encajen unos con otros y dejen huecos muy favorables para la penetración de las raíces. Propia de horizontes A, con abundante materia orgánica.
5. Estructura granular: Al igual que la anterior es de las más recomendadas para la agricultura. Sus agregados son poco o nada porosos por contener más arcilla que materia orgánica en el proceso de floculación. Es propia de horizontes A, de suelos con bajo contenido de materia orgánica.
6. Estructura subpoliédrica o subangular: Los agregados de esta estructura presentan forma poliédrica equidimensional con las aristas y los vértices redondeados. Propia de horizontes A muy pobres en materia orgánica pero también se encuentra en la parte superior de los horizontes B.
7. Estructura poliédrica o angular: Su forma recuerda a la de un poliedro equidimensional con aristas y vértices afilados y punzantes. Los agregados encajan perfectamente unos en otros y dejan un sistema de grietas inclinadas. Es típica de horizontes B con contenidos arcillosos medios o con arcillas poco expansibles. Representante genuina de las estructuras de fragmentación.

8. Estructura prismática: Es muy parecida a la poliédrica pero la dimensión vertical predomina sobre la horizontal. Cuando es muy gruesa constituye una transición a la estructura masiva. Es propia de los horizontes B.
9. Estructura columnar: Constituye en realidad una variación de la estructura prismática que se produce cuando hay una dispersión fuerte de la arcilla provocada por altas concentraciones de Na. Las arcillas sódicas al secarse forman una masa muy compacta que se resquebraja en grandes prismas muy duros e impenetrables por el agua; el agua cargada de coloides fluye fundamentalmente por las grietas que quedan entre los agregados y esto hace que las partículas en suspensión erosionen la parte alta de los agregados y le den un aspecto de cúpula. En estas condiciones también se dispersa la materia orgánica, por lo que esa suspensión impregna la superficie de los agregados que quedan revestidas de oscuro y se les conoce como columnas enlutadas. Es frecuente que las sales queden impregnando la parte superior y cristalicen al secar, lo que provoca una cubierta blanca. Es propia de los horizontes B de suelos salinos sódicos.
10. Estructura esquistosa o laminar: Similar a las anteriores con la diferencia que la dimensión vertical es mucho menor que la horizontal. Es propia de horizontes C.
11. Estructura escamosa: Posee forma de lámina delgada y curvada con aspecto cóncavo. Se presenta en zonas anegadas que luego se secan. Al secarse, las partículas gruesas no cambian de volumen ni forma, mientras que la fracción fina y coloidal se contrae. Resulta ser una estructura temporal ya que al momento de llover o aplicarse riego la estructura regresa a su forma original.

c. Densidad: La densidad se define como la masa por unidad de volumen (M/V). Se puede distinguir dos tipos de densidades de acuerdo a la densidad de sus componentes sólidos y la del conjunto del suelo, incluyendo los espacios intersticiales entre los poros de los agregados del suelo. Los tipos de densidades por lo tanto serán:

1. Densidad real: Constituye la densidad de la fase sólida del suelo. Es un valor muy permanente pues la mayor parte de los minerales arcillosos presentan una densidad

que está alrededor de 2.65 gramos por centímetro cúbico. Los carbonatos presentan una densidad algo menor, así como la materia orgánica, que puede llegar a valores de 0.1; debido a lo cual en horizontes muy orgánicos o carbonatados se debe reconsiderar el valor de 2.65. En el caso de los orgánicos puede calcularse aplicando los valores citados a los contenidos relativos de fracción mineral y orgánica.

2. Densidad aparente: Refleja la masa de una unidad de volumen de suelo seco y no perturbado, para que incluya tanto a la fase sólida como a la gaseosa englobada en ella. Para establecerla debemos tomar un volumen suficiente para que la heterogeneidad del suelo quede suficientemente representada y su efecto atenuado. (Chavarria, F. 2007)

- d. **Porosidad:** La porosidad se define por el volumen que ocupan los poros (y este se encuentra ocupado por gases y líquidos) con relación al volumen total ocupado por el suelo. La porosidad está inversamente relacionada con la densidad del suelo. (Hogson, 1985).

El tamaño de los poros y por lo tanto la porosidad del suelo, depende del tamaño de las partículas del suelo y del tamaño de los agregados de partículas. Se definieron cinco clases de porosidad en los suelos, considerando los poros menores de 60 μm y el % del volumen del suelo ocupado. (Hogson, 1985).

Tabla 4. Clasificación de la porosidad

Clase	% Ocupado por poros
Muy débilmente poroso	< 5,0
Débilmente poroso	5,0 - 9,9
moderadamente poroso	10,0 - 14,9
Muy Poroso	15,0 - 20,0
Extremadamente Poroso	> 20,0

Fuente: (Hogson, 1985)

- e. Profundidad:** La profundidad de un suelo está expresada por el espesor en centímetros del suelo hasta el lecho de roca, en unos casos, o hasta el estrato u horizonte cementado, en otros. La profundidad es un factor determinante del desarrollo y productividad de los cultivos, al condicionar el desarrollo radicular y el volumen de agua disponible para las plantas. En base a clasificación de la FAO, (1976a) la profundidad efectiva del suelo que puede trabajarse con máquina o manualmente, se clasifica a la profundidad en cuatro clases. Siendo estas las siguientes:

Tabla 5. Clasificación de la profundidad

Profundidad	Clasificación
< 20 cm	Muy someros
20 - 50 cm	Someros
50 - 90 cm	Moderadamente profundos
> 90 cm	Profundos

Fuente: (Chavarría, F. 2007)

- f. Pedregosidad:** La pedregosidad está definida por la proporción relativa de piedras gruesas (de 25 cm de diámetro medio) que se encuentran dentro o en la superficie del suelo. La pedregosidad de los suelos con fines de aprovechamiento agrario se clasifica en seis clases fundamentales, las que se describen a continuación:

Tabla 6. Clasificación de la pedregosidad

Clase	Porcentaje cubierto
Clase 0	< 0,01
Clase 1	0,01 -1
Clase 2	1 – 3
Clase 3	3 – 15
Clase 4	15 – 90
Clase 5	> 90 cm

Fuente: (Soil Survey Staff del U.S.D.A. 1951)

Clasificación de la proporción de afloramientos rocosos

Clase 0: Porcentaje de afloramientos rocosos superficiales inferior al 2% del área. No dificulta el laboreo del suelo.

Clase 1: 2-10% de recubrimiento superficial. Interfiere, pero no impide el cultivo a escarda.

Clase 2: Impracticable el cultivo a escarda; 10-25% de recubrimiento de los afloramientos rocosos.

Clase 3: Impide el uso de maquinaria, excepto la muy liviana; 25-50% de recubrimiento superficial.

Clase 4: Hace imposible el uso de maquinaria. Recubrimiento superficial del 50- 90%.

Clase 5: Suelos en los que más del 90% de la superficie está cubierta por afloramientos rocosos. (Soil Survey Staff del U.S.D.A. 1951).

g. Drenaje: El drenaje interno del suelo está referido a la evacuación de forma natural del exceso de agua en el interior del suelo. Se distinguen dos tipos de drenaje; siendo estos el drenaje superficial, que interesa a la capa de suelo propiamente dicha y el drenaje profundo, que interesa al sustrato, a veces muy profundamente, e influye directamente en la localización y capacidad de los acuíferos de agua subterránea. La clasificación del drenaje del suelo se puede medir:

Tabla 7. Clasificación de drenaje de los suelos

Tipo de drenaje	Condiciones de Drenaje
Libre	No existe acumulación de agua en los primeros 80 cm, excepto durante los 4 primeros días tras una fuerte lluvia.
Moderado	Encharcamiento por encima de los 60 cm durante un periodo inferior a un mes
Imperfecto	Encharcamiento a una profundidad menor de 60 cm de forma continua durante más de un mes
Pobre	Encharcamiento durante largos periodos. Incluso en la época seca
Muy pobre	Encharcamiento casi continuo

Fuente: (Chavarría, F. 2007)

h. Permeabilidad: Se refiere a la capacidad de los suelos para dejar fluir o transmitir agua o aire a través de él. La importancia de la permeabilidad radica en la determinación del potencial del suelo en actividades tales como fosas sépticas (peligro de infiltración de contaminantes hacia las capas freáticas), respuestas de drenaje del suelo y capacidad de regadío. La permeabilidad se mide en términos de la velocidad del paso de agua a través de una unidad de sección transversal de suelo saturado de humedad en una unidad de tiempo. (Chavarría, F. 2007)

2.4.2. FRIJOL:

a. Origen:

Los botánicos consideraban que la planta de frijol era oriunda del Asia (China), y de Candolle, en el año 1883, la calificaron como de origen desconocido o incierto. Hoy en día se sabe que es procedente de México y de la zona central de Suramérica. Se considera que los mexicanos fueron los primeros en iniciar con la domesticación del cultivo hace unos 5,000 años a. c. Actualmente en el norte de Argentina se encuentran algunas formas silvestres, espontáneas, posiblemente antecesoras del frijol común (*Phaseolus aborigineus* B.) (Héctor, 1981).

Al principio del siglo XVI, durante la Conquista española, fueron los españoles quienes llevaron a Europa las primeras semillas de frijol. Once años después el producto es distribuido por comerciantes portugueses en la región de África Oriental, a partir de donde los árabes, que mercadeaban con esclavos, se encargaron de diseminarlo a todo el territorio africano (Voysset, 2000).

Los estudios arqueológicos revelan que el frijol, del género *Phaseolus*, se origina en el continente americano. Dentro de la zona de México y Guatemala debido a que en estos países se encuentra una gran diversidad de variedades tanto en forma silvestre de los cinco grupos más cultivados (*P. vulgaris*, frijol común; *P. acutifolius*, frijol tépari; *P. lunatus*, frijol lima; *P. coccineus*, frijol escarlata; y *P. polyanthus*, frijol anual como en forma de cultivo (Freytag y Debouck, 2002).

El frijol común es una especie que presenta una enorme variabilidad genética que es preservada por los agricultores tradicionales de las zonas Centro y Norte del país. Existen muchas variedades criollas adaptadas a diferentes condiciones climáticas, con semillas de diversos colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se destina en su mayoría a la obtención de grano seco, también se consume como grano tierno o en vainas (INTA, 2009)

En América Latina la especie *Phaseolus vulgaris* se ha registrado con distintos nombres, cuando se consume el grano seco lo identifican como fríjol, frisol, fréjol, frejol, habichuela, poroto, caranota, chuwi, habilla, judía, alubia. Al ser ingerido, como legumbre se le denomina ejote, poroto verde, chaucha, habichuela, vainita y tabla. Los ingleses lo denominaron beans por su semejanza con un insecto llamado bean weevil (Flores, 2004).

b. Descripción:

La planta de frijol tiene hábitos de crecimiento variado, los cuales pueden ser de crecimiento determinado e indeterminado, en Guatemala comúnmente se le reconoce como frijol de suelo al de crecimiento determinado, se le conoce como frijol de enredaderas a las plantas de crecimiento indeterminado. El sistema radical de la planta de frijol consta de una raíz principal y muchas ramificaciones laterales dándole la forma de un cono; como en todas las leguminosas, el frijol hace simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, formando nodulaciones de tamaños muy variados. Las nodulaciones reciben de la planta hidratos de carbono, pero tienen la propiedad de fijar el nitrógeno del aire del suelo, el cual es cedido en una buena proporción a la planta. Los tallos de la planta son delgados, débiles y angulosos y de sección cuadrangular; son órganos que parcialmente almacenan pequeñas cantidades de alimentos fotosintetizados, los cuales más tarde son cedidos a las vainas (frutos) y luego cuando los tallos son viejos se ahuecan. Las hojas son alternas, compuestas de tres folíolos, dos laterales y uno terminal, de forma y tamaño variables con pulviniólos y pulviniólos fotosensitivos. Las hojas pueden variar su estructura ligeramente de acuerdo con el medio ambiente donde crecen (Héctor, 1981).

El frijol, es una de las leguminosas más importantes en la dieta diaria de los guatemaltecos, ocupa a nivel mundial el tercer lugar como fuente de proteínas y sexto en calorías, aunque también es una fuente importante de minerales. En Guatemala, está dentro de los granos básicos, el cultivo de frijol ocupa el segundo lugar después

del maíz (*Zea mays*), tanto por la superficie sembrada como por la cantidad que consume la población. (ICTA, 2011).

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol es una de las más importantes, debido a su amplia distribución en los cinco continentes y por ser un suplemento nutricional en la dieta alimenticia de los habitantes de Centro y Sur América. Para los guatemaltecos, el frijol es la principal fuente de proteína vegetal, es un cultivo básico en la dieta alimenticia de la población rural. El frijol común se produce principalmente en Guatemala en la zona norte, en el departamento del Peten y en la zona del Sur-Oriente Jutiapa 36%, Chiquimula y Santa Rosa (Aldana de León, 2010).

