

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL  
TRABAJO DE GRADUACIÓN



**EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES GENÉTICOS DE *Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae "Frijol" SOBRE EL RENDIMIENTO (kg/ha) EN COMUNIDAD SAN JOSÉ, SAN LORENZO, SUCHITEPÉQUEZ.**

Por:  
T.P.A. Reyna Judith Arriola Barrios  
Carné: 200944402  
DPI: 1714507791216  
Correo electrónico: juditharriolabarrios@gmail.com

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, ABRIL DE 2024.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL  
TRABAJO DE GRADUACIÓN



**EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES GENÉTICOS DE *Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae "Frijol" SOBRE EL RENDIMIENTO (kg/ha) EN COMUNIDAD SAN JOSÉ, SAN LORENZO, SUCHITEPÉQUEZ.**

Por:  
T.P.A. Reyna Judith Arriola Barrios  
Carné: 200944402

Ph.D. Guillermo Vinicio Tello Cano.

ASESOR-SUPERVISOR

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, ABRIL DE 2024.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE  
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

**REPRESENTANTE DE PROFESORES**

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

**REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC**

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

**REPRESENTANTES ESTUDIANTILES**

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

## **COORDINACIÓN ACADÉMICA**

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar  
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa  
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

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

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj  
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo  
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales  
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes  
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Licda. Tania María Cabrera Ovalle  
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales  
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez  
Coordinador de Área

### **CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA**

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos  
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam  
Coordinador Carrera Periodista Profesional y  
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

## DEDICATORIAS

### **A DIOS:**

Dador de vida y creador del universo, porque este triunfo alcanzado es gracias a él, por ser la fortaleza de mi alma, en el depósito mi fe para lograr mis propósitos.

### **A MIS PADRES:**

Personas que me dieron la vida y apoyaron en el tiempo que estuve con ellos.

A mi papá Santiago Arriola por sus cuidados, por sus consejos y por su amor incondicional; un abrazo y besos al cielo.

### **A MI ABUELITA:**

María Miranda de Arriola por ser como mi madre y darme lo mejor en mi niñez y adolescencia, un beso hasta el cielo.

### **A MIS HERMANAS:**

Verónica y Zulma personas con quienes he compartido alegrías, tristezas y sobre todo que vean mi esfuerzo como un ejemplo.

### **A MIS SOBRINOS:**

Por ser ese motor de inspiración, Humberto, Alejandro, Julio, Yaneth, y Jarín, los amo con el alma.

### **A MI COMPAÑERO:**

MSc. Jorge Rubén Sosof Vásquez, nos encontramos sin buscarnos y hoy que nos tenemos el uno al otro, entendemos poco a poco que Dios tiene planes perfectos y forja caminos imaginables. Gracias por ser mi confidente, mi cómplice, mi amigo, por tu amor y apoyo incondicional, gracias por siempre estar, por entender y amar a la mujer que soy, con sus luces, con sus oscuridades, con sus defectos y virtudes.

**A MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL:**

Por su apoyo constante, por motivarme en cada escalón de mi vida personal, estudiantil y profesional.

Especialmente a:

Amner Vásquez, Eduardo Quiñónez, Oscar Villalobos, Nathaly Aquino, Yerlyn Mus, Ricardo Sánchez, Natali Díaz, SUCY Morales. Gracias por su amistad incondicional, por motivarme y por siempre estar presentes en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A NUESTRA CASA DE ESTUDIOS:**

Tricentenaria, pontificia y autónoma Universidad de San Carlos de Guatemala, grande entre las del mundo, Centro Universitario del Suroccidente, Mazatenango Suchitepéquez.

### **A LOS DOCENTES DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA:**

Por la transmisión de conocimientos en su labor educativa y preparación de mi vida profesional.

### **A Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano:**

Por su apoyo en la supervisión y asesoramiento durante el período de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.). Su guía, experiencia y dedicación han sido fundamentales para mi crecimiento y desarrollo profesional.

### **A LA MUNICIPALIDAD DE SAN LORENZO, SUCHITEPÉQUEZ:**

Por la oportunidad y espacio para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), en la comunidad San José.

Especialmente a: Lcda. Ada Verónica Gutiérrez Tunchez, por su asesoría y apoyo incondicional en las actividades realizadas durante el EPS.

Especialmente: A la lideresa Margarita Ortiz, por su apoyo en la organización de las actividades realizadas en Comunidad San José.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
1. Marco conceptual.....	2
1.1. Importancia del frijol en Guatemala .....	2
1.1.1. Clasificación botánica sistemática del frijol .....	2
1.1.2. Partes de la planta de frijol .....	3
1.1.2.1. Raíz.....	3
1.1.2.2. Nódulos.....	3
1.1.2.3. Tallo .....	3
1.1.2.4. Ramas.....	3
1.1.2.5. Hojas .....	4
1.1.2.6. Flores .....	4
1.1.2.7. Vainas .....	4
1.1.2.8. Semillas.....	4
1.2. Etapas de desarrollo del frijol.....	5
1.2.1. Germinación.....	5
1.2.2. Emergencia.....	5
1.2.3. Aparición de hojas primarias .....	6
1.2.4. Primera hoja trifoliada.....	6
1.2.5. Tercera hoja trifoliada .....	6
1.2.6. Prefloración.....	6
1.2.7. Floración .....	6
1.2.8. Formación de vainas .....	7

1.2.9. Llenado de vainas.....	7
1.2.10. Maduración.....	7
1.3. Manejo Agronómico del cultivo.....	7
1.3.1. Preparación del suelo.....	7
1.3.2. Época de siembra.....	8
1.3.3. Riego.....	8
1.3.4. Fertilizaciones en el cultivo de frijol.....	8
1.3.5. Plagas y enfermedades en frijol.....	9
1.3.6. Principales enfermedades del cultivo de frijol.....	12
1.3.6.1. Bacteriosis del Halo ( <i>Pseudomonas syringae pv. phaseolicola</i> ).....	12
1.3.6.2. Bacteriosis común ( <i>Xanthomonas campestris pv. Phaseoli</i> ).....	13
1.3.6.3. Antracnosis ( <i>colletotrichum lindemuthianum</i> estado asexual; <i>glomerella cingulata</i> estado sexual).....	14
1.3.6.4. Mancha Ascochyta ( <i>Ascochyta phaseolorum</i> ).....	14
1.3.6.5. Mancha Angular ( <i>Ascochyta recondita</i> ).....	15
1.3.6.6. Mustia Hilachosa ( <i>Thanatephorus cucumeris</i> estado asexual; <i>rhizoctonia solani</i> estado sexual).....	16
1.3.7. Control de malezas.....	17
1.3.8. Cosecha.....	18
1.3.9. Secado de vainas.....	18
1.3.10. Aporreo de plantas.....	18
2. Marco referencial.....	19
2.1. Localización de la investigación.....	19
2.2. Ubicación geográfica.....	19
2.3. Zona de vida y clima.....	20
2.4. Suelo.....	20
2.5. Hidrología.....	21
2.6. Materiales de frijol a evaluar.....	21
2.6.1. ICTA Ligero.....	21
2.6.2. Variedad ICTA Chortí.....	22
2.6.3. ICTA Sayaxché.....	22
2.6.4. Frijol de vara.....	23

2.6.5. Investigaciones realizadas.....	23
III. OBJETIVOS .....	25
1. Objetivo general .....	25
2. Objetivos específicos .....	25
IV. HIPÓTESIS .....	26
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
1. Recursos .....	27
1.1. Recursos materiales .....	27
1.2. Recursos humanos .....	27
1.3. Recursos financieros.....	27
2. Métodos.....	28
2.1. Evaluación del rendimiento de los cuatro materiales genéticos de frijol a través del comportamiento fenológico y biométrico. ....	28
2.1.1. Tratamientos a evaluar .....	28
2.1.2. Diseño experimental .....	29
2.1.3. Unidad experimental y aleatorización (croquis de campo) .....	29
2.1.4. Variables de respuesta .....	31
2.1.4.1. Días a floración. ....	31
2.1.4.2. Precocidad (días a cosecha) .....	31
2.1.4.3. Rendimiento kg/ha .....	31
2.1.5. Análisis de la información .....	32
2.2. Realizar un análisis económico de las variedades de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. “Frijol” evaluados.....	32
2.2.1. Análisis de rentabilidad.....	32
2.2.2. Análisis económico con presupuestos parciales.....	32
2.3. Manejo del experimento.....	35
2.3.1. Preparación del suelo .....	35
2.3.2. Trazo .....	35
2.3.3. Siembra.....	35
2.3.4. Control de malezas .....	35
2.3.5. Control de plagas y enfermedades.....	36