La dieta de los guatemaltecos, especialmente en el área rural se basa en el consumo de maíz y frijol (este último ocupa el 31 % del área total cultivada con granos básicos) con una ingesta diaria promedio para adultos de 423 g/día-1 de maíz y 58 g/día de frijol. El consumo de frijol aparente anual per cápita para Guatemala se calcula en 9.4 Kg. Los niveles de consumo, varían de acuerdo con el estrato económico de los consumidores, y su localización geográfica, de esta cuenta se tiene que en el área rural y estratos con bajo nivel de ingresos son los que consumen mayor cantidad de frijol por día (Aldana de León, 2010).

La raíz, en la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales, además, se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. En general, el sistema radical es superficial, debido a que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo (Samayoa, 2010; Arias, Jaramillo y Rengifo, 2007, Debouck e Hidalgo, 1984).

Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación incluso dentro de una misma variedad. *Phaseolus vulgaris* L. presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan el nitrógeno atmosférico que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta. La composición del sistema radical del frijol y su tamaño dependen de las características del suelo, tales como estructura, porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad, temperatura, contenido de nutrientes, etc. (Samayoa, 2010; Arias, et al., 2007).

Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. Aunque generalmente se distingue la raíz, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación, incluso dentro de una misma variedad (CENTA, 1992)

El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. Desde la germinación, y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristemo tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos. Un nudo es el punto de inserción de las hojas o de los cotiledones en el tallo. El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis (Valladares, 2010; Arias, et al., 2007).

El tallo es identificado como el eje central de la planta, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, es herbáceo, con sección cilíndrica o levemente angular; puede ser erecto, semipostrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad (CENTA, 1992).

El tallo es el resultado de un proceso dinámico de construcción activa desde sus primeras etapas de crecimiento por parte de un grupo de células situadas en su parte final, llamada meristemo terminal. Este proceso de construcción incluye también la formación de otros órganos en los nudos y la de los entrenudos. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, y puede ser erecto, semipostrado y postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad (Samayoa, 2010; Debouck e Hidalgo, 1984).

Existe una variación en lo que respecta a la pigmentación del tallo, de modo que pueden encontrarse derivaciones de tres colores fundamentales: verde, rosado y morado. El tallo empieza en la inserción de las raíces. En orden ascendente, el primer nudo que se encuentra es el de los cotiledones, que se caracteriza por tener dos inserciones opuestas correspondientes a los cotiledones. La primera parte del tallo comprendida entre la inserción de las raíces y el primer nudo se llama hipocótilo. El siguiente nudo es el de las hojas primarias, las cuales son opuestas. Entre el nudo de los cotiledones y el de las hojas primarias se encuentra un entrenudo real llamado epicotilo. (Arias, et al., 2007).

Las ramas se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en las axilas, formadas por el pulvínulo de una hoja y el tallo o rama, aunque también se localizan en la inserción de los cotiledones. Es el denominado complejo axilar, que generalmente está formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo. De éste, además de ramas, se pueden desarrollar otras estructuras, como las inflorescencias. El predominio de ramas o inflorescencias depende del hábito de crecimiento y de la parte de la planta considerada. (Parsons, 2009)

El primer par de hojas, que se origina a partir de los cotiledones, es opuesto y de forma acorazonada. Las hojas definitivas las forman tres folíolos; el central es ovoide y simétrico y los laterales, asimétricos. El tamaño varía con el cultivar y las condiciones de cultivo (Valladares, 2010).

Las hojas del fríjol son de dos tipos, simples y compuestas, y están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del fríjol, tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. En la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular que siempre son visibles (Espinoza, 2009; Arias, et al., 2007).

Las inflorescencias pueden ser terminales o axilares. Desde el punto de vista botánico, se consideran como racimos de racimos, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) 6 que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales. La flor del fríjol es una típica flor papilionácea. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. En su estado final, la corola, que aún está cerrada, sobresale, y las bractéolas cubren sólo el cáliz. Cuando ocurre el fenómeno de antesis la flor se abre (Valladares, 2010; Arias, et al., 2007).

La morfología floral del fríjol favorece el mecanismo de autopolinización, debido a que las anteras están al mismo nivel del estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce el derrame del polen (antesis), éste cae directamente sobre el estigma (Cabrera y Reyes, 2015).

Las flores están organizadas en racimos, situados en las axilas de las hojas, y su color varía del blanco al morado. Aunque el frijol produce menos flores que otras leguminosas, como la soya, cuajan en él en mayor proporción. Las flores,

hermafroditas y completas, comienzan a desarrollarse por la parte inferior de la planta. Puesto que suelen autofecundarse, los cultivares se pueden multiplicar por semilla sin perder las características genéticas de la planta madre a medio plazo (Valladares, 2010).

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad. Dos suturas aparecen en la unión de las valvas: la sutura dorsal, llamada placentar, y la sutura ventral. Los óvulos, que son las futuras semillas, alternan en la sutura placentar (Fernández, et al., 2006).

El fruto del frijol es una vaina o legumbre, que varía mucho en forma, tamaño y número de semillas. Las semillas, a su vez, también presentan gran diversidad de formas (cilíndricas, elípticas u ovales) y colores (desde el blanco hasta el negro), pudiendo ser la coloración uniforme o manchada (Valladares, 2010).

La semilla no posee albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Puede tener varias formas: ovalada, redonda y cilíndrica. La semilla tiene una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café, morado), de forma y brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de frijol (Arias, et al., 2007; Fernández, et al., 2006).

c. Taxonomía del Frijol:

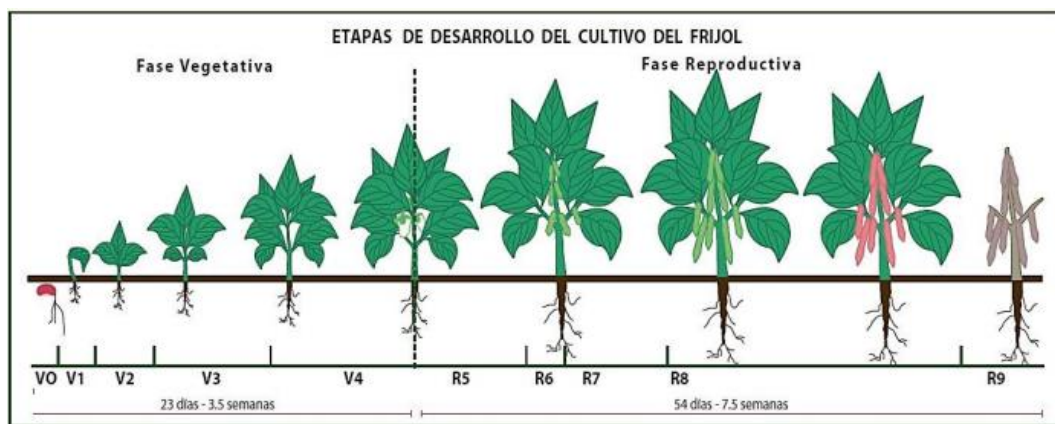
Tabla 8. Taxonomía de la planta de Frijol

Taxonomía del Cultivo de Frijol	
Reino	Plantae
Sub Reino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnolipsida
Sub Clase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Sub Familia	Faboideae
Tribu	Phaseoleae
Sub Tribu	Phaseolinae
Genero	Phaseolus
Especie	Phaseolus vulgaris

Fuente: Cesar Augusto Valladares, 2010

d. Etapa de desarrollo de la planta de frijol

Figura 13. Desarrollo de la planta de frijol



Fuente: IICA/COSUDE

2.4.3. ICTA Ligero:

En la zona productora de frijol de Guatemala, localizada entre los 0 a 1,200 metros sobre el nivel del mar (msnm), los factores limitantes más importantes para la producción son:

- a. Virus del mosaico dorado amarillo, también conocido como macha amarilla.
- b. Enfermedad mustia hilachosa.
- c. Sequía
- d. Uso de variedades nativas con bajos rendimientos y susceptibles a enfermedades.

(ICTA 2022)

El virus del mosaico dorado amarillo, es la enfermedad de mayor importancia en América Central, puede causar pérdidas desde el 30 % al 100 % en variedades susceptibles. (ICTA 2022)

El ICTA con apoyo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), dio respuesta a la problemática del virus del mosaico dorado amarillo, al generar la variedad de frijol ICTA Ligero, resistente a dicho virus. Además, posee tolerancia a otras enfermedades como: bacteriosis, roya y antracnosis (ICTA 2022)

ICTA Ligero, es una variedad precoz, se adapta a altitudes desde los 0 a 1200 metros sobre el nivel del mar. Por su precocidad permite hacer dos siembras durante el año, evitando los efectos de la canícula. (ICTA 2022)

a. Características Principales:

- Altura de la planta: 47-53 centímetros
- Crecimiento: arbustivo indeterminado
- Color de la flor: lila • Color de la vaina: crema
- Granos por vaina: 5 - 6
- Días a floración: 29 a 31 días después de la siembra
- Días a cosecha: 65 a 70 días (en clima seco)

- Rango altitudinal de siembra: 0-1200 msnm
- Rendimiento promedio: 20 a 25 qq/mz

b. Manejo Agronómico:

Siembra Época de primera: mayo a junio, en monocultivo o en asocio. Época de segunda: agosto a septiembre en relevo. En la costa sur puede sembrarse en noviembre siempre que haya disponibilidad de riego. Densidad de siembra: por el porte bajo de las plantas puede sembrarse entre 40-50 centímetros entre surcos y 30 entre posturas, sembrando 3 granos por postura. Fertilización: se recomienda aplicar en el momento de la siembra u 8 días después de la germinación un fertilizante de fórmula completa (15-15-15), a razón de 4 quintales por manzana. (ICTA 2022)

c. Control de malezas:

Se debe mantener limpio el cultivo como mínimo hasta los 30 días después de la siembra. La primera limpia se hace a los 15 días y la segunda a los 30. Control Químico: en labranza cero, aplicar Glifosato®, Basta® o Gramoxone®, antes de que el frijol germine. Si se prepara el terreno aplicar Afalon®, como preemergente, para el control de malezas de hoja ancha. (ICTA 2022)

d. Control de Plagas:

En el suelo: para el control de plagas del suelo como gallina ciega, gusano alambre y nochero, usar tratadores de semilla disponibles en el mercado (Blindaje®, Criuser®, Semevin®). Si hay ataque de babosas, utilizar Metaldehído después de germinado el frijol. En el follaje: principalmente tortuguillas, lorito verde y mosca blanca. Se recomienda usar insecticidas como Decis®, Engeo® o Monarca® en etapas tempranas del cultivo, en donde las plagas pueden reducir el área foliar. (ICTA 2022)

e. Enfermedades que afectan el cultivo de frijol:

- Mustia hilachosa: conocida como quemazón, ocurre en regiones tropicales con altas precipitaciones y temperaturas altas, el salpique por la lluvia es la principal forma en que llega el inóculo a la planta, causa daños en el follaje, tallos, ramas, granos y vainas.
- Mancha angular: favorecida por períodos de alta humedad relativa, a causa de períodos de alta humedad. El inóculo proviene de restos de cosecha o por semilla contaminada. Afecta hojas primarias, tallos, vainas y granos.
- Bacteriosis común: se conoce como tizón común. Esta enfermedad es típica en regiones cálidas con alta humedad relativa. Los síntomas iniciales aparecen en el follaje, en forma de puntos acuosos en el envés de la lámina foliar.
- Roya: las pérdidas en rendimiento están alrededor del 50%. Las hojas se manchan de puntos amarillentos, después de cuatro días de su aparición, presentan en el centro un punto de color oscuro, que se abre y libera un polvo rojizo.
- Antracnosis: puede causar pérdidas totales en condiciones favorables. Es la principal causa de rechazo de lotes de semilla. Los síntomas se presentan en tallos, peciolo, hojas, vainas y granos. (ICTA 2022).

2.4.4. ROYA

a. Taxonomía

Tabla 9. Taxonomía de Roya

Reino	Fungi
Phylum	Basidiomycota
Sub-phylum	Pucciniomycotina
Clase	Pucciniomycetes
Orden	Pucciniales
Familia	Pucciniaceae
Genero	Uromyces
Especie	Uromyces phaseoli

Fuente: Buritica, 1991

Un número de patógenos relacionados conocidos como los hongos de la roya (*Uromyces* sp.) causan enfermedades en diversos cultivos. Estos patógenos, a diferencia de la mayoría de hongos patógenos de plantas, se caracterizan por un requisito absoluto para hospedante compatible para el crecimiento y reproducción, es decir; que tiene un ciclo de vida autoico macro cíclico (completa enteramente su ciclo de vida en la planta hospedante). Estos hongos requieren estar en contacto con el tejido del hospedante para la producción de esporas y todos los demás aspectos de su ciclo de vida, excepto la germinación de las esporas (Pernezny y Kucharek, 1999).

La roya en frijol, es causada por el basidiomiceto biotrófico *Uromyces appendiculatus*, el cual es un parásito obligado del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en América y África. (Hurtado Gonzales, 2017).

Generalmente las infecciones de la roya se manifiestan en el envés de las hojas de frijol, estas infecciones se caracterizan por pequeños puntos amarillentos, que al crecer forman pequeñas elevaciones. Dichas elevaciones denominadas soros traspasan los dos lados

de la hoja a los pocos días. Al madurar poseen apariencia de óxido, son de tamaño variable y pueden estar cercadas por un color amarillento CIAT (1980).

El ciclo de vida de la roya es complejo y consta de cinco distintas etapas de esporas y tres condiciones nucleares diferentes, que son indicativas de la capacidad de este patógeno para la recombinación genética. El mismo se desarrolla con las condiciones favorables de humedad alta y temperaturas entre 17 y 27°C. (Groth y Mogen 1978; McMillan et al. 2003).

Las royas también se caracterizan por tener ciclos de vida complejos, especialmente en las regiones templadas. Tres o cuatro diferentes etapas de desarrollo (con esporas igualmente distintas) pueden ocurrir durante la realización de un ciclo de reproducción. Algunos hongos de moho requieren plantas hospederas para completar el ciclo de vida (Pernezny y Kucharek, 1999).

Dos de las etapas del hongo de la roya, aecios y espermogonia, están asociados con la parte del ciclo de vida del hongo en que combinación de tipos de apareamiento y re asociado con material genético. El espermogonio es las estructuras donde apareamiento ocurre realmente. Aecios son consecuencia directa del crecimiento del hongo después de aparearse; se caracteriza por la formación de ampollas naranja en la planta huésped con aeciosporos que maduran cuando el hongo rompe la epidermis del huésped. (Bernal, Díaz, Quintero, Quiñones y Ruiz, 2004; Pernezny y Kucharek, 1999).

Ciclo primario: teliosporas que invaden el tejido de las hojas germinan produciendo un probasidio en el cual se originan cuatro esporidias (basidiosporas), dos positivas y dos negativas sexualmente, las cuales llevadas por el viento germinan en las hojas tiernas del frijol y forman los picnios infectando las hojas. Un picnio (+) necesita ser fertilizado con una picniospora (-), al ser fecundado el picnio, su micelio crece atravesando la hoja para desarrollar los aecios en el envés de la hoja, estos últimos tienen forma de copa y producen aeciosporas. Las aeciosporas a su vez germinan dando lugar a cuerpos

fructíferos denominados soros en los cuales se forman uredosporas este último es el estado más conocido de la enfermedad (CIAT, 1980).

Ciclo secundario: las uredosporas diseminadas por el viento, caen sobre otras hojas e inician nuevas infecciones con la producción de más soros con uredosporas. Posteriormente inicia la formación de teliosporas en las telias, con lo cual finaliza el ciclo secundario CIAT (1980)

Menciona que este patógeno puede causar hasta 100% de pérdidas en rendimiento, por lo cual es muy importante mejorar materiales resistentes. Esto ayuda a mejorar la seguridad alimentaria, especialmente de agricultores de subsistencia que dependen de su producción anual. (Mersha y Hau, 2008).

2.4.5. ORÉGANO

a. Descripción del Origen:

Es originaria de Mesoamérica y utilizada en la gastronomía como en la medicina tradicional. En Guatemala se cultiva principalmente en los departamentos de Chiquimula, Zacapa, El Progreso, Jutiapa, Jalapa e Izabal, en Zacapa y Chiquimula se encuentra como una planta silvestre. (Vicente, 2002)

b. Morfología de la Planta:

Es una planta perenne, de un promedio de 20 a 30cm de alto, ramificada en su parte superior, aromática y con cierto tinte color rojizo. Las flores son pequeñas de 4 mm, sésiles y zigomorfas; con cáliz gamosépalo de cuatro lóbulos; corola gamopétala con cinco lóbulos desiguales de color crema. La vida (de botón incipiente a su senescencia) promedio de las flores es 13 ± 1.7 de las inflorescencias son espigas capitadas indeterminadas, axilares, generalmente en grupos de cuatro, lo que puede favorecer la atracción de polinizadores. El número de flores por inflorescencia fue muy variable encontrándose con mayor frecuencia 10 flores por inflorescencia. (Huerta, 1997)

c. Clasificación Taxonómica:

Tabla 10. Taxonomía de la plata de orégano

Taxonomía	
Reino	Plantae
Sub Reino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub Clase	Lamiidae
Orden	Lamiales
Familia	Verbenaceae
Género	Lippia
Especie	Graveolens

Fuente: Guerra L. C (2014).

d. Compuestos orgánicos:

Estudios realizados demuestran que la tintura e infusión de las hojas tiene actividad antibacteriana de amplio espectro. Así mismo, el extracto etanólico es activo contra gran variedad de hongos tales como (*Cándida albicans*), (*C. gloeosporioides*), entre otros. En cuanto a su composición química, tienen compuestos como el carvacrol, principalmente, también contiene timol, alfapineno, cimeno, levógiro, terpenos. Estos elementos le dan propiedades tónicas: amargo-excitante, antisépticas, expectorantes, diuréticas y sudorífica. (Nioga, 2002).

e. Modo de acción en bacterias y hongos

Estudios demuestran que los compuestos del extracto de oregano, siendo el carvacrol y timol, tienen varios sitios de acción dentro las células y dependiendo de las concentraciones utilizadas pueden causar la inhibición o inactivación de los microorganismos. Los blancos o puntos de ataque de estos agentes antimicrobianos dentro de las células incluyendo la pared y membrana celular, enzimas metabólicas, eliminación de esporas, síntesis de proteínas y sistema genético. (Garcia, 2008).

f. Usos del extracto de orégano

La medicina tradicional de nuestro país le atribuye propiedad antiséptica, calmante, cicatrizantes antiinflamatoria, diurética y expectorante, sin embargo, se utiliza en la industria alimentaria usándose para condimentar las comidas, dentro de los últimos años se ha implementado para la actividad bactericida y fúngica. (Nioga, 2002)

2.4.6. CLOROTALONIL 720 SC

Nombre químico: tetracloroisoftalnitrito

Nombre común: Chlorothalonil (ANSI, ISO), Clortalonil (ES)

Es un fungicida formulado como suspensión acuosa, recomendado para la prevención y control de enfermedades como la Roya del frijol (*Uromyces phaseoli*).

Las recomendaciones para su uso: es incompatible con aceites minerales y con algunos productos fitosanitarios, las mezclas con azinfos-meti pueden retrasar su eficiencia. Posee buena adherencia y baja solubilidad en agua resultando muy resistente al lavado por agua de lluvia o riego. (ADAMA)

2.5. MARCO REFERENCIAL

2.5.1. LOCALIZACION DEL PROYECTO DE FRIJOL

El estudio se llevara a cabo en el Centro de Investigación del Norte –CINOR- del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- localizado en el municipio de San Jerónimo, del departamento de Baja Verapaz, Guatemala, situado sobre la Ruta Nacional No. 17, a 10 kilómetros de la Cabecera Departamental de Baja Verapaz y 150 Kilómetros de la ciudad capital.

Ubicado en las Coordenadas Geográficas 15° 03' 46" Latitud Norte y 90° 14' 21" Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura de 999 metros sobre el nivel del mar.

2.5.2. CARACTERISTICAS BIOFISICAS

a. Clima

El municipio de San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz el clima, según el Instituto de Sismología, Vulcanología e Hidrología, es cálido con tendencia a ser templado en época lluviosa que va del mes de mayo a octubre y a los meses al final del año. (INSIVUMEH, 2017).

b. Temperatura:

Según estadísticas del INSIVUMEH, el municipio de San Jerónimo Baja Verapaz, se mantiene en una temperatura mínima de 14.9° C y una máxima de 28.3° C con una media de 22.5° C. (INSIVUMEH, 2017).

c. Humedad relativa:

En el municipio de San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz de acuerdo a los datos proporcionados por el INSIVUMEH extraídos en el año 2017 tiene una humedad relativa de 72 % anual. (INSIVUMEH, 2017).

d. Zonas de Vida:

Conforme a la clasificación de zonas de vida de Leslie Holdridge, a nivel de reconocimiento en San Jerónimo, Baja Verapaz, Predomina la zona de vida identificada como: Bosque seco subtropical cálido (bs-SC).

Es evidente en esta área el acumulamiento de la lluvia y la humedad. La zona montañosa y la vegetación permite una condensación de las masas de aire, con alto contenido de agua, por tanto, fertilidad en la vegetación espontanea. Presenta aptitudes para la ganadería y con riego suplementario para la agricultura. La vegetación arbórea va desapareciendo poco a poco para dar paso a los potreros y zonas de cultivo.

e. Suelo:

La institución se encuentra en la parte central del valle por lo que la topografía del lugar se presenta en un 98% del total de extensión territorial menor a 1% de pendiente, y el 2% restante presenta 5% de pendiente respectivamente, propiciando una adecuada producción agrícola, con suelos altamente fértiles y texturas que varían de franco arcillosa a franco arenosa que facilita la adaptación de diversos cultivos. Según Simmons (1959) los suelos presentes en el municipio de San Jerónimo Baja Verapaz son Civijá (Ci) y Marajuma (Mj) respectivamente.

f. Extensión:

El ICTA Cuenta con 246,960 metros cuadrados (24.7 hectáreas) en los cuales se cultivan: Maiz (*Zea mays*), Frijol (*phaseolus vulgaris*), Yuca (*Manihot esculenta*), Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y Camote (*Ipomoea batata*), Trigo (*Triticum spp*) y Sorgo (*Sorghum spp*), con el fin de caracterizar variedades para que posteriormente se libere semilla resistente a la variación de las condiciones ambientales, así como a plagas y enfermedades, que ayude a los productores agrícolas a generar alimentos para subsistencia sin necesidad de invertir en actividades de manejo de los cultivos tras haber sido establecidos.

g. Recursos Hídricos:

La Asociación de Usuarios de la Unidad de Riego (AURSA) es la encargada de brindar al servicio de agua para el riego de los cultivos por medio de canales con los que cuenta el ICTA, estos se encuentran estratégicamente distribuidos para emplear el riego cuando sea necesario dependiendo de las condiciones climáticas y de la demanda hídrica de los cultivos presentes.

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. Generales:

- Evaluar cuatro concentraciones de extracto de Orégano (*Lippia graveolens Kunth*) para el control de Roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad ICTA Ligero en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA de San Jerónimo Baja Verapaz.

2.6.2. Específicos:

- Determinar cuál de los tratamientos proporcione mejores resultados en cuanto al control de incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad ICTA Ligero en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA de San Jerónimo Baja Verapaz.
- Determinar cuál de los tratamientos proporcione mejores resultados en cuanto al control de severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad ICTA Ligero en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA de San Jerónimo Baja Verapaz.

2.7. HIPOTESIS

Los extractos vegetales contribuirán eficientemente en el manejo de la Roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) para que complete su ciclo de desarrollo.

2.7.1. Hipótesis Nula:

No existe evidencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de extracto de orégano.

2.7.2. Hipótesis Alternativa:

Al menos uno de los tratamientos de extracto de orégano presentara resultados estadísticamente significativos en el control de Roya en el Frijol.

2.8. METODOLOGIA

2.8.1. Materiales experimentales

El material experimental utilizado fue semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) ICTA Ligerito, el cual es susceptible a la Roya (*Uromyces phaseoli*).

2.8.2. ICTA Ligerito:

Es una planta de crecimiento tipo 1 arbustivo determinado, pero la carga mayor se da en la base de la planta, presenta una floración a los 29-30 días, maduración fisiológica a los 64 días y cosecha a los 71 días después de la siembra, con un rendimiento de 20-30

qq/mz, con resistencia a Mosaico Dorado. Se adapta bien a las alturas hasta 1200 msnm, así como a la siembra en terrenos planos y laderas, su precocidad le permite a las siembras de primera (mayo-junio) escapar a los efectos de canícula, la siembra de segunda (agosto-septiembre) y también se puede sembrar con riego en el mes de febrero (ICTA, 2013).

2.8.3. Extracto de Orégano:

Estudios demuestran los compuestos del extracto de orégano, siendo el carvacrol y timol tienen varios sitios de acción dentro las células y dependiendo de las concentraciones utilizadas pueden causar la inhibición o inactivación de los microorganismos. Los blancos o puntos de ataques de estos agentes antimicrobianos dentro de las células incluyendo la pared y membrana celular, enzimas metabólicas, eliminación de esporas, síntesis de proteínas y sistema genético (García, 2008).

2.8.4. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue unidades completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, cuatro tratamientos que fueron diferentes dosis de extracto de orégano y uno químico (Clorotalonil) (Ftalonitrilo).

2.8.5. Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = u + L_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

u = Media general del experimento

L_i = Efecto del tratamiento i de fungicida

B_j = Efecto del bloque j en el tratamiento

E_{ij} = Efecto Error experimental.