2.3.6. Colocación de tutores .....	36
2.3.7. Fertilización.....	36
2.3.8. Riego.....	37
2.3.9. Cosecha.....	38
2.3.10. Secado de vainas .....	38
2.3.11. Aporreo de plantas.....	38
VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	39
1. Evaluación del rendimiento de los cuatro materiales de frijol a través del comportamiento fenológico y biométrico .....	39
1.1. Días a floración. ....	39
1.2. Precocidad (días a cosecha) .....	41
1.3. Rendimiento kg/ha .....	45
2. Realización del análisis económico de las variedades de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>Fabaceae</i> “Frijol” evaluados .....	48
2.1. Análisis de rentabilidad .....	48
2.2. Análisis económico de presupuestos parciales .....	51
VII. CONCLUSIONES.....	54
VIII. RECOMENDACIONES .....	56
IX. REFERENCIAS.....	57
X. ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla No.</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1.	Clasificación botánica del frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	2
2.	Principales plagas del cultivo de frijol.....	9
3.	Control de las principales plagas del cultivo de frijol. ....	10
4.	Variedades de frijol evaluadas. ....	28
5.	Rendimiento (kg/ha) obtenido de las variedades de frijol evaluadas. ....	45
6.	Análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/ha) de frijol. ....	47
7.	Prueba de medias de Tukey de la variable rendimiento (kg/ha) de frijol.....	48
8.	Días a floración de las variedades de frijol evaluadas. ....	39
9.	Análisis de varianza de la variable días a floración en el cultivo de frijol. ....	40
10.	Prueba de medias de Tukey de la variable días a floración en el cultivo de frijol. ...	40
11.	Días a cosecha de las variedades de frijol evaluados. ....	41
12.	Análisis de varianza de la variable días a cosecha de las variedades de frijol evaluados. ....	42
13.	Prueba de medias de Tukey de la variable días a cosecha. ....	43
14.	Costos de producción y análisis de rentabilidad de los materiales de frijol evaluados. ....	49
15.	Presupuesto parcial evaluación de cuatro variedades de Frijol.....	51
16.	Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados ....	52
17.	Datos transformados de la variable días a floración.....	62
18.	Datos transformados de la variable días a cosecha. ....	62
19.	Costo de producción y rentabilidad variedad de frijol ICTA Chortí. ....	63
20.	Costo de producción y rentabilidad variedad de frijol ICTA Ligero.....	64
21.	Costo de producción y rentabilidad variedad de frijol ICTA Sayaxché. ....	65
22.	Costo de producción y rentabilidad frijol nativo de vara. ....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1.	Síntomas de la enfermedad bacteriosis del Halo, en el cultivo de frijol.....	13
2.	Síntomas ocasionados por bacteriosis común.....	13
3.	Síntomas ocasionados por Antracnosis. ....	14
4.	Síntomas ocasionados por Mancha Ascochyta. ....	15
5.	Síntomas ocasionados por Mancha Angular. ....	16
6.	Síntomas ocasionados por Mustia hilachosa.....	17
7.	Croquis de ubicación del experimento .....	19
8.	Unidad experimental.....	30
9.	Distribución de tratamientos y dimensiones generales del experimento.....	30
10.	Colocación de tutores en el cultivo de frijol de vara.....	36
11.	Rendimiento de los tratamientos.....	46
12.	Relación entre las variables rendimiento, días a floración y días a cosecha. ....	44
13.	Rentabilidad de cada uno de los tratamientos (variedades de frijol) evaluados. ....	50
14.	Beneficios Netos y Total de costos que varían de cada uno de los tratamientos evaluados. ....	52
15.	Principales plagas del suelo del cultivo de frijol.....	67
16.	Principales plagas del follaje del cultivo de frijol. ....	67
17.	Principales plagas de la vaina del frijol. ....	68
18.	Principales plagas del grano de frijol.....	68
19.	Resultados Análisis de suelo. ....	69
20.	Semilla de frijol de las diferentes variedades evaluadas. ....	70
21.	Trazo y medición de unidad experimental. ....	70
22.	Siembra del cultivo de frijol. ....	71
23.	Inicio de floración de ICTA Ligero. ....	71
24.	Aplicación de riego para el cultivo.....	72
25.	Establecimiento de cultivo.....	72
26.	Arrancado de plantas para cosecha.....	73

27. Proceso de secado de vainas. ....	73
28. Toma de datos de cosecha. ....	74

## RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar tres variedades y un cultivar criollo de *Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae “frijol”, en la comunidad San José, del municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez. Teniendo como variables de respuesta el rendimiento (kg/ha), días a floración y días a cosecha, así también se llevó a cabo un análisis de rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

El experimento fue establecido en una de las parcelas de la Comunidad San Lorenzo, durante la época seca, en los meses de diciembre de 2022 a marzo de 2023, por lo que hubo necesidad de llevar un riego por surcos.

Se utilizó un diseño bloques completos al azar, donde se evaluaron tres variedades de frijol del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA- y un cultivar criollo de vara, estas variedades y el cultivar constituyeron los tratamientos evaluados.

Entre los principales resultados, se determinó que, de acuerdo al análisis de varianza, las variedades de frijol que produjeron los mayores rendimientos fueron ICTA Chortí e ICTA Ligero, con rendimientos de 756.0 y 634.8 kg/ha, siendo ambos tratamientos estadísticamente iguales. El análisis de rentabilidad indica que de estos dos tratamientos el que produjo mayor rentabilidad fue la variedad ICTA Chortí, con un 42.28% de rentabilidad.

Respecto a las variables de floración, la variedad ICTA Ligero es el más precoz, con 29 días a floración y 64 días a cosecha, esta variedad produce una rentabilidad de 19.47%. La variedad ICTA Chortí ocupó el segundo lugar en cuanto a precocidad, con 33 días a floración y 73 días a cosecha y con una rentabilidad de 42.28%.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate three varieties and a Creole cultivar of *Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae “bean”, in the San José community, in the municipality of San Lorenzo, Suchitepéquez. Having yield (kg/ha), days to flowering and days to harvest as response variables, a profitability analysis of each of the treatments was also carried out.

The experiment was established in one of the plots of the San Lorenzo Community, during the dry season, in the months of December 2022 to March 2023, so it was necessary to carry out furrow irrigation.

A complete randomized block design was used, where three bean varieties from the Institute of Agricultural Science and Technology -ICTA- and a native vara cultivar were evaluated. These varieties and the cultivar constituted the evaluated treatments.

Among the main results, it was determined that, according to the analysis of variance, the bean varieties that produced the highest yields were ICTA Chortí and ICTA Ligerero, with yields of 756.0 and 634.8 kg/ha, both treatments being statistically equal. The profitability analysis indicates that of these two treatments, the one that produced the highest profitability was the ICTA Chortí variety, with a 42.28% profitability.

Regarding the flowering variables, the ICTA Ligerero variety is the earliest, with 29 days to flowering and 64 days to harvest, this variety produces a profitability of 19.47%. The ICTA Chortí variety ranked second in terms of precocity, with 33 days to flowering and 73 days to harvest and with a profitability of 42.28%.

## I. INTRODUCCIÓN

Comunidad San José se encuentra en el municipio de San Lorenzo, departamento de Suchitepéquez a dos kilómetros al sur del casco urbano y a seis kilómetros de Mazatenango. Está limitada al norte con San Lorenzo y el Cantón Pacúm, al sur con cantón Naranjales y aldea la Soledad, al este con Finca Tonalá y al oeste con Finca El Dorsa. Con coordenadas 14°28'5.84448" latitud norte 91°30'32.45695" longitud oeste y una altura promedio de 194 msnm.

En dicha comunidad la mayoría de sus habitantes se dedican a la agricultura y tienen establecidos cultivos como: *Zea mays*, *Arachis hypogaea*, *Crotalaria longirostrata*, *Hibiscus sabdariffa*, *Manihot esculenta*, *Colocasia esculenta*, *Phaseolus vulgaris* y *Capsicum annum*.