2.8.6. Unidades Experimentales

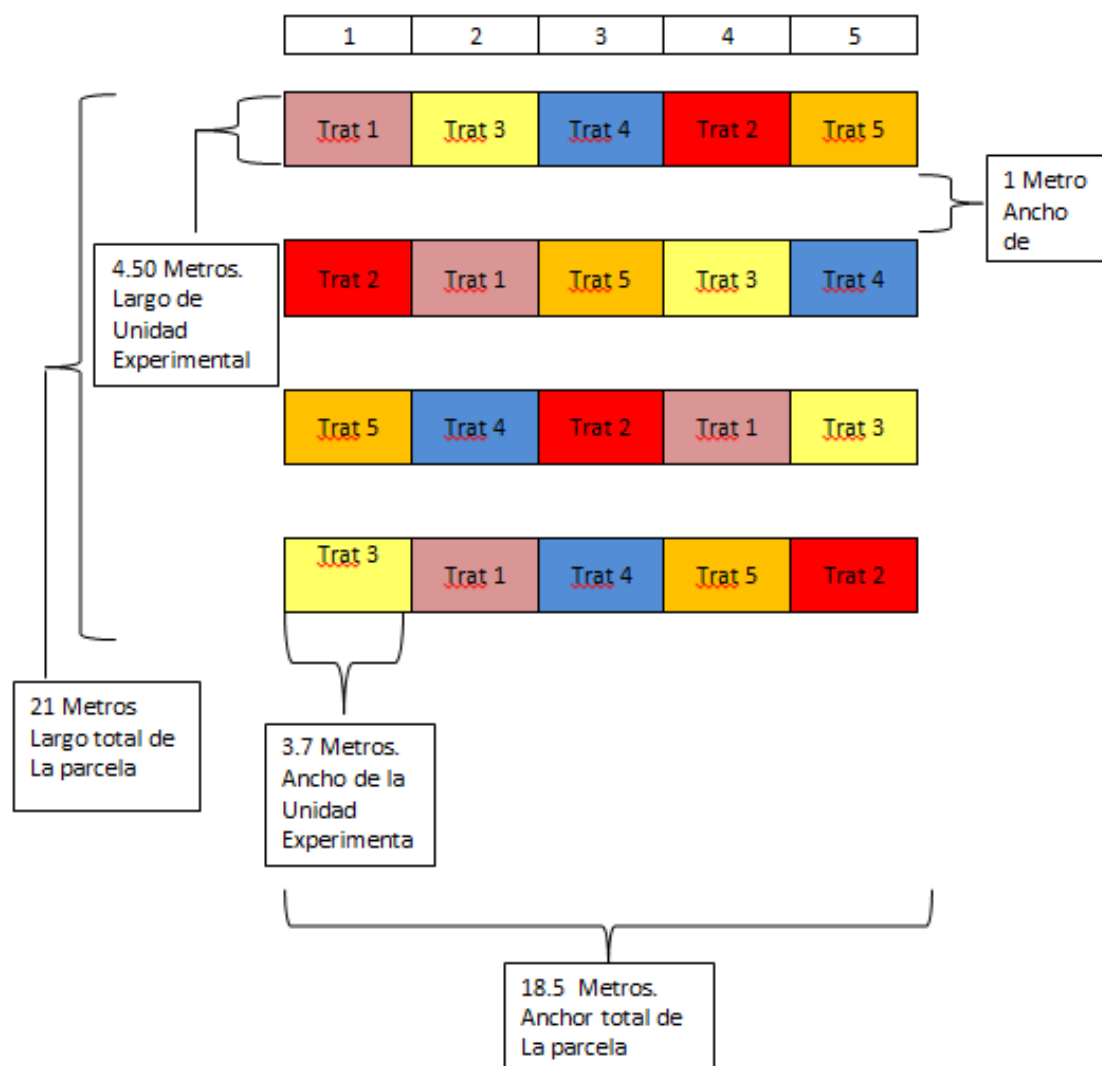
El largo de cada unidad experimental fue de 4.5 metros, el ancho de cada unidad experimental fue de 3.7 metros, el tamaño de la unidad experimental neta fue de 16.65 metros cuadrados. La distancia entre surcos fue de 40 centímetros, con un total de 4 surcos por unidad experimental, la distancia entre cada postura fue de 30 centímetros, utilizando 3 semillas por postura, dando un total de 30 posturas por surco, de los cuatro surcos los dos surcos de en medio se sembraron a doble hilera, los dos surcos de los extremos solo fueron a una hilera de posturas ya que para los resultados los dos surcos de los extremos fueron descartados para evitar el riesgo de contaminación y que proporcionara datos erróneos, de esta manera solo 60 posturas fueron las evaluadas.

2.8.7. Parcela Experimental

El largo total de la parcela fue de 18.5 metros, el ancho total fue de 21 metros, con un área total de 388.5 metros cuadrados. Conto con 4 bloques los cuales se dividieron en 5 unidades experimentales, 3 calles de 1 metro cada una entre bloques, con un total de 20 unidades experimentales, 80 surcos, dando un total de 1800 posturas de las cuales las efectivas fueron 1200 posturas ya que se empleó el efecto de borde en donde se eliminaron las orillas con el objetivo de evitar contaminación o alteración en los resultados por contacto con las parcelas adyacentes.

2.8.8. Croquis de Campo

Figura 14. La figura representa el croquis de campo de los tratamientos a evaluar en el estudio.



2.8.9. Tratamientos

Tratamiento 1 = 25 centímetros cúbicos de extracto de orégano en 16 litros de agua.

Tratamiento 2 = 50 centímetros cúbicos de extracto de orégano en 16 litros de agua.

Tratamiento 3 = 75 centímetros cúbicos de extracto de orégano en 16 litros de agua.

Tratamiento 4 = 100 centímetros cúbicos de extracto de orégano en 16 litros de agua.

Tratamiento 5 = testigo químico 80 ml de fungicida Clorotadonil 72 SC en 16 litros.

2.8.10. Manejo del Proyecto:

○ Preparación del terreno:

- Se utilizó maquinaria, iniciando con una pasada de Rastra, luego se pasó dos veces el arado y de último se realizó una pasada de surqueado.
- Se realizó un riego por inundación para que el terreno este apto para la fase de siembra.

○ Siembra:

- A la semilla se le realizó una aplicación de insecticida Blindage como método de protección.
- Se procedió a realizar la siembra a una distancia de 30 centímetros entre cada postura con una cantidad de 3 semillas por postura, la distancia que se dejó entre cada surco es de 40 centímetros.

○ Fertilización:

- Se fertilizo una semana después de la siembra con triple 15, las dosis que se utilizaron fueron 294kg/Ha.

○ Manejo de malezas

El manejo de las malezas se realizó de manera manual y química.

- Control Manual: Se realizó a los 15 y 30 días de la siembra utilizando como herramienta azadón.
- Control químico: se utilizó para la eliminación de malezas pre-emergentes y se aplicó el herbicida glifosato (Roundup®) para el control gramíneas a razón de 1.5

L/ha y post-emergentes fomesafen (Flex 25 SL®) a razón de 1.0 L/ha para el control de hojas anchas en el frijol a partir de la tercera hoja trifoliada desarrollada, aproximadamente entre los 31 a 35 días después de la siembra.

- **Aplicaciones de Extracto de Orégano:**

- Primera aplicación a los 22 días de la siembra.
- Segunda aplicación a los 34 días de la siembra
- Tercera aplicación a los 46 días de la siembra.

- **Cosecha y Pos-cosecha:**

La cosecha se realizó cuando la planta ya había llegado a su madurez fisiológica, las características que se observaron fueron, el cambio de color de hojas y vainas, las vainas abren con facilidad.

1. Fases de la cosecha y pos-cosecha:

- Se arrancaron las plantas completas.
- Se transportaron a un lugar con techo para que la planta se termine de secar.
- Ya que las plantas y las vainas estaban completamente secas, se realizó el aporreo con cuidado de no dañar los granos de frijol.
- Luego del aporreo, se quitó el exceso de los restos de la planta y se procedió a soplar la semilla para que la semilla quedara lista para el almacenamiento.

2. Almacenamiento:

Los granos de frijol, se almacenaron en bolsas debidamente sellados.

2.8.11. Variables Respuesta:

a. Incidencia de Hojas dañadas por Roya en el Frijol:

Se realizó una evaluación a cada 10 días después de la emergencia de las plantas de frijol hasta antes de la cosecha. Se llevó un conteo por unidad experimental y por tratamiento.

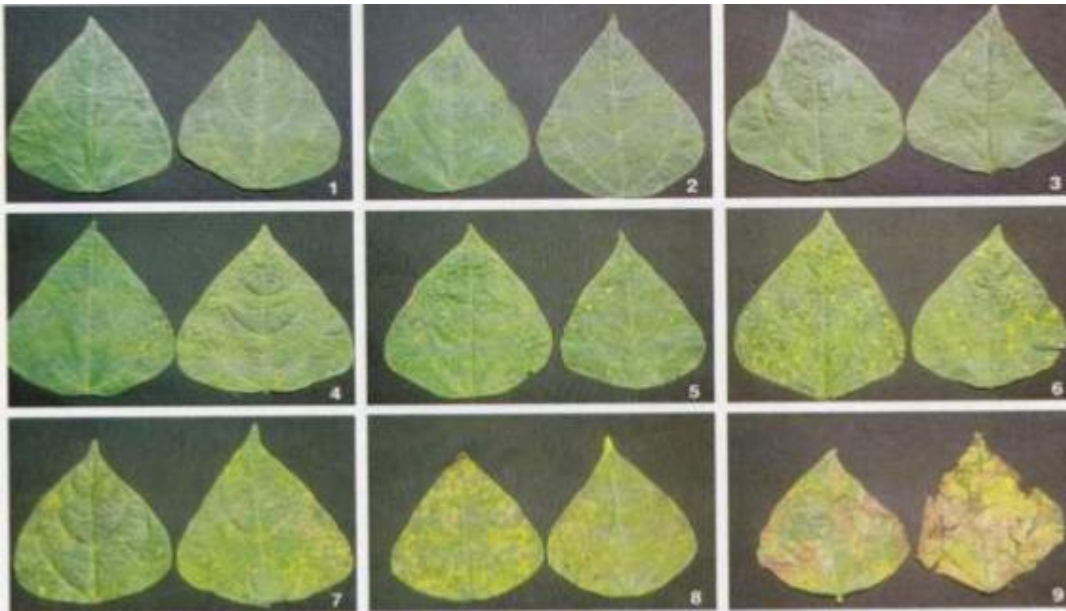
Los cálculos de porcentaje de la incidencia de daño por roya se realizó con la siguiente formula.

$$(\%) \text{ Incidencia} = \frac{\text{No. plantas infectadas}}{\text{Total de plantas}} * 100$$

b. Severidad de las hojas dañadas:

La severidad de las hojas dañadas por Roya en el frijol se evaluaron considerando el porcentaje de puntos tanto amarillos como negros en las hojas dañadas. La escala se presenta en los siguientes cuadros.

Figura 15. Escala de severidad de roya en frijol



(1) = 0% (2) = 5-10% (3) = 10-20% (4)= 20-30% (5)= 30-40%
(6) = 40-50% (7)= 50-60% (8)= 60-80% (9)= 80%

Escala diagramática de la severidad de porcentaje de área foliar afectado causado por Roya (*Uromyces phaseoli*) (CIAT, 1987).

Descripción de la escala de severidad de roya en frijol.

Tabla 11. Descripción de la escala de severidad de roya en frijol

CLASE	DESCRIPCION
1 a 2 Altamente Resistente	Ausencia a simple vista de pústulas de roya (inmune).
3 a 4 Resistente	Presencia en la mayoría de la planta, de solo unas pocas pústulas por lo regular pequeñas, que cubren aproximadamente el 2% del área foliar.
5 a 6 Intermedia	Presencia en toda la planta de pústulas generalmente pequeñas o intermedias que cubren aproximadamente el 5% del área foliar.
7 a 8 Susceptible	Presencia de pústulas generalmente grandes y rodeadas con frecuencia de halos cloróticos que cubren aproximadamente el 10% del área foliar.
9 Altamente susceptible	Presencia de pústulas grandes o muy grandes, con halos cloróticos, las cuales cubren más del 25% del tejido foliar y causan defoliación prematura.

Fuente: (CIAT, 1987).

2.8.12. Análisis Estadístico

Se efectuó el análisis de cada una de las variables, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA).

2.9. RESULTADOS Y DISCUSION

2.9.1. INCIDENCIA

En la tabla que a continuación se presenta, se observa el porcentaje de los datos obtenidos en la evaluación de incidencia de Roya (*Uromyces phaseoli*), en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) ICTA Ligerio, con cada uno de los tratamientos de extracto de Orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y el tratamiento químico Clorotalonil (Ftalonitrilo).