Según Arriola, (2022) los rendimientos obtenidos en campo están muy por debajo de los obtenidos en otras áreas de cultivos. Razón por la cual en conjunto con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) se realizó la evaluación de tres variedades de frijol: ICTA Chortí, ICTA Sayaxché, ICTA Ligerero y un cultivar criollo de frijol de vara como testigo relativo. Esta evaluación tuvo como objetivo evaluar cuatro materiales genéticos de *Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae "frijol", para lo cual se estableció un experimento a nivel de campo utilizando un diseño bloques completos al azar, donde se evaluaron las variables rendimiento (kg/ha), días a floración y días a cosecha, así como la rentabilidad de cada uno de las variedades de frijol.

El resultado de esta investigación brinda información importante para la comunidad San José, se logró establecer que la variedad más rendidora fue: ICTA Chortí (756 kg/ha), seguida de ICTA Ligerero (634.8 kg/ha), ICTA Sayaxché (462.9 kg/ha) y la variedad nativa con (304.8 kg/ha).

## II. MARCO TEÓRICO

### 1. Marco conceptual

#### 1.1. Importancia del frijol en Guatemala

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA, (2011) reporta que el frijol común, 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.

Como producto alimenticio básico la semilla de frijol, su demanda siempre aumenta, es comprensible la tendencia al alza que se observa, tanto en la superficie cosechada y la producción obtenida (ICTA, 2011).

En Guatemala, 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. El frijol se cultiva a nivel nacional variando, desde luego, el área de siembra, los rendimientos y las tecnologías de manejo de una región a otra (ICTA, 2011).

#### 1.1.1. Clasificación botánica sistemática del frijol

**Tabla 1. Clasificación botánica del frijol *Phaseolus vulgaris* L.**

<b>Clase:</b>	<i>Equisetopsida</i>
<b>Sub clase:</b>	<i>Magnoliidae</i>
<b>Orden:</b>	<i>Fabales</i>
<b>Familia:</b>	<i>Fabaceae</i>
<b>Género:</b>	<i>Phaseolus</i> L.

**Fuente: Tropicos.org (2023).**

## **1.1.2. Partes de la planta de frijol**

### **1.1.2.1. Raíz**

Ospina (1981) menciona que la raíz es el sostén de la planta, su función es anclar la planta al suelo, absorber el agua y los nutrimentos del suelo.

### **1.1.2.2. Nódulos**

Ospina (1981) indica que los nódulos son pequeñas bolitas, pegadas a la raíz por efecto de bacterias, existen de color blanco y rosadas. Son beneficiosas para la planta y sirven como depósito para almacenar nutrientes.

### **1.1.2.3. Tallo**

Ospina (1981) resalta que el tallo sostiene las ramas, las hojas, flores y vainas, su crecimiento puede ser pequeño con guías cortas (arbustos) o con guías largas, que se enredan en la milpa o tutores (llamado voluble o trepador).

### **1.1.2.4. Ramas**

Las ramas nacen del tallo y se les considera como tallo secundario, en las que se desarrollan las hojas, las flores y las vainas (Ospina, 1981).

#### **1.1.2.5. Hojas**

La función de las hojas es para respirar y convertir en alimentos los nutrientes que absorbe por las raíces. Para esto necesitan de la luz solar. En la segunda etapa de crecimiento de la planta de frijol se les llama hojas primarias Ospina, (1981).

#### **1.1.2.6. Flores**

Contiene los órganos sexuales, además contienen los pétalos que dan el color a la flor, por lo general en frijoles de grano negro es de color morado y en grano rojo de color blanco.

El tiempo para florecer varía con la variedad, temperatura y fotoperiodo, normalmente es 28-42 días. La floración normalmente se completa en 5-6 días a los 20-25 °C en los genotipos arbustivos determinantes y en 15-30 días en los genotipos trepadores indeterminados. Las flores abren a la salida del sol y se marchitan al ocaso Ospina, (1981).

#### **1.1.2.7. Vainas**

Son el fruto de la planta de frijol y están formadas por dos capas, dentro de ellas se encuentra la semilla. Las vainas protegen y alimentan la semilla. Pueden ser de diferentes colores, uniformes y rayadas. Existe diferencia en cuanto al color entre vainas jóvenes, las maduras y las secas, así también el color de las vainas depende de la variedad Ospina, (1981).

#### **1.1.2.8. Semillas**

Es la unidad reproductora de las plantas. Es el producto que se obtiene después de la floración y de otros fenómenos que se dan dentro de la flor. Estas pueden ser de varios colores, dependiendo de la variedad: granos de color negro, rojo, blanco, amarillo y pinto (negro con blanco, rojo con blanco, etc.). Si las semillas están sanas son bien formadas, por el contrario, son deformes. Ospina, (1981).

## 1.2. Etapas de desarrollo del frijol

La planta de frijol posee dos fases sucesivas:

**Fase vegetativa:** según el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, (1986) (pág. 34), indica que la fase vegetativa del desarrollo de la planta de frijol se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar, y termina cuando aparecen los primeros botones florales; en esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción.

**Fase reproductiva:** se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha; a pesar de ser esta fase eminentemente reproductiva, durante ella las variedades indeterminadas (Tipos 1I, 1II y IV) continúan, aunque con menor intensidad, produciendo estructuras vegetativas.

### 1.2.1. Germinación

Según el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria INTA, (2009) menciona que en la etapa de germinación la semilla de frijol absorbe agua para favorecer el proceso de germinación con la aparición de la radícula, convierte en la raíz primaria. En la parte alta de la radícula se desarrollan entre tres y siete raíces secundarias. Sin embargo, si la semilla es de mala calidad ésta no germina o se pudre en el suelo.

### 1.2.2. Emergencia

El hipocótilo de la planta, corresponde a la parte subterránea del tallo principal y comienza a desarrollarse uno a dos días después de la aparición de la radícula, lo cual conduce a los cotiledones hacia arriba hasta que son visibles sobre el suelo. Si la semilla es de calidad, emerge uniforme y crece con vigor INTA, (2009).

### **1.2.3. Aparición de hojas primarias**

Según el INTA, (2009) describe que las hojas primarias de la planta son unifoliadas, opuestas y se desarrollan a partir del segundo nudo del tallo. En la medida que la planta alcanza otras etapas fenológicas, las hojas primarias se desprenden en alguna etapa del cultivo y dejan visible el segundo nudo del tallo.

### **1.2.4. Primera hoja trifoliada**

Los folíolos todavía unidos aumentan de tamaño, luego se separan, al final se despliegan y extienden en un solo plano, cuando se inicia la etapa V-3 la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias de la planta INTA, (2009).

### **1.2.5. Tercera hoja trifoliada**

Esta etapa se presenta entre 18 y 22 días después de la siembra, comienza a producir los brotes laterales que posterior se convierten en ramas principales donde se fijará la producción de vainas. En este momento las plantas de frijol demandan mayor cuidado en lo que respecta a las malezas, por ser el período crítico de competencia. Se debe realizar control de malezas mecánico o químico con la aplicación de herbicidas selectivos para que su efecto sea incrementar el rendimiento INTA, (2009).

### **1.2.6. Prefloración**

Las variedades de hábito indeterminado, en esta etapa presenta el inicio de la aparición de racimos en los nudos inferiores INTA, (2009).

### **1.2.7. Floración**

El INTA (2009) indica que la floración de la planta ocurre entre los 28 y 38 días después de la siembra. Las variedades precoces florecen más rápido mientras que la floración en variedades tardías lo realiza en mayor número de días. Las variedades de color negro tienen flores lilas o moradas. La planta de frijol es autógama, por lo

tanto, las flores se auto fecundan. La fecundación cruzada se puede presentar entre dos y cinco por ciento, en condiciones normales de cultivo.

### **1.2.8. Formación de vainas**

Después de la fecundación de la flor, la corola se marchita y la vaina empieza a crecer. Cuando aparece la primera vaina en el 50% de las plantas del cultivo se considera iniciada la etapa R7; en ese momento, la corola puede estar desprendida o puede colgar aun del extremo inferior de las vainas CIAT, (1986).