Tabla 12. Datos obtenidos en la evaluación de Roya en el Cultivo de Frijol Variedad ICTA Ligerio

Fecha de siembra: 31 de Julio de 2019.										
Fecha		16/08/19	26/08/19	06/09/19	17/09/19	30/09/19	11/10/19			
Tratamiento	Repetición	INCIDENCIA						Total de Lecturas	Total de Plantas Cosechadas	% de Incidencia
		Lectura 1 Incidencia	Lectura 2 Incidencia	Lectura 3 Incidencia	Lectura 4 Incidencia	Lectura 5 Incidencia	Lectura 6 Incidencia			
1	1	2	4	4	6	6	8	30	86	34.88
1	2	8	6	5	3	8	10	40	102	39.22
1	3	3	0	4	0	2	0	9	42	21.43
1	4	1	0	3	0	1	0	5	13	38.46
2	1	2	0	3	4	0	1	10	52	19.23
2	2	2	5	3	2	4	0	16	88	18.18
2	3	2	0	3	0	0	3	8	43	18.60
2	4	3	5	0	4	3	0	15	52	28.85
3	1	5	4	4	5	4	6	28	54	51.85
3	2	0	2	3	0	2	1	8	19	42.11
3	3	2	0	0	3	3	0	8	21	38.10
3	4	0	5	3	4	0	3	15	48	31.25
4	4	3	4	3	3	2	3	18	47	38.30
4	2	1	0	2	4	1	1	9	22	40.91
4	3	1	3	4	2	1	4	15	47	31.91
4	4	5	4	2	7	6	3	27	68	39.71
5	1	0	0	1	0	0	0	1	2	50.00
5	2	0	1	3	2	2	2	10	22	45.45
5	3	1	4	7	2	2	3	19	41	46.34
5	4	0	0	4	3	3	2	12	24	50.00

Fuente: Propia EPSA 2019

Tabla 13. Resumen del Porcentaje de Incidencia de Roya en el Cultivo de Frijol ICTA Ligero

Tratamiento	Cantidad de plantas cosechadas	Incidencia	% de Incidencia
2	235	49	20.85
1	243	84	34.57
4	184	69	37.50
3	142	59	41.55
5	89	42	47.19

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 13, con los datos obtenidos se puede observar que la incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), variedad ICTA Ligero, se dio en menor porcentaje de incidencia en el tratamiento número dos (2), con un veinte punto ochenta y cinco por ciento (20.85%) el cual consto de la dosis de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) seguido del tratamiento número uno (1), con un treinta y cuatro punto cincuenta y siete por ciento (34.57%) el cual consto de la dosis de veinticinco mililitros (25 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y el tratamiento más afectado en cuanto a la incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), variedad ICTA Ligero, el cual obtuvo mayor porcentaje de incidencia fue el tratamiento número cinco (5) obtuvo un cuarenta y siete punto diecinueve por ciento (47.19%) el cual fue el testigo con la aplicación de producto químico, Clorotalonil (Ftalonitrilo), con una dosis de ochenta mililitros (80 ml).

Para Cañedo, Alfaro y Kroschel (2011) citados por Carrero (2018), el control químico se puede tomar como una respuesta inmediata para la prevención o erradicación y/o la proliferación de plagas y enfermedades dentro de un cultivo, estos productos de origen

químico los cuales son catalogados como plaguicidas y son importantes para el cuidado de los cultivos. Se asegura que de alguna manera, a pesar de ser de gran beneficio para el control de plagas y enfermedades en la producción agrícola estos compuestos pueden llegar a ser tóxicos y de esta manera afectar el ecosistema del área donde se tiene el cultivo y también ser perjudiciales desarrollando enfermedades a los consumidores. De esta manera se ve la importancia de utilizar productos orgánicos que puedan controlar lo que esté afectando al cultivo.

Tabla 14. Tabla de datos de incidencia explicados por el modelo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia	20	0.82	0.71	15.81

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 14, se pueden observar los indicadores del ajuste del modelo utilizado para el análisis de los datos de incidencia, en esta tabla R² indica que el modelo estadístico utilizado explica el 71% de la variabilidad de los datos.

Tabla 15. Cuadro de análisis de varianza sobre incidencia

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1751.1	7	250.16	7.62	0.0012
Tratamiento	1574.14	4	393.54	11.99	0.0004
Repetición	176.96	3	58.99	1.8	0.2014
Error	394.02	12	32.83		
Total	2145.12	19			

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 15, se puede observar que en base a los resultados del análisis estadístico realizado podemos aseverar que con un 95% de confianza si existe diferencia

estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, por tal motivo se procede a realizar una prueba de Tukey para evidenciar dichas diferencias.

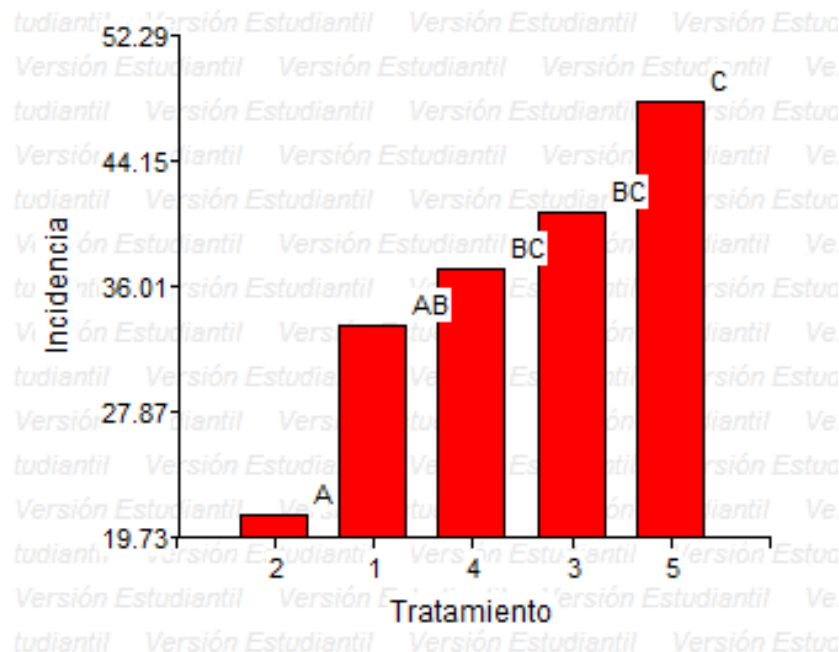
Tabla 16. Tabla de medias de Incidencia

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
2	21.22	4	2.87	A		
1	33.5	4	2.87	A	B	
4	37.17	4	2.91		B	C
3	40.83	4	2.87		B	C
5	47.95	4	2.87			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)						

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 16, se puede observar que el tratamiento dos (2) el cual consto de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y el tratamiento uno (1) el cual consto de veinticinco mililitros (25 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) son superiores a los demás tratamientos en cuanto al control de incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Figura 16. Comportamiento de los tratamientos en cuanto a la incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).



Fuente: Propia EPSA 2019

En la figura número 16, se puede observar el comportamiento de los tratamientos, siendo estos con mejores resultados los tratamientos dos (2) el cual consto de la aplicación de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y el tratamiento uno (1) el cual consto de la aplicación de veinticinco mililitros (25 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), seguidos por los tratamientos cuatro (4) el cual consto de la aplicación de cien mililitros (100 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), el tratamiento tres (3) el cual consto de la aplicación de setenta y cinco mililitros (75 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y con el mayor porcentaje de incidencia el tratamiento cinco (5) el cual consto de la aplicación del fungicida químico Clorotalonil.

2.9.2. SEVERIDAD

En la tabla que a continuación se presenta, se observan los datos obtenidos de las lecturas de severidad de Roya (*Uromyces phaseoli*), en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad

ICTA Ligerio.

Tabla 17. Datos de las lecturas tomadas sobre severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad ICTA Ligerio.

Fecha		23-sep	3-oct	8-oct	
Tratamiento	Repetición	SEVERIDAD			Promedio de Lecturas
		Lectura 1 Severidad de Roya	Lectura 2 Severidad de Roya	Lectura 3 Severidad de Roya	
1	1	4	4	4	4
1	2	1	2	6	3
1	3	5	5	3	4
1	4	2	2	3	2
2	1	1	1	2	1
2	2	1	1	3	2
2	3	2	2	2	2
2	4	2	2	3	2
3	1	6	6	6	6
3	2	4	4	4	4
3	3	2	3	3	3
3	4	3	5	5	4
4	1	3	3	3	3
4	2	2	3	5	3
4	3	3	3	3	3
4	4	3	3	5	4
5	1	2	3	4	3
5	2	1	1	2	1
5	3	2	2	2	2
5	4	2	2	2	2

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 17, se pueden observar los datos de cada tratamiento y sus repeticiones, las lecturas realizadas de la presencia de roya. La severidad en la cual se obtuvo un rango de uno (1) a seis (6), en cuanto a la escala diagramática de la severidad de porcentaje foliar afectado, causado por roya (*Uromyces phaseoli*).

Tabla 18. Datos sobre severidad explicados por el modelo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad	20	0.7	0.52	28.8

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 18, se pueden observar los indicadores del ajuste del modelo utilizado para el análisis de los datos de incidencia, en esta tabla R² indica que el modelo estadístico utilizado explica el 52% de la variabilidad de los datos.

Tabla 19. Cuadro de análisis de varianza para datos de severidad.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19.43	7	2.78	3.98	0.0177
Tratamiento	16.8	4	4.2	6.02	0.0068
Repetición	2.63	3	0.88	1.26	0.3332
Error	8.37	12	0.7		
Total	27.8	19			

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 19, se puede observar que en base a los resultados del análisis estadístico realizado podemos aseverar que con un 95% de confianza si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, por tal motivo se procede a realizar una prueba de Tukey para evidenciar dichas diferencias

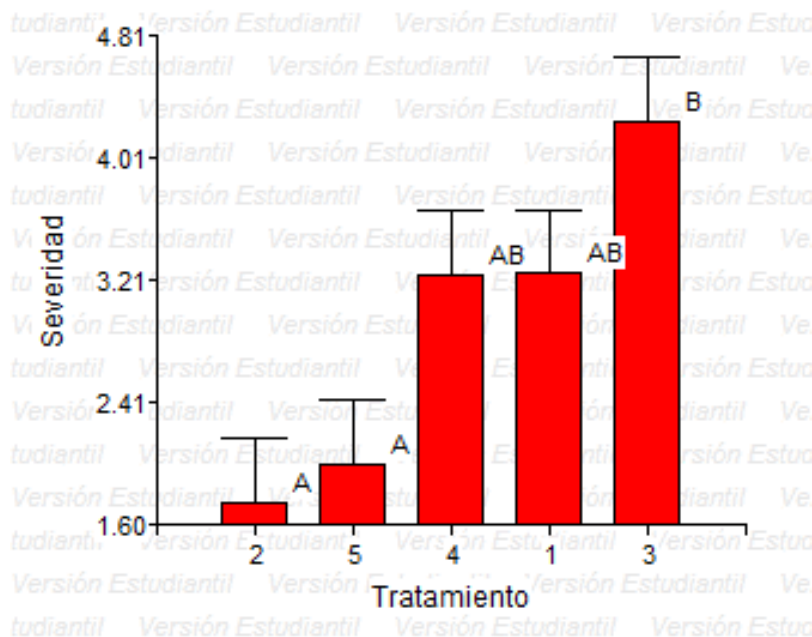
Tabla 20. Medias del análisis de severidad.

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
2	1.75	4	0.42	A	
5	2	4	0.42	A	
4	3.24	4	0.42	A	B
1	3.25	4	0.42	A	B
3	4.25	4	0.42		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 20, se puede observar que el tratamiento dos (2) el cual consto de la aplicación de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y el tratamiento cinco (5) el cual consto de la aplicación de ochenta mililitros (80 ml) de Clorotalonil, siendo la aplicación de fungicida químico, son superiores a los demás tratamientos, en cuanto al control de severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Figura 17. Comportamiento de los resultados obtenidos en cuanto a la severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).



Fuente: Propia EPSA 2019

En la figura número 17, se puede observar el comportamiento de los tratamientos, siendo estos en un primer grupo con mejores resultados en control de severidad los tratamientos dos (2) el cual consto en la aplicación de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), y el tratamiento cinco (5) el cual consto en la aplicación de ochenta mililitros (80 ml) de Clorotalonil, en un segundo grupo se pueden observar, los tratamientos cuatro (4) el cual consto en la aplicación de cien mililitros (100 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), el tratamiento uno (1) el cual consto en la aplicación de veinticinco mililitros de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), y por ultimo siendo el más afectado en severidad el tratamiento tres (3) que fue la aplicación de setenta y cinco mililitros (75 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*).

Tabla 21. Datos de Severidad explicados por el modelo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lectura 1	20	0.55	0.29	44.83

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 21 se puede observar los indicadores del ajuste del modelo utilizado para el análisis de los datos de severidad, en esta tabla R² indica que el modelo estadístico utilizado explica el 29% de la variabilidad de los datos.