La etapa R7 finaliza cuando las vainas alcanzan su máxima longitud, y sólo entonces comienza definitivamente el crecimiento de los granos (en la etapa R8) CIAT, (1986).

### **1.2.9. Llenado de vainas**

Las vainas después de la floración comienzan el desarrollo del grano y comienza a crecer. Las vainas aumentan entre los 15 a 20 días después de la floración. Los granos crecen rápido y alcanzan su peso máximo entre los 30 a 35 días después de la floración INTA, (2009).

### **1.2.10. Maduración**

Se inicia cuando la primera vaina del 50% de las plantas de un cultivo cambia su color verde por amarillo o pigmentado; las hojas, empezando por las inferiores, adquieren un color amarillo y se caen. Todas las partes de la planta se secan y en particular las semillas, cuyo contenido de agua baja hasta llegar a un 15%; las semillas toman su color final y la planta está lista para la cosecha CIAT, (1986).

## **1.3. Manejo Agronómico del cultivo**

### **1.3.1. Preparación del suelo**

El suelo puede quedar listo para la siembra con solo controlar las malezas existentes. Eso sí, se debe asegurar que se realizó un buen control. Las malezas que se cortaron

o se controlaron con productos químicos, no se deben quemar, cuando las malezas se dejan sobre el suelo sin quemarlas, forman una cubierta que impide que las malezas continúen creciendo. También es una forma de evitar que las enfermedades que se encuentran en el suelo lleguen a las hojas de las plantas. Existen varias formas para preparar el suelo: con maquinaria, con animales o manual. Generalmente se realiza de forma manual, la preparación manual se hace con azadón, machete (cortando solamente la maleza) o cuma, con fuerza animal pasando el arado, también se puede hacer de forma mecánica pasando la rastra y el arado ICTA, (2011).

### **1.3.2. Época de siembra**

Según ICTA (2011) resalta que la época de siembra más adecuada para el frijol es aquella en la que además de ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo del cultivo, permite que la cosecha coincida con el periodo de baja o ninguna precipitación pluvial, para evitar daños en el grano por exceso de lluvia.

### **1.3.3. Riego**

Según Sandoval (2007) el frijol requiere de buena disponibilidad de humedad en la zona de raíces (primeros 20 cm.), lo cual se obtiene haciendo uso de un sistema de riego; ya sea por goteo o por aspersión. Los períodos críticos relacionados con la disponibilidad de agua son: inicio de floración e inicio de formación del grano, en esta etapa el cultivo de frijol extrae 0.7 a 1.1 litros por metro cuadrado diario.

### **1.3.4. Fertilizaciones en el cultivo de frijol**

El cultivo de frijol tiene buena respuesta a la aplicación de fertilizante a base de nitrógeno (N) y fósforo (P205), con la dosis 260 kg/ha (kilogramos por hectárea) que son aproximadamente tres quintales por manzana de fertilizante de fórmula 15-15-15. Dependiendo de la disponibilidad de nutrientes del suelo, se pueden aplicar hasta cuatro quintales por manzana.

El fertilizante se debe aplicar al momento de la siembra y debajo o a la par de la semilla; puede aplicarse también a los ocho días después de la siembra. Hay que tener cuidado que el fertilizante no quede en contacto con la semilla. Así se contribuye a que las raíces lo absorban oportunamente ICTA, (2011).

### 1.3.5. Plagas y enfermedades en frijol

Según Aldana (2010) el cultivo de frijol es atacado por diversidad de plagas desde el inicio de su crecimiento de la planta. Estas plagas reducen su rendimiento al eliminar partes de hoja, raíces, flores y semillas si no se controlan oportunamente.

**Tabla 2. Principales plagas del cultivo de frijol.**

Nombre común	Localización	Tipo de daño	Umbral económico
Gallina Ciega ( <i>Phyllophoga</i> spp.)	Suelo	Raíces de plántulas	Cuatro larvas por metro cuadrado.
Lorito Verde ( <i>Empoasca kraemeri</i> )	Follaje	Adultos y ninfas chupan savia del envés de la hoja, pecíolos y vainas, producen achaparramiento de la planta y deformación y enroscamiento de las hojas.	Uno a más ninfas por trifolio.
Malla o Tortuguilla ( <i>Diabrotica</i> spp. <i>Ceratomasp.</i> )	Follaje	Son defoliadores y transmisores de virus principalmente el mosaico rugoso y severo.	Dos o más adultos por planta.
Barrenador del Tallo ( <i>Elasmopalpus lignosellus</i> )	Suelo	Taladran el tallo de plántulas y comen raíces.	Dos larvas por metro Cuadrado.
Babosa ( <i>Vaginulus plebeius</i> ) , { <i>Saracinula piebeia</i> }	Suelo	Defoliadores todo el ciclo de cultivo especialmente en estado de plántula.	1 por 2 metros cuadrados.
Mosca Blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> y <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )	Follaje	Adulto y larva chupan savia de la planta y transmiten el VMDF y virus demosaico enano del fríjol	No determinado.
Picudo de la Vaina ( <i>Trichapion godmani</i> )	Vainas y Granos	Las larvas destruyen las semillas en desarrollo. Las vainas dañadas por el adulto se deforman.	No determinado.
Falso Medidor ( <i>Trichoplusia ni</i> )	Follaje y vainas	Las larvas se alimentan de hojas, vainas y flores.	Una larva por cada cinco plantas.
Gusano Peludo ( <i>Estigmene acrea</i> )	Follaje	Causan mayor daño en las plantas jóvenes o en plena floración.	
Gorgojo del fríjol ( <i>Aconthoselides obtectus</i> , <i>Zobrotes subfociatus</i> )	Granos	Bajo condiciones secas los adultos depositan los huevos sobre las vainas y sobre el grano. Las larvas se alimentan del grano y ocasionan mucho daño	

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al. (2011).**

En la tabla anterior, se puede observar las principales especies de plagas que afectan al cultivo de frijol, las cuales se clasifican de acuerdo a su localización, como plagas del suelo, del follaje, de vainas y grano ver en anexos (figura 15, 16, 17 y 18 en anexos).

Así también se observa el umbral económico el cual indica el momento en el que se debe aplicar el control de la plaga.

Para el control de plagas en el cultivo de frijol, se recomiendan distintos métodos de control, como se observa en la tabla siguiente:

**Tabla 3. Control de las principales plagas del cultivo de frijol.**

Nombre común	Control cultural			
		Nombre técnico	Dosis	Intervalo a cosecha
Mosca Blanca ( <i>Bemisia</i> <i>Tabaci</i> )	Rotación de cultivos.  Evitar siembras cercanas de soya, tomate, tabaco y algodón.	Deltametrina  Endosulfan	10-12 cc/4 gl agua  40-50 cc/4 gl agua  50 cc/4 gl agua	5 días
Picudo de la Vaina ( <i>Trichapion</i> <i>godmani</i> )	Uniformar las siembras en cada región.  Eliminación de rastrojo y residuos de cosecha.	Deltametrina	12-15 cc/4 gl agua  50 cc/4 gl agua	5 días
Falso Medidor ( <i>Trichoplusia ni</i> )	Mantener el cultivo y alrededores libre de malezas.	Bacillus thuringiensis variedad Kurstaki	300-350 gr/ha	2 días
Gusano Peludo ( <i>Estigmene</i> <i>acrea</i> )	Control de malezas y hospederos como <i>Bidens pilosa</i> y <i>Amaranthus Spinosus</i>	Bacillus thuringiensis variedad Kurstaki	300-350 gr/ha	2 días

Continúa tabla tres...