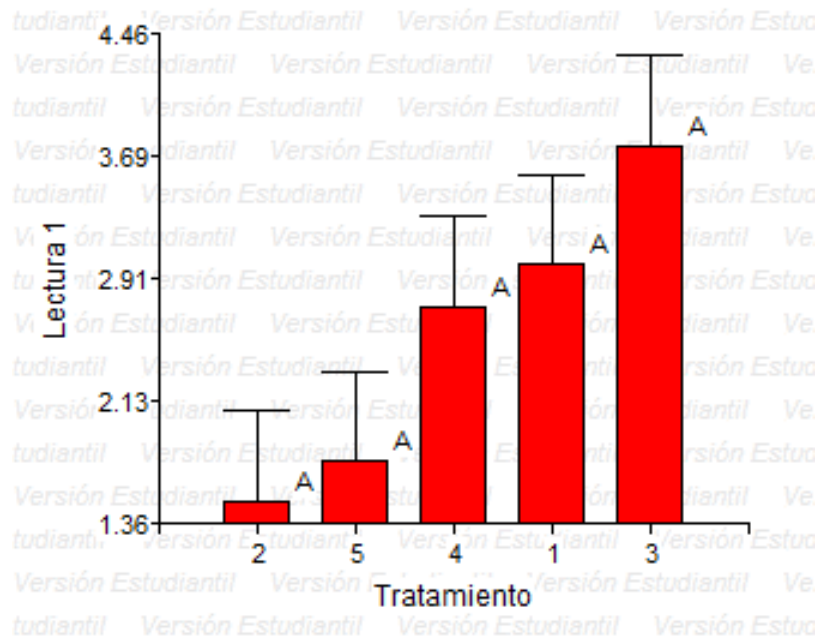
Tabla 22. Análisis de varianza para datos de severidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	19.27	7	2.75	2.11	0.1227
Tratamiento	13.7	4	3.43	2.62	0.0878
Repetición	5.57	3	1.86	1.42	0.2851
Error	15.68	12	1.31		
Total	34.95	19			

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 22, se puede observar que en base a los resultados del análisis estadístico realizado podemos aseverar que con un 95% de confianza no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, por tal motivo no se procede a realizar una prueba de Tukey.

Figura 18. Comportamiento de los tratamientos en cuanto a la severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).



Fuente: Propia EPSA 2019

En la figura número 18, se puede observar el comportamiento de los tratamientos, siendo estos en un primer grupo con mejores resultados en control de severidad los tratamientos dos (2) el cual consto en la aplicación de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), y el tratamiento cinco (5) el cual consto en la aplicación de ochenta mililitros (80 ml) de Clorotalonil, en un segundo grupo se pueden observar, los tratamientos cuatro (4) el cual consto en la aplicación de cien mililitros (100 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), el tratamiento uno (1) el cual consto en la aplicación de veinticinco mililitros de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), y por ultimo siendo el más afectado en severidad el tratamiento tres (3) que fue la

aplicación de setenta y cinco mililitros (75 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*).

Tabla 23. Datos sobre severidad explicados por el modelo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lectura 2	20	0.71	0.54	32.83

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 23, se pueden observar los indicadores del ajuste del modelo utilizado para el análisis de los datos de incidencia, en esta tabla R² indica que el modelo estadístico utilizado explica el 54% de la variabilidad de los datos.

Tabla 24. Análisis de varianza para datos de severidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26.04	7	3.72	4.25	0.0139
Tratamiento	21.8	4	5.45	6.22	0.006
Repetición	4.24	3	1.41	1.61	0.2378
Error	10.51	12	0.88		
Total	36.55	19			

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 24, se puede observar que en base a los resultados del análisis estadístico realizado podemos aseverar que con un 95% de confianza si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, por tal motivo se procede a realizar una prueba de Tukey para evidenciar dichas diferencias.

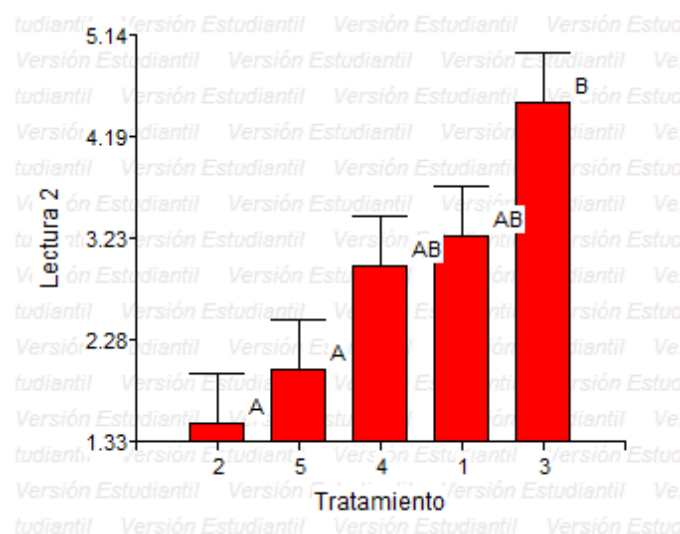
Tabla 25. Medias del análisis de severidad.

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
2	1.5	4	0.47	A	
5	2	4	0.47	A	
4	2.97	4	0.47	A	B
1	3.25	4	0.47	A	B
3	4.5	4	0.47		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 25, se puede observar que el tratamiento dos (2) el cual consto de la aplicación de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y el tratamiento cinco (5) el cual consto de la aplicación de ochenta mililitros (80 ml) de Clorotalonil, siendo la aplicación de fungicida químico, son superiores a los demás tratamientos, en cuanto al control de severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Figura 19. Comportamiento de los resultados obtenidos en cuanto a la severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).



Fuente: Propia EPSA 2019

En la figura número 19, se puede observar el comportamiento de los tratamientos, siendo estos en un primer grupo con mejores resultados en control de severidad los tratamientos dos (2) el cual consto en la aplicación de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), y el tratamiento cinco (5) el cual consto en la aplicación de ochenta mililitros (80 ml) de Clorotalonil, en un segundo grupo se pueden observar, los tratamientos cuatro (4) el cual consto en la aplicación de cien mililitros (100 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), el tratamiento uno (1) el cual consto en la aplicación de veinticinco mililitros de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), y por ultimo siendo el más afectado en severidad el tratamiento tres (3) que fue la aplicación de setenta y cinco mililitros (75 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*).

Tabla 26. Datos sobre severidad explicados por el modelo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lectura 3	20	0.64	0.42	28.56

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 26, se pueden observar los indicadores del ajuste del modelo utilizado para el análisis de los datos de incidencia, en esta tabla R² indica que el modelo estadístico utilizado explica el 42% de la variabilidad de los datos.

Tabla 27. Análisis de varianza para datos de severidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21.01	7	3	3.01	0.0454
Tratamiento	14	4	3.5	3.5	0.0408
Repetición	7.01	3	2.34	2.34	0.1249
Error	11.99	12	1		
Total	33	19			

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 27, se puede observar que en base a los resultados del análisis estadístico realizado podemos aseverar que con un 95% de confianza si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, por tal motivo se procede a realizar una prueba de Tukey para evidenciar dichas diferencias.

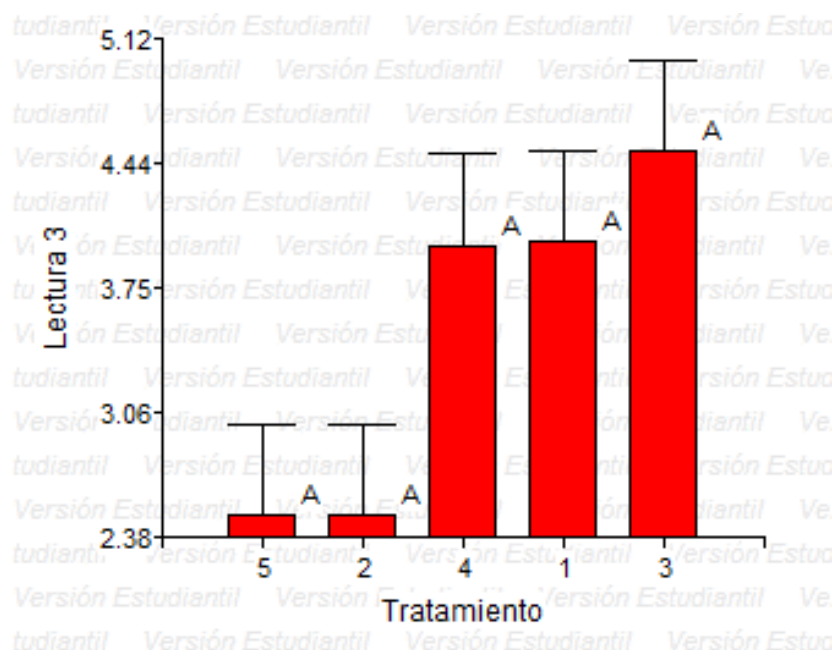
Tabla 28. Medias del análisis de severidad.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	2.5	4	0.5	A
2	2.5	4	0.5	A
4	3.98	4	0.51	A
1	4	4	0.5	A
3	4.5	4	0.5	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)				

Fuente: Propia EPSA 2019

En la tabla número 28, se puede observar que el tratamiento cinco (5) el cual consto de la aplicación de ochenta mililitros (80 ml) de Clorotalonil, siendo la aplicación de fungicida químico y el tratamiento dos (2) el cual consto de la aplicación de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), son superiores a los demás tratamientos, en cuanto al control de severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Figura 20. Comportamiento de los resultados obtenidos en cuanto a la severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).



Fuente: Propia EPSA 2019

En la figura número 20, se puede observar el comportamiento de los tratamientos, siendo estos en un primer grupo con mejores resultados en control de severidad, los tratamientos cinco (5) el cual consto en la aplicación de ochenta mililitros (80 ml) de Clorotalonil, y el tratamiento dos (2) el cual consto en la aplicación de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), en un segundo grupo se pueden observar, los tratamientos cuatro (4) el cual consto en la aplicación de cien mililitros (100 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), el tratamiento uno (1) el cual consto en la aplicación de veinticinco mililitros de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), y por ultimo siendo el más afectado en severidad el tratamiento tres (3) que fue la aplicación de setenta y cinco mililitros (75 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*).

2.10. CONCLUSIONES

- Tras el análisis estadístico que se realizó a los resultados obtenidos sobre incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*), en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en donde se evaluaron cuatro (4) concentraciones de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), se determinó que los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados fueron; tratamiento uno (1), el cual consto de la dosis de veinticinco mililitros (25 ml) de extracto de orégano y el tratamiento dos (2), el cual consto de la dosis de cincuenta mililitros (50ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*).
- Tal y como se comprobó, en cuanto a la incidencia los tratamientos uno (1) con dosis de veinticinco mililitros (25 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y el tratamiento dos (2) con dosis de cincuenta mililitros (50ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*), son una buena alternativa para disminuir el uso de productos químicos.
- De acuerdo a la escala diagramática de severidad del porcentaje de área foliar afectada, el rango que se obtuvo en la investigación fue de uno (1) a seis (6) siendo uno (1) el índice más bajo de presencia de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y seis (6) el índice más alto de presencia de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), determinando así que el índice seis (6) es la presencia en toda la planta de pústulas generalmente pequeñas o intermedias que cubren el cinco por ciento (5%) del área foliar, esto según la escala de severidad de roya en frijol (CIAT, 1987).
- En cuanto a la severidad se determinó que los tratamientos dos (2) el cual fue la dosis de cincuenta mililitros (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) y el tratamiento cinco (5) el cual fue la aplicación del producto químico Clorotalonil (Ftalonitrilo) se posicionaron debajo de la escala diagramática, ya que de acuerdo al rango de la escala el tratamiento dos (2) estuvo en un rango de uno y dos (1, 2) y el tratamiento cinco (5) en un rango de uno a tres (1, 3), siendo los tratamientos menos afectados en cuanto a la severidad de la roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

2.11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar futuras investigaciones y evaluaciones con la dosis que obtuvo mejores resultados la cual fue la dosis de cincuenta miligramos (50 ml) de extracto de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) para el control de roya (*Uromyces phaseoli*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).
- Implementar una combinación de aplicaciones entre el producto químico que en este caso fue Clorotalonil y el producto orgánico que en este caso fue el extracto de órgano.
- Estimar el análisis de nuevos productos orgánicos con fines fúngicos, con el fin disminuir el uso de productos químicos, para lograr la recuperación de la biodiversidad.
- Realizar una evaluación de costos para determinar si es factible el uso de productos orgánicos sobre el uso de productos químicos.