Gorgojo del frijol	Mezclar con ceniza utilizando 20% de frijol. La ceniza inhibe la entrada de	Fosfamina	4 pastillas en silo metálicos de 18 qq	14 días
( <i>Aconthoselides obtectus</i> , <i>Zobrotes subfociatus</i> )	insectos a ocupar los espacios libres.		ó 1 pastilla por 4 qq de semilla	
Gallina Ciega ( <i>Phyllophoga</i> spp.)	Buena preparación del suelo y destrucción de maleza.	Thiodicarb	1 litro por 25 libras de semilla	
Barrenador del Tallo ( <i>Elasmopalpus lignosellus</i> )	Buena preparación del suelo y siembra en periodos lluviosos.	Thiodicarb	1 litro por 25 libras de semilla	
Babosa ( <i>Vaginulus plebeius</i> ) <i>sin. {Saracinula plebeia}</i>	Control de malezas y babosas en milpas, en ciclos de primera.	Metaldehído	16-26 lb/Mz	
Lorito Verde ( <i>Empoasca Kraemeri</i> )	Mantener el cultivo limpio de malezas.  Siembra asocio con maíz.  Uso de cobertura.	Deltametrina  Endosulfan	10-12 cc/4 gal agua  50 cc/4 gl agua	5 días  7 días
Malla o Tortuguilla ( <i>Diabrotica</i> spp. <i>Cerotoma</i> sp.)	Buena preparación del suelo y mantener el cultivo libre de malezas, especialmente blede.  Siembra en época seca.	Deltametrina  Endosulfan	10-12 cc/4 gal agua  50 cc/4 gl agua	5 días  7 días

Fuente: Villatoro Mérida, J., et al (2011)

El cultivo de frijol establecido en campo, presenta algunas veces plagas que afectan desde el crecimiento de la planta, hasta el producto final (grano), es importante reconocer las plagas y los síntomas para poder actuar a tiempo, combatir las y erradicarlas. Como se observa en la tabla anterior, los nombres de las plagas, el control cultural y los productos que pueden ser utilizados, las dosis y el tiempo en que se pueden aplicar.

Para la aplicación de insecticidas se deben de seleccionar las horas más frescas del día, debido a que el calor disminuye el efecto de los insecticidas, así también, en las horas de mayor calor los insectos se retiran de los cultivos para refugiarse en las áreas más frescas. Finalmente, no se debe olvidar utilizar equipo de protección al aplicar agroquímicos Villatoro et al, (2011).

### **1.3.6. Principales enfermedades del cultivo de frijol**

La mayoría de enfermedades que atacan al cultivo de frijol se transmiten a través de la semilla. Entre estas están: antracnosis, mancha angular, mustia hilachosa (tela de araña), bacteriosis común, *ascochyta* y virus del mosaico común. Es importante tomar en cuenta la limpieza de la semilla y renovarla frecuentemente con semilla producida durante la época seca con riego, por gravedad. Estas enfermedades, mantienen el inoculo primario dentro de la semilla y cuando esta se siembra se inicia nuevamente el ciclo de la enfermedad (Villatoro Mérida, J., et al. 2011).

#### **1.3.6.1. Bacteriosis del Halo (*Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*)**

Villatoro et al (2011) menciona que se conoce como tizón de halo. Esta enfermedad es común en regiones de temperatura fría. En Guatemala se encuentra en frijolares que se cultivan en el Altiplano, Los síntomas iniciales aparecen en el envés de la hoja aproximadamente 3 a 5 días después de la infección inicial, como pequeñas manchas húmedas; posteriormente alrededor de las manchas acuosas se forma un halo amarillo verdoso. También puede ocurrir una clorosis sistémica con amarillamiento y deformación de las hojas. Las vainas infectadas presentan manchas acuosas de color café con apariencia grasosa (Figura 1).



**Figura 1. Síntomas de la enfermedad bacteriosis del Halo, en el cultivo de frijol.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al (2011).**

Se aprecian los síntomas de la bacteria del Halo, misma que ocasiona daños en las hojas y en las vainas.

#### **1.3.6.2. Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli*)**

Villatoro et al (2011) menciona que 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. Estos puntos en pocos días aumentan de tamaño en forma irregular y con frecuencia las lesiones adyacentes se unen y se pueden observar la exudación bacteriana en la hoja. El tejido infectado se vuelve flácido y las lesiones bacteriales muestran una delgada zona de tejido amarillo. Ataques severos resultan en defoliación prematura. En las vainas los síntomas se manifiestan como manchas pequeñas húmedas, que aumentan gradualmente de tamaño. Las bacterias pueden ser transmitidas por la semilla interna o externamente (Figura 2).



**Figura 2. Síntomas ocasionados por bacteriosis común.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al (2011).**

Se aprecia presencia de la bacteriosis común, esta afecta las hojas y las vainas, los primeros síntomas en las hojas son manchas de color café, en las vainas se presenta de la misma manera, pero tiende a perjudicar el fruto (semillas).

### **1.3.6.3. Antracnosis (*colletotrichum lindemuthianum* estado asexual; *glomerella cingulata* estado sexual)**

Villatoro et al (2011) indica que esta se encuentra en localidades con elevaciones superiores a los 1000 msnm y temperaturas templadas o frías 13 a 26 °C y alta humedad relativa. Las esporas del hongo son eficientemente diseminadas a corta distancia por lluvias moderadas. Los síntomas aparecen inicialmente en el envés de las hojas; localizadas a lo largo de las nervaduras y los pecíolos de las hojas y vainas, como lesiones púrpuras que más tarde se vuelven café oscuro a negro (Figura 3).



**Figura 3. Síntomas ocasionados por Antracnosis.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al (2011).**

En las siembras del cultivo de frijol, en alturas mayores a 1000 msnm y temperaturas entre 13 a 26 °C, se puede tener presencia de antracnosis, esta se presenta en las hojas por medio de esporas del hongo, afectando el envés de las hojas y las vainas, además de ello ocasiona lesiones en el fruto.

### **1.3.6.4. Mancha Ascochyta (*Ascochyta phaseolorum*)**

Según Villatoro et al (2011) la mancha se encuentra en localidades con elevaciones superiores a los 1500 msnm y temperaturas frías 12 a 15 °C y alta humedad relativa.

Los síntomas en las hojas inicialmente son lesiones casi circulares, entre colores café y gris a negro, que al crecer tienen la apariencia de un conjunto de círculos concéntricos que pueden contener pequeños picnidios negros.

En condiciones ambientales de baja temperatura y humedad el hongo crece rápido y resulta en una severa quemadura de las hojas con defoliación prematura y hasta la muerte de la planta. El hongo sobrevive además de la semilla en los residuos de cosecha (Figura 4).



**Figura 4. Síntomas ocasionados por Mancha Ascochyta.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al (2011).**

La Mancha Ascochyta, los síntomas de esta enfermedad se presentan en las hojas, en condiciones de baja temperatura el hongo crece rápido, las hojas se secan y la planta hasta puede llegar a morir.

#### **1.3.6.5. Mancha Angular (*Ascochyta recondita*)**

Villatoro et al (2011) resalta que esta se encuentra en regiones tropicales a subtropicales templadas con temperaturas moderadas entre 18 y 25°C y alta humedad relativa alternados con condiciones de baja humedad. Las lesiones de mancha angular carecen de bordes y son típicamente angulares en ambos lados de las hojas. Los ataques severos pueden causar amarillento de las hojas y defoliación prematura.



**Figura 5. Síntomas ocasionados por Mancha Angular.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al (2011).**

Se observa en la figura anterior, la presencia de Mancha Angular en el cultivo de frijol, de los principales síntomas son: el amarillamiento de la hoja y defoliación prematura.

**1.3.6.6. Mustia Hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* estado asexual;  
*rhizoctonia solani* estado sexual)**

Villatoro et al (2011) menciona que la mustia hilachosa es una enfermedad en regiones cálidas con alta precipitación y humedad relativa. Los síntomas iniciales aparecen en el follaje en forma de pequeñas lesiones acuosas circulares de 1 a 3 mm de diámetro. A este síntoma se le denomina ojo de gallo y generalmente es producido por las basidiosporas (esporas sexuales). Estas lesiones tienen apariencia de escaldado y un color que varía de gris verdoso a café rojizo; generalmente están rodeadas de un borde oscuro. En condiciones húmedas las lesiones crecen rápido y se unen formando áreas que con frecuencia tienen zonas de color café rodeadas de bordes oscuros que pueden cubrir la hoja totalmente. En las vainas, las lesiones son de color café oscuro circulares y muchas veces deprimidas y rodeadas de un borde oscuro (Figura 6).



**Figura 6. Síntomas ocasionados por Mustia hilachosa.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al (2011).**

La Mustia Hilachosa es la enfermedad que se presenta en las hojas y las vainas del frijol, en las hojas se nota con la presencia de manchas color café (ojo de gallo) y en las vainas se puede observar lesiones de forma circular de color café.

### **1.3.7. Control de malezas**

El daño de las malezas en el cultivo de frijol es significativo, ya que compiten por luz, agua y nutrientes. Las malezas compiten con el cultivo por el espacio, la luz, el agua, los nutrimentos y son hospederas de plagas y enfermedades. Las malezas no solo pueden ser problemas en el primer mes de establecida la parcela. Si se presentan a finales del cultivo, provocan mayor humedad, calor y sombra, lo que favorece el desarrollo de enfermedades que contaminarán y dificultarán la cosecha (Villatoro Mérida, J., et al. 2011).

Existen malezas de hoja angosta (zacates) y de hoja ancha, que se pueden propagar por medio de semillas, tubérculos, pedazos de tallos o raíces ICTA, (2011). El control de las malezas puede realizarse en forma manual, mecánica y con herbicidas (Manuel, 1987, pág. 393).

### **1.3.8. Cosecha**

Las principales características que se tomarán en cuenta como indicadores de la cosecha es el cambio de color de las hojas, así como de las vainas. En las hojas el color varía desde el verde al verde amarillento, mientras que, en las vainas, cambia de verde a un color distinto, el cual depende de la variedad, pudiendo ser blanco crema, rojo morado o blanco crema con pintas (Villatoro Mérida, J., et al. 2011).

En el caso de las variedades del ICTA las plantas serán “arrancadas de raíz” de forma manual, esta actividad se realiza con la finalidad de mantener la calidad y acelerar el secado del grano (Villatoro Mérida, J., et al. 2011).

En el caso del frijol de vara se llevará a cabo el corte de las vainas. La cosecha se realizará aproximadamente a los 70 – 85 días después de la siembra (Villatoro Mérida, J., et al. 2011).

### **1.3.9. Secado de vainas**

Luego de la cosecha, tanto las plantas como las vainas cortadas serán llevadas a un lugar adecuado para su secado, teniendo cuidado de no colocar las plantas o las vainas directamente sobre el suelo, estas deben colocarse sobre sacos o lonas, para evitar el contacto directo con el suelo.

Esta etapa dura entre 5 -10 días (Villatoro Mérida, J., et al. 2011).

### **1.3.10. Aporreo de plantas**

En el caso de las variedades del ICTA, luego de secadas las plantas, estas son aporreadas o golpeadas con algún instrumento de madera, con la finalidad de separar la semilla (grano) de la vaina. Esta actividad se realiza sobre el suelo y siempre sobre lonas, mantas o sacos (Villatoro Mérida, J., et al. 2011).

## 2. Marco referencial

### 2.1. Localización de la investigación

Comunidad San José se encuentra en el municipio de San Lorenzo, departamento de Suchitepéquez a dos kilómetros al sur del casco urbano y a seis kilómetros de Mazatenango. Está limitada al norte con San Lorenzo y el Cantón Pacúm, al sur con cantón Naranjales y aldea la soledad, al este con Finca Tonalá y al oeste con Finca El Dorsa.

### 2.2. Ubicación geográfica

El experimento se estableció en Comunidad San José, en las coordenadas  $14^{\circ}28'10.21539''$  latitud norte  $91^{\circ}31'3.02893'$  longitud oeste y una altura promedio de 191 msnm.

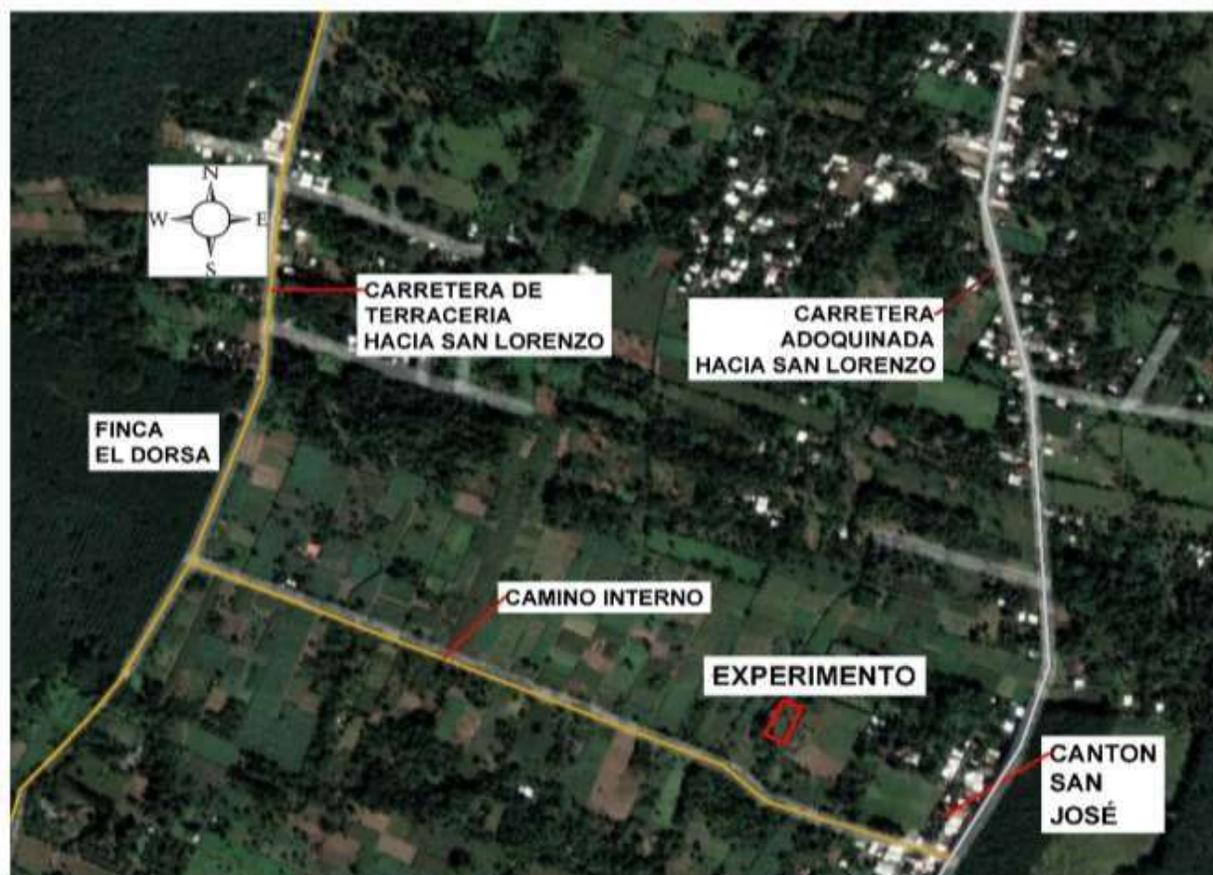


Figura 7. Croquis de ubicación del experimento

El área del experimento, está ubicado en comunidad San José a dos kilómetros al sur del casco urbano del municipio San Lorenzo, Suchitepéquez.

### **2.3. Zona de vida y clima**

Según la clasificación de zonas de vida de Guatemala de Holdridge en 1982 citado por Najera, (2006) Comunidad San José pertenece a la zona de vida bosque húmedo tropical (pág. 33).

Comunidad San José presenta una mínima promedio de 19°C, una máxima de 37°C y un promedio anual de 27°C.

### **2.4. Suelo**

Según Simmons, Tarano y Pinto (1959) la clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, la comunidad San José cuenta con suelos grupo III el cual indica son suelos bien drenados y de textura pesada Ixtán arcilloso (pág. 55).

La comunidad San José presenta un tipo de suelo que es conocido como Ixtán (Ix), son suelos desarrollados sobre materiales de grano fino, bien drenados y profundos. Se localizan en climas cálidos húmedo-secos, en relieves planos altitudes bajas. El suelo superficial está a una profundidad de 10 cm, es arcilloso con un color café muy oscuro, el contenido de materia orgánica es bajo alrededor del 3%, el suelo es plástico y pegajoso cuando esta húmedo y duro cuando está seco.

Pertenece al suelo Clase III, son suelos ondulados con pendientes entre 7% y 12%. Son apropiados para cultivos permanentes, praderas, plantaciones forestales y ganadería extensiva. Están limitados por una alta susceptibilidad a la erosión, inundaciones frecuentes, poca profundidad efectiva, baja capacidad de retención de agua, moderada salinidad o alcalinidad.