2.12. BIBLIOGRAFIA

- Araya, C. y Hernández, J. (2006). Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. San José, Costa Rica. 44 p.
- Araya, R.; Rodríguez, R.; Molina, J. y Ramos, F. (1995). Variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Concepto, obtención y manejo. CIAT. Cali. Colombia. 65p.
- Bernal, A.; Díaz, M.; Quintero, E.; Quiñonez, R. y Ruiz, K. (2004). Reacción de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente a la roya (*Uromyces phaseoli* var *typiza* Arth.). La Habana, Cuba. Centro Agrícola 31 (1-2): 114-115.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT- (1987). Sistema estándar para la evaluación del germoplasma de frijol. Art Van Schooohoven y Marcial, A. Pastor, Corrales (Camps). Cali, Colombia. 4-56 p.
- Debouck DG, Hidalgo R. (1984). Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Cali, Colombia. 86 p.
- Espinoza, E. (2009). Evaluación de 16 genotipos seccionados en dos densidades de siembra de frijol canario cv. Centenario (*Phaseolus vulgaris* L.) por su calidad y rendimiento en condiciones de costa central. Tesis para optar al grado de MagisterScientiae Universidad Nacional Agraria La Molina Escuela De Post Grado, Especialidad de Producción Agrícola. Lima, Perú. 179 p.
- Fernández, F.; Gepts, P. y López, M. (2006). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT-, Cali, Colombia. 44 p.
- Gamarra, L. A. (2016). Utilización del aceite esencial de orégano para el preparado de formulación plaguicida. Bolivia: AGROPECUARIA Y AGROINDUSTRIA.
- Huerta, C. (1997). Orégano mexicano: oro vegetal México: Biodiversitas. 15:8-13.
- IICA, COSUDE y Proyecto RED SICTA (2014). Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades de frijol en América Central. Consultado 4 de mayo de 2016. Disponible <https://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3846E/A3846E.PDF>.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (2006). Ficha técnica de la variedad ICTA Peten. Guatemala, Guatemala. 2 p.

- Moscoso, A. (2016). Intervalos de aplicación de extracto de orégano (*Lippia graveolens* Kunth) para el control de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en frijol; Izabal. Guatemala.
- Nioga, Z. (2002). Evaluación del contenido fenólico, capacidad antioxidante y actividad cito tóxica sobre células caso-2 del extracto acuoso de orégano (*Lippia graveolens* Kunth). Querétaro, México.
- <https://www.adama.com/mexico/es/media/961/dowland?attachment>
- https://terralia.com/vademecum_de_productos_fitosanitarios_y_nutricionales/view_composition?book_id=1&composition_id=17&crop_id=421&vt

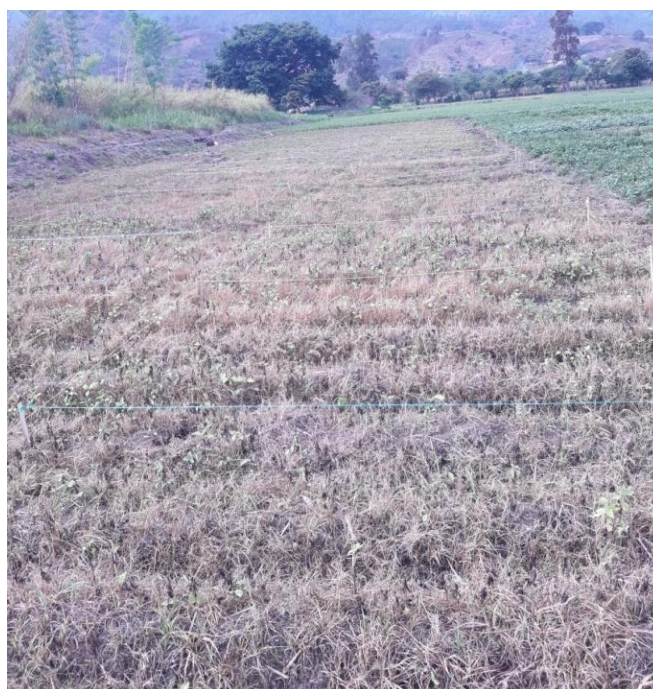
2.13. ANEXOS

Figura 21. Delimitación del Área



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 22. Delimitación de Cada Unidad Experimental



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 23. Etiquetado de Cada Unidad Experimenta



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 24. Siembra de la Semilla



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 25. Semilla Germinando



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 26. Germinación a los 12 días de siembra



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 27. Proceso de crecimiento a los 19 días de siembra



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 28. Plantas a los 28 días de siembra



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 29. Extracción de roya



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 30. Extracción de roya



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 31. Plantas infectadas con Roya



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 32. Preparación de con Extracto de Orégano



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 33. Cosecha



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 34. Etiquetado de cosecha de cada unidad experimental



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 35. Proceso de secado



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 36. Proceso de Aporreo



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 37. Semillas recolectadas de cada unidad experimental con su etiqueta



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019



CAPITULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL INSITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
AGRICOLAS ICTA-CINOR, SAN JERONIMO, BAJA VERAPAZ.**

3.1. PRESENTACION

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola del Centro Universitario de Baja Verapaz CUNBAV de la Universidad de San Carlos de Guatemala USAC, se realizó en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA – CINOR, San Jerónimo Baja Verapaz, se participó en la realización de los servicios que son actividades de apoyo dentro de las instalaciones y parcelas agrícolas del ICTA. Estos servicios se pueden enumerar como:

1. Apoyo en evaluación de 906 líneas de frijol para determinar susceptibilidad y resistencia a Roya y Mosaico Dorado.
2. Establecimiento de abonera de lombrices para el consumo de lombricompost y lixiviado de lombrices coqueta roja
3. Proceso de cruce de frijol Amadeus e ICTA Ligero para generar una nueva variedad
4. Apoyo en siembra de esquejes de camote.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. OBJETIVO GENERAL

Brindar apoyo en las diversas actividades que realiza el programa de Frijol en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA – CINOR) San Jerónimo Baja Verapaz

3.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Apoyar en la evaluación de líneas de frijol las cuales son susceptibles o resistentes a Roya y líneas que son susceptibles o resistentes a Mosaico Dorado.
- Apoyar en los procesos de cosecha y pos cosecha en el cultivo de frijol en incremento.
- Apoyar en los diversos procesos almacenamiento de frijol.

3.3. SERVICIO 1: APOYO EN EVALUACIÓN DE 906 LÍNEAS DE FRIJOL PARA DETERMINAR SUSCEPTIBILIDAD Y RESISTENCIA A ROYA Y MOSAICO DORADO.

3.3.1. INTRODUCCION:

Le evaluación de líneas de frijol es un proceso fundamental ya que es un componente esencial de la dieta en muchas regiones del mundo. Esta evaluación permite identificar y seleccionar variedades con características agronómicas y nutricionales superiores, como resistencia a enfermedades, adaptación a diferentes condiciones climáticas y mejor rendimiento.

En la actualidad se tienen diversos factores que afectan la producción de frijol, perjudicando así a los productores de uno de los principales granos dentro de la alimentación de los habitantes de nuestro país. De esta manera se trabaja la evaluación de diferentes líneas de frijol para determinar si son susceptibles o resistentes a Roya y si son susceptibles o resistentes a mosaico dorado.

La importancia de esta evaluación radica en varios factores, en primer lugar el frijol es una fuerte rica de proteína y micronutrientes, lo que lo convierte en un alimento clave para seguridad alimentaria, especialmente en comunidades vulnerables, a través de la evaluación de líneas de frijol se puede desarrollar variedades que no solo sean productivas, sino que también contribuyan a la conservación de los recursos naturales.

En resumen, la evaluación de líneas de frijol es una herramienta esencial para la investigación y el desarrollo agrícola, cono el potencial de mejorar la calidad de vida de millones de personas y fomentar prácticas agrícolas más sostenibles.

3.3.2. OBJETIVOS

a. OBJETIVOS GENERALES:

Realizar las actividades necesarias para determinar la resistencia y susceptibilidad de roya y mosaico dorado de las diferentes líneas de frijol a evaluar.

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Emplear los procesos adecuados para realizar la evaluación y obtener los mejores resultados.
- Determinar las líneas que pueden ser susceptibles o resistentes a Roya.
- Determinar las líneas de frijol que pueden ser susceptibles o resistentes a mosaico dorado.

3.3.3. METAS

Las metas de la evaluación de líneas de frijol pueden dividirse en varias categorías como:

- Mejora del Rendimiento:
Identificar y seleccionar líneas que ofrezcan un mayor rendimiento en comparación con las variables existentes, asegurando así una producción más eficiente.
- Resistencia a enfermedades y plagas:
Evaluar líneas para detectar resistencia a enfermedades comunes, como Roya y el virus del mosaico, así como plagas, lo que reduce la dependencia de pesticidas.

- Adaptación a condiciones climáticas:
Seleccionar variedades que sean más tolerantes a condiciones adversas, como sequías o suelos salinos, lo que permita manejar un cultivo en diferentes entornos
- Calidad Nutricional:
Mejorar el perfil nutricional del frijol, aumentando contenido de proteínas, minerales y vitaminas, para beneficiar la salud de los consumidores.
- Sostenibilidad agrícola:
Promover prácticas de cultivo que preserven el medio ambiente, como la fijación de nitrógeno en el suelo, mejorando la salud del ecosistema.

3.3.4. METODOLOGIA

Se procedió a sembrar 906 líneas de frijol debidamente identificadas, para llevar un control estricto de las características de cada línea y así determinar la finalidad de la evaluación que es identificar cuál de las líneas presenta susceptibilidad o resistencia a roya y a mosaico dorado.

De cada línea se sembraron 30 posturas, en cada una de las posturas se aplicaron 3 semillas.

Se realizó limpieza del terreno para que el cultivo se desarrollara adecuadamente y se realizaron los riegos necesarios para el desarrollo del cultivo.

Durante el proceso de crecimiento de la planta se realizan monitoreos para determinar la susceptibilidad o resistencia que pudieron haber desarrollado. Al llegar a su madurez fisiológica se procede a cosechar.

La cosecha se realiza por separado, para que no se mesclen y se puedan alterar los datos.

Se colocan en el área de secado debidamente identificada y separado para evitar que se mezclen, luego de que pasa el tiempo en el cual la planta seca, se procede a extraer los granos de las vainas, se limpian, se pesan y se les calcula humedad, todos estos datos son necesarios para saber cuál de las líneas fue más afectada y cual nos proporciona mejores resultados en cuanto al rendimiento.

3.3.5. MATERIAL Y EQUIPO

- 906 líneas de frijol
- Azadón
- Etiquetas
- Costales para la trasportación del material al área de secado
- Coladores para colocar los granos y limpiarlos
- Balanza
- Medidor de humedad
- Bolsas Manila para colocar los granos de frijol

3.3.6. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la evaluación de líneas de frijol no son de dominio público, esto se debe a varias razones, como la fase temprana de investigación o el desarrollo de nuevas variedades que aún no han sido comercializadas.

3.3.7. ANEXOS

Figura 38. Distribución de las 906 líneas de frijol



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 39. Cosecha de cada línea debidamente identificada



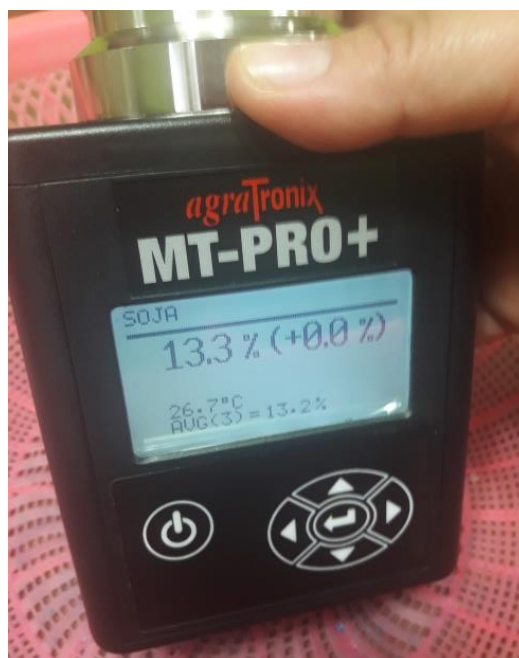
Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 40. Secado de las 906 líneas, separadas por manojos.



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 41. Toma de humedad de cada línea



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 42. Almacenamiento de cada línea



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

3.4. SERVICIO 2: ESTABLECIMIENTO DE ABONERAS DE LOMBRICES COQUETA ROJA (*Eisenia foetida*) PARA EL CONSUMO DE LOMBRICOMPOST Y LIXIVIADO DE LOMBRICES

3.4.1. INTRODUCCION

El establecimiento de aboneras de coqueta roja (*Eisenia foetida*), es una estrategia clave en la mejora de la producción agrícola de frijol, esta leguminosa, apreciada por su valor nutricional y versatilidad en la cocina, se beneficia significativamente de un manejo adecuado de los nutrientes del suelo, las aboneras juegan un papel fundamental en la fertilización sostenible, mejorando la salud del suelo y por ende el rendimiento de los cultivos.

La coqueta roja (*Eisenia foetida*), es conocida por su resistencia y adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, establecer aboneras para esta variedad no solo optimiza el uso de recursos sino que también contribuye a la reducción de costos de insumos químicos y promueve prácticas agrícolas más sostenibles, además el uso de abono orgánico en las aboneras mejora la estructura del suelo, incrementa la retención de humedad y favorece la biodiversidad microbiana, lo cual es esencial para la salud del ecosistema agrícola.