Las prácticas de manejo recomendadas incluyen: rotación de cultivos, cultivos en franjas, barreras vivas, zanjas de desvío, métodos intensivos de riego, aplicación de fertilizantes y enmiendas (Simmons, Tarano y Pinto, 1959, pág. 55).

## **2.5. Hidrología**

La comunidad San José cuenta con un nacimiento de agua, y con el río Xelecá que pasa de norte a sur en la comunidad, teniendo una precipitación promedio de 1,942 mm/año aproximadamente, según interpolación de datos históricos obtenidos de Estaciones meteorológicas del ICC.

## **2.6. Materiales de frijol a evaluar**

### **2.6.1. ICTA Ligero**

ICTA LIGERO es una variedad producto de la cruce entre las líneas DOR 385 del CIAT y JU-90-4 del ICTA, realizada por el Programa de Frijol del ICTA en el Centro de Producción de Jutiapa ICTA, (2022). Esta variedad se adapta bien a alturas hasta 1200 metros sobre el nivel del mar, así como a la siembra en terrenos planos y laderas; se puede sembrar también en monocultivo o asociada con maíz y sorgo. Su precocidad les permite a las siembras de primera (mayo-junio) escapar a los efectos de la canícula ICTA, (2022).

Dentro de sus características morfológicas es de hábito de crecimiento determinado, pero la carga mayor se da en la base de la planta; su altura es de 60 centímetros y la floración ocurre entre 29 y 30 días después de la siembra; el color de la flor es lila, la vaina madura es de color crema, son seis granos de color negro; la madurez fisiológica se presenta a los 64 días y puede cosecharse a los 71 días o antes, si el clima está seco. Cabe mencionar que esta variedad es resistente a Mosaico Dorado y tolerante a Antracnosis, Bacteriosis y Roya ICTA, (2022). El rendimiento estimado para el ICTA Ligero es de 20 a 25 quintales por manzana.

### **2.6.2. Variedad ICTA Chortí**

La variedad ICTA Chorti, se originó de la colaboración entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Harvest Plus e ICTA, su propósito principal es contribuir a reducir los índices de desnutrición, anemia ferropénica e incrementar la absorción de otros minerales que el zinc facilita, por medio del incremento del contenido de hierro y de zinc en el grano de frijol ICTA, (2022).

Es una variedad resistente al virus de mosaico dorado, se adapta bien hasta una altura de 1200 msnm, la planta tiene una altura de 60 centímetros, es de crecimiento indeterminado arbustivo, con guía larga, de flores color morado, aproximadamente 15 vainas con 7 granos por vaina, el grano es de color negro, con alto contenido de hierro, los días de la floración son de 35 días después de la siembra, el ciclo del cultivo es de 70 días a madurez fisiológica, los días de la cosecha son 78 días después de la siembra con un rendimiento promedio de 30 quintales por manzana ICTA, (2022).

### **2.6.3. ICTA Sayaxché**

La variedad ICTA Sayaxché inicialmente llegó a Guatemala a través de ensayos centroamericanos de rendimiento, mismos que fueron en realizados por la Escuela Agrícola Panamericana, apoyada por el proyecto Rry Pulses Grain CRSP, con financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Posteriormente el subprograma de frijol del ICTA realizó varias evaluaciones y cruza en el proceso de mejoramiento genético y determinó que esta variedad posee tolerancia a la roya y al virus del mosaico dorado, se adapta con rendimientos aceptables a las condiciones del departamento del Petén ICTA, (2003).

La planta posee una altura de 70 centímetros en promedio, es de crecimiento indeterminado arbustivo, los días de floración son de 35 a 42 días después de la siembra, el ciclo del cultivo es de 80 días a madurez fisiológica, los días de la cosecha son 88 días después de la siembra con un rendimiento de 40 quintales por manzana ICTA, (2003).

#### 2.6.4. Frijol de vara

Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, (1989) el frijol tiene hábitos de crecimiento variado, el de crecimiento indeterminado o voluble, estas generalmente están postradas o rastreras si no tienen un apoyo vertical para treparse fácilmente por medio de sus zarcillos se enrolla a un soporte que en Guatemala también se le conoce como frijol de vara o de enredaderas, a las variedades que se desarrollan de esta manera (págs. 2-20).

La floración es axilar y, por consiguiente, el crecimiento del tallo continúa en forma indeterminada, este último puede sub-dividirse en tres formas: el indeterminado arbustivo, indeterminado postrado e indeterminado trepador (IICA, 1989, págs. 2-20).

Hay muchas clasificaciones de acuerdo con la capacidad de crecer de las plantas indeterminadas, desde aquellas ligeramente trepadoras que, bajo ciertas condiciones, solamente emiten un zarcillo que agobia parcialmente, dándole el aspecto de una planta determinada, hasta aquellas de tipo indeterminado que bajo ciertas condiciones pueden alcanzar entre ocho y diez metros de altitud o extensión (IICA, 1989, págs. 2-20).

#### 2.6.5. Investigaciones realizadas

- ✚ Dentro de las variedades del ICTA en Aldea San José Los Tiestos, Santo Domingo, Suchitepéquez, se evaluaron las siguientes variedades y los rendimientos fueron; El rendimiento mayor fue obtenido por la variedad ICTA Zam, con 994.29 kg/ha, seguida por ICTA Santa Gertrudis, con 784.65 kg/ha. Las variedades ICTA Ligero e ICTA Ostúa fueron considerablemente inferiores respecto al rendimiento obtenido, con 372.83 kg/ha y 208.60 kg/ha, respectivamente (González, 2017, pág. 71).

- ✚ En Aldea San Antonio, Las Flores, Chinautla, Guatemala; se realizó la investigación de evaluación de ICTA Chortí y el rendimiento de la variedad fue de 2,784 kg/ha (Samayoa, 2019, pág. 43).

### **III. OBJETIVOS**

#### **1. Objetivo general**

- 1.1. Evaluar cuatro materiales genéticos de *Phaseolus vulgaris* L. *Fabaceae* “Frijol” sobre el rendimiento (kg/ha) en comunidad San José, San Lorenzo, Suchitepéquez.

#### **2. Objetivos específicos**

- 2.1. Evaluar el rendimiento de los cuatro materiales genéticos de frijol a través del comportamiento fenológico y biométrico.
- 2.2. Realizar un análisis económico de las variedades de *Phaseolus vulgaris* L. *Fabaceae* “Frijol” evaluados.

## **IV. HIPÓTESIS**

### **1. Hipótesis de Campo**

Con las tres variedades de frijol en estudio, se espera obtener un rendimiento superior en (kg/ha) comparado con el rendimiento obtenido por la variedad que utilizan los agricultores en la comunidad San José, San Lorenzo, Suchitepéquez.

### **2. Hipótesis Experimental**

Ho. Los cuatro materiales de frijol evaluados producirán el mismo efecto en las variables rendimiento y días a cosecha.

Ha. Al menos uno de los materiales de frijol evaluados producirá un efecto distinto en las variables rendimiento y días a cosecha.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Recursos**

#### **1.1. Recursos materiales**

- ✓ Variedades de frijol ICTA (chorti, ligero y sayaxché).
- ✓ Frijol de vara de la comunidad San José.
- ✓ Rollo pita.
- ✓ Chuzos.
- ✓ Tutores (postes de bambú).
- ✓ Machetes.
- ✓ Insecticidas.
- ✓ Fertilizante (18-46-0 y Urea).
- ✓ Terbufos o Agrofos.
- ✓ 1 bomba de mochila (16 litros).
- ✓ Identificadores (para bloques y tratamientos).
- ✓ Computadora.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Cámara fotográfica.

#### **1.2. Recursos humanos**

- ✓ Estudiante de EPS.
- ✓ Dos trabajadores de campo.
- ✓ Ingeniero encargado del MAGA de San Lorenzo.
- ✓ Supervisor – Asesor EPSAT.

#### **1.3. Recursos financieros**

La investigación fue apoyada económicamente por la municipalidad de San Lorenzo y la oficina de DMM (Dirección Municipal de la Mujer).

## 2. Métodos

### 2.1. Evaluación del rendimiento de los cuatro materiales genéticos de frijol a través del comportamiento fenológico y biométrico.