En este contexto la implementación de aboneras de coqueta roja (*Eisenia foetida*), no solo busca incrementar la productividad sino también fomentar la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas agrícolas, alineándose con los objetivos de seguridad alimentaria y conservación de recursos naturales.

En la actualidad uno de los abonos orgánicos más utilizados es el que se obtiene por medio de las lombrices coqueta roja (*Eisenia foetida*), ya que se puede obtener el abono el cual es conocido como humus, es obtenido por medio del compostaje, también se obtiene el lixiviado el cual se utiliza para aplicaciones foliares.

La implementación de estas aboneras es de suma importancia para la agricultura, ya que las lombrices contribuyen a la descomposición de restos vegetales, ayudando a la incorporación de materia orgánica al suelo y contribuyendo en la liberación de nutrientes.

3.4.2. OBJETIVOS

a. OBJETIVO GENERAL

- Implementar una abonera con lombrices coqueta roja (*Eisenia foetida*), con el fin de obtener, humus y lixiviado.

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener Humus para la incorporación de abono al suelo.
- Extraer el Lixiviado para realizar aplicaciones foliares.

3.4.3. METAS

Las metas del establecimiento de aboneras de coqueta roja (*Eisenia foetida*), son diversas y se centran en mejorar tanto la producción agrícola como la sostenibilidad del sistema.

- Mejorar la fertilidad del suelo:
Incrementar el contenido de materia orgánica y nutrientes disponibles, lo que resulta en un suelo más saludable y productivo.
- Aumentar el rendimiento del cultivo:
Lograr mayores cosechas mediante el uso de abono orgánico que optimice el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Reducir el uso de fertilizantes químicos:
Disminuir la dependencia de insumos químicos, promoviendo un enfoque más ecológico y sostenible en la agricultura.

- Fomentar la biodiversidad:
Crear un ambiente que favorezca la actividad microbiana y la fauna del suelo, lo que puede mejorar la salud del ecosistema agrícola.

3.4.4. MATERIALES Y EQUIPO

- 3 Cajas plásticas de 90 cm de largo por 50 cm de alto por 40 cm de ancho, con su respectiva tapadera
- Estiércol de Cabra
- Lombriz coqueta roja
- Agua
- Recipiente plástico para colectar el lixiviado

3.4.5. METODOLOGIA

Se les realizaron agujeros a dos de las cajas, y también se les realizaron agujeros a dos de las tapaderas.

Se colocaron las cajas con su respectiva tapadera una sobre otra.

La primera caja solo se le realizaron agujeros a la tapadera, la segunda caja se le realizaron agujeros a la caja y a la tapadera, a la tercera caja se le realizaron agujeros solo a la caja.

La finalidad de no realizarle agujeros a la primera caja es que esta colectara el lixiviado que baja de las otras dos cajas se colocara el estiércol en la caja superior con el fin que el humus caiga a la segunda caja y el lixiviado a la tercera caja.

La caja que está en la parte de abajo cuenta con una válvula para extraer con mayor facilidad el lixiviado.

3.4.6. RESULTADOS

- Abono: se hizo aplicación del abono que se extrajo de las aboneras.
- Se realizaron aplicaciones con el lixiviado, que es el líquido que se extrae de las aboneras, este abono se empleó en el área foliar.

3.4.7. ANEXOS

Figura 43. Cajas donde se realizó la abonera



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 44. Lombriz coqueta roja con materia en descomposición



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 45. Extracción de Lixiviado



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

3.5. SERVICIO 3: PROCESO DE CRUZA DE FRIJOL AMADEUS E ICTA LIGERO PARA GENERAR UNA NUEVA VARIEDAD.

3.5.1. INTRODUCCION

La crusa de variedades de frijol es una técnica fundamental en la mejora genética de cultivos, con el objetivo de obtener plantas que presenten características deseables, como mayor rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, y adaptación a diferentes condiciones ambientales. Este proceso se basa en la selección y combinación de dos o más variedades que poseen rasgos específicos que se quieran reforzar o introducir en la nueva generación.

La finalidad de realizar esta actividad fue el crear una variedad de frijol con las características deseadas las cuales poseen los materiales utilizados, la semilla de frijol ICTA Ligero y la semilla de frijol Amadeus.

Dentro de las características de importancia que posee el material ICTA Ligero están, que es una variedad precoz, por lo mismo permite que se efectúen dos cosechas al año, también se adapta a altitudes desde los 0 a los 1200 msnm. Y es resistente al virus del Mosaico Dorado.

Dentro de las características que posee el frijol Amadeus, posee alta resistencia al virus del Mosaico Dorado, es resistente a enfermedades fungosas.

3.5.2. OBJETIVO

- Crear una variedad con las características que predominan en los materiales, Amadeus e ICTA Ligero.

3.5.3. METAS

- Crear una variedad nueva, de la cruza simple de dos variedades de frijol, siendo estas variedades, Amadeus e ICTA Ligero.

3.5.4. MATERIALES Y EQUIPO

- Cuatro Macetas
- Semillas de ICTA Ligero
- Semillas de Frijol Amadeus
- Etiquetas
- Pinzas
- Pincel

3.5.5. METODOLOGIA

Se utilizaron cuatro macetas, dos se sembraron con semillas de frijol ICTA Ligero y dos macetas se sembraron con semillas de Frijol Amadeus.

En cada una de las macetas se sembraron 5 posturas, con tres semillas cada postura, dando un total de 15 plantas por maceta.

Se monitoreo la germinación y el crecimiento de cada una de las macetas, aplicando los riegos necesarios para el desarrollo de las plantas.

Al llegar a floración, se tuvo la precaución de no dejar que la flor abriera para poder realizar la polinización.

Se realizaron dos cruza diferentes:

- En una de las macetas en donde se tiene sembrado ICTA Ligero se procedió a abrir las flores de ICTA ligero para colocarle los estambres que se extrajeron cuidadosamente de las flores de Amadeus.
- Se tomó una de las macetas en donde estaba sembrado el frijol Amadeus, se abrieron las flores que estaban listas para la polinización y se procedió a colocarle los estambres que se extrajeron cuidadosamente de las flores de ICTA Ligero.

Se les colocó una etiqueta a cada flor polinizada con la fecha en la que se realizó la polinización.

Se tuvo el cuidado pertinente de que crecieran las vainas de las flores que fueron exitosamente polinizadas, al llegar a su madurez se extrajeron las semillas y se sembraron en bolsas, etiquetadas para que así diera inicio el proceso de una nueva planta y ver las características que esta poseía.

3.5.6. RESULTADOS:

Al llegar cada una de las plantas a su madurez fisiológica se procedió a cosechar las vainas con mucho cuidado, identificándolas debidamente, obteniendo así nuestro F1 de cada una de las combinaciones realizadas en la cruce de los materiales, variedad Amadeus y variedad ICTA Ligero.

Se sembraron las semillas extraídas de cada vaina y se etiquetaron para mantener un control y saber el origen de cada una de las plantas.

3.5.7. ANEXOS

Figura 46. Macetas en las que se sembraron las semillas de ICTA Ligero y Amadeus



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 47. Semillas germinadas.



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 48. Macetas identificadas



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 49. Proceso de crecimiento



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 50. Plantas en Crecimiento



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 51. Floración



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 52. Flor lista para abrir



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 53. Flor con estambre polinizado de otra flor



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 54. Cruza de ICTA Ligerito y Amadeus



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 55. F1 de Amadeus polinizado con ICTA Ligerito



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 56. Bolsas sembradas con F1 de Amadeus x ICTA Ligero y F1 de ICTA Ligero x Amadeus



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 57. F1 Germinadas con F1 de Amadeus x ICTA Ligero y F1 de ICTA Ligero x Amadeus



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

3.6. SERVICIO 4: APOYO EN SIEMBRA DE ESQUEJES DE CAMOTE (*Ipomoea batatas*)

3.6.1. INTRODUCCION

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, ha desarrollado el cultivo de camote biofortificado, con la finalidad de poder aportar nutrientes necesarios para el desarrollo humano y minimizar la desnutrición, también para el desarrollo sostenible de los productores.

La siembra de esquejes de camote (*Ipomoea batatas*) es una técnica de propagación vegetal que permite obtener nuevas plantas a partir de partes de una plana madre, este método es ampliamente utilizado.

3.6.2. OBJETIVOS

a. OBJETIVO GENERAL

- Proporcionar herramientas necesarias para la alimentación y el desarrollo de los habitantes de escasos recursos del país.

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Brindar las opciones para minimizar la desnutrición en el país, a base de un alimento que pueda aportar nutrientes necesarios en la dieta de los habitantes.
- Proporcionar diversificación alimentaria a los pequeños y medianos productores.

3.6.3. METAS

Rápida producción:

Los esquejes desarrollan raíces rápidamente, lo que permite obtener plantas en un periodo más corto en comparación con la siembra de semillas.

Conservación de características:

Los esquejes permiten mantener las características genéticas y cualidades de la planta madre, lo que es crucial para la producción de variedades específicas.

Menor costo:

Este método puede ser más económico ya que se requiere menos insumos y se aprovecha las plantas existentes.

3.6.4. MATERIALES Y EQUIPO

Bandejas de propagación

Sustrato

Esquejes de Camote

3.6.5. METODOLOGIA

Elección de la planta madre:

Se escogieron plantas sanas y vigorosas que son productivas.

Corte de Esquejes:

Se cortaron segmentos de tallo que tuvieran al menos un nudo, los esquejes suelen ser entre 20 y 30 centímetro.

Colocación del sustrato en las bandejas de propagación

Utilizando un sustrato bien drenado, como una mezcla de tierra y compost, se rellenaron las bandejas y se regó para que estuviera listo para la siembra

Siembra:

Se Insertaron los esquejes en el sustrato, asegurándose de que al menos un nudo estuviera enterrado.

Riego:

Se regó ligeramente después de la siembra y se mantenía el sustrato húmedo evitando encharcamiento.

3.6.6. ANEXOS

Figura 58. Esquejes de Camote listos para sembrar



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 59. Siembra de los Esquejes de Camote



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 60. Bandejas de Propagación sembradas con Esquejes de Camote



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

Figura 61. Esquejes de Camote ya listos para trasplante



Fuente: Elaboración propia EPSA 2019

3.7. BIBLIOGRAFIA

- Black C.A. 1975. Relaciones Suelo Planta. Tomo II. Ed. Hemisferio Sur. Argentina
- Buckman H. Brady N. 1991. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Editorial Limusa. Mexico DF.
- Capistrán F; Aranda E; Romero J. 1999. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. Instituto de ecología AC. Jalapa Veracruz, Mexico.
- Centeno Huidobro María Antonieta. 1996. Tesis. Análisis de Criterios para Lixiviados en un Sitio de Confinamiento. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Escuela de Ecología y Protección Ambiental. Puebla, Puebla, Junio.
- Colom i Puigbo G. 2001. Compostaje de residuos orgánicos. Macroconferencia. Centro de Ecología y Proyectos alternativos. Valladolid.
<http://www.ecologistasenaccion.org/accion/residuos/ponencias.htm>
- Flowerdew Bob. 1993. El jardín orgánico. Una guía práctica para tener éxito en la horticultura orgánica. G. Gili. Sa de CV. México DF.
- García, I. Y C. Dorronso. 2001. Departamento de Edafología y Química agrícola. Universidad de Granada España. Contaminación por Metales Pesados.
<http://edafologia.urg.es/conta/tema/14/clasif.htm>
- Ángel, F. 1999. Marcadores moleculares. In: Genética molecular para el mejoramiento y caracterización de la biodiversidad. Cali, Colombia, CIAT. p 13 (manuscrito).
- Aranda, L.L. 2000. Uso de marcadores moleculares SCAR para el mejoramiento de la resistencia al Virus del Mosaico Dorado Amarillo en frijol común. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, EAP. 81 p.
- Beebe, S. 1997. Marcadores Moleculares para brutos (y para frijoleros). s.l., s.n.t., 11 p. (manuscrito).
- Campos-Ávila, J. 1987. Enfermedades del frijol. México, Ed.Trillas. 132p.
- Castaño, J.; Del Río, L. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. 3ª ed. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press (ISBN 1885995-16-4). Publicación DPV-EAP no. 147. 290 p.

- Castro, A.; Rosas, J.C.; Aranda, L.L. 2001. Manual del módulo de Biotecnología. EAP, Zamorano. 19 p. (manuscrito).
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Trad. por EDITEC. Ed. por Mata F., van Schoonhoven A. y Pastor-Corrales M. A. (comps.). Cali, Colombia, CIAT. 56 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Manual de recetas culinarias de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Ed. por Guillermo E. Gálvez. Lima, Perú, CIAT. 97 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1992. Catálogo de germoplasma de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Ed. Hidalgo, R.; Rubiano, H.; Toro, O. Cali, Colombia, CIAT. 450 p.
- Manual de Producción de Camote, La Lima, Cortés, Honduras
- Experiencias Recopiladas, Siembra de Camote, León, Nicaragua