#### 2.1.1. Tratamientos a evaluar

En la presente investigación se evaluaron cuatro materiales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

**Tabla 4. Variedades de frijol evaluadas.**

Tratamiento	Material	Observaciones
T1	ICTA Chortí	Variedad arbustiva determinada, biofortificado.
T2	ICTA Ligero	Variedad arbustiva determinada.
T3	ICTA Sayaxché	Variedad arbustiva determinada.
T4	Nativo	Frijol de vara, crecimiento indeterminado (testigo relativo).

Estas variedades evaluadas son las recomendadas por el ICTA para regiones comprendidas entre los 50 -1800 metros sobre el nivel del mar. Además, en el caso de la variedad ICTA Chortí, es una variedad biofortificada con hierro y zinc.

Tomando en cuenta los tratamientos evaluados y el diseño estadístico utilizado, se determinó el número de repeticiones, de acuerdo a los grados de libertad del error, el cual

debe ser mayor o igual a 12.

$$GLe = (t - 1)(r - 1)$$

$$GLe = (4 - 1)(5 - 1) = 12$$

De acuerdo a lo anterior, se establecieron cinco repeticiones o bloques, para tener como mínimo 12 grados de libertad.

### 2.1.2. Diseño experimental

Tomando en cuenta las condiciones del lugar donde se realizó el experimento, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, el modelo estadístico de este diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + r_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots t \\ j = 1, 2, 3, \dots r \end{array} \right.$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta observada o medida en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque en (kg/ha) de frijol.

$\mu$  = media general de la variable de respuesta

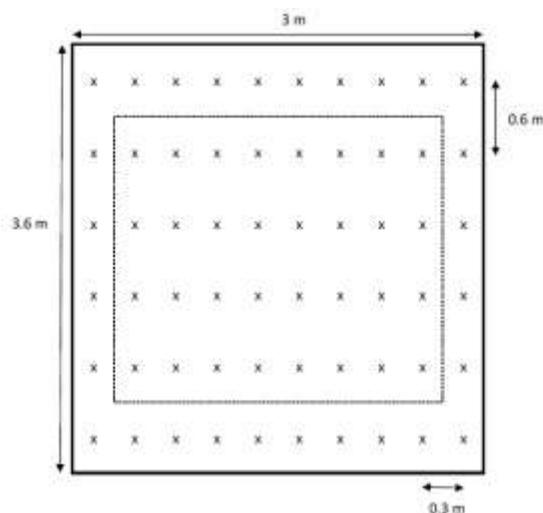
$r_i$  = efecto del i-ésimo variedad de frijol en estudio

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  = Error asociado a la ij-ésima unidad experimental

### 2.1.3. Unidad experimental y aleatorización (croquis de campo)

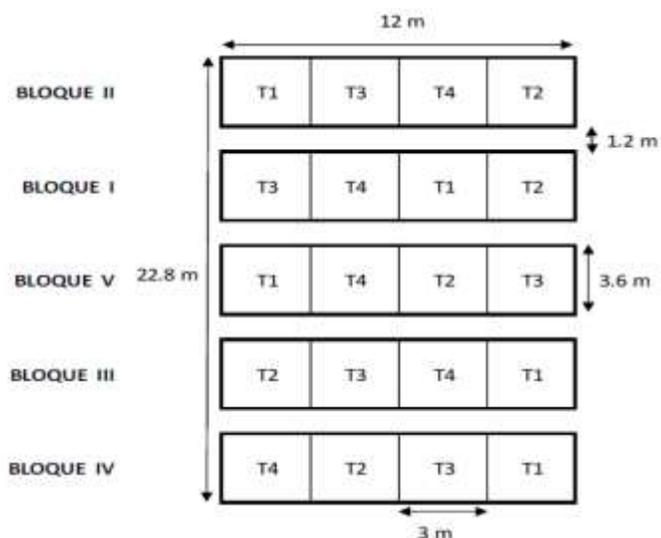
Las dimensiones de la unidad experimental (U.E.), se determinaron tomando en cuenta la distancia de siembra del cultivo, en esto caso se utilizó una distancia de siembra de 0.6 m entre surcos y 0.3 m entre postura:



**Figura 8. Unidad experimental.**

Como se observa, la unidad experimental estuvo formada por seis surcos de frijol, con una distancia de 0.6 metros, en cada surco se establecieron diez posturas, a una distancia de 0.3 m, en total la unidad experimental tuvo 60 plantas, con un área de 10.8 metros cuadrados. Las 32 plantas centrales formaron la parcela neta, con un área de 5.76 metros cuadrados.

En la siguiente figura, se puede observar la distribución aleatoria de cada uno de los tratamientos evaluados, así como las dimensiones generales del experimento:



**Figura 9. Distribución de tratamientos y dimensiones generales del experimento.**

Como se observa, en cada bloque se distribuyeron al azar, cada uno de los cuatro tratamientos evaluados, así también, entre cada bloque se dejó una distancia de siembra de 1.2 metros, que equivalen a dos surcos sin sembrar.

Tomando en cuenta las dimensiones de la unidad experimental, el número de tratamientos evaluados, así como la distancia entre cada bloque, el área experimental fue de 12 metros de ancho y 22.8 metros de longitud, para un área total de 273.6 metros cuadrados.

#### **2.1.4. Variables de respuesta**

##### **2.1.4.1. Días a floración.**

Se tomó el dato cuando el 50% de las plantas presentaron floración (al menos una flor abierta).

##### **2.1.4.2. Precocidad (días a cosecha)**

Se contaron los días que se tardó desde la siembra hasta que la planta estaba lista para la cosecha.

##### **2.1.4.3. Rendimiento kg/ha**

Se pesó la cantidad de granos cosechados de cada parcela neta (P.N), y se proyectó el peso a kilogramos por hectárea.

Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \frac{\text{Rendimiento P. N.} - 10,000}{\text{Área P. N.}}$$

### 2.1.5. Análisis de la información

Se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable, considerando un cinco por ciento de significancia. Donde hubo diferencias significativas entre tratamientos, se hizo la comparación múltiple de medias de Tukey al cinco por ciento de significancia. Los datos fueron analizados en el programa estadístico InfoStat (Versión: 2020e).

## 2.2. Realizar un análisis económico de las variedades de *Phaseolus vulgaris* L. “Frijol” evaluados.

### 2.2.1. Análisis de rentabilidad.

Para el análisis de rentabilidad se utilizó el indicador financiero conocido como retorno de la inversión, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$\% \text{ Rentabilidad} = \frac{\text{Ingreso bruto} - \text{Costo de producción}}{\text{Costo de producción}} * 100$$

Este indicador financiero proporciona el dato en porcentaje, de la ganancia, en relación a lo invertido. El ingreso bruto se calcula multiplicando el rendimiento obtenido en cada tratamiento por el precio de venta, en otras palabras, este porcentaje de rentabilidad es el equivalente a dividir el ingreso neto entre costo de producción, multiplicado por 100. Los costos de producción de cada uno de los tratamientos evaluados se calcularon para una hectárea, así también los rendimientos de cada tratamiento fueron calculados en kilogramos por hectárea.

### 2.2.2. Análisis económico con presupuestos parciales.

Si los tratamientos tienen medias de rendimiento que son significativamente diferentes, muestran diferencias de costos, y en general presentan una relación directa entre costos y beneficios, es decir, en la medida que aumentan los costos aumentan los beneficios, el enfoque a empleado es el de presupuesto parciales.

Se llama presupuestos parciales, porque con este enfoque solamente se toman en

consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan “Costos que Varían”, y se llaman así porque varían de un tratamiento a otro.

El resto de costos no se ven afectados por la decisión de usar un tratamiento en particular, y permanecen constantes. Por esta razón se denominan costos fijos. (Reyes Hernández, 2001, pág. 31).

La metodología que se llevó a cabo para este análisis es la siguiente:

- **Identificación de los rubros de costos relevantes:** Esto no es más que identificar las fuentes de costos que varían.
- **Estimación de los precios de campo de los insumos relevantes:** Es el precio del insumo puesto en el terreno donde se utilizó.
- **Estimación de los costos que varían:** Esto se logró multiplicando los precios de los insumos relevantes por sus niveles de uso en cada tratamiento y luego sumando un total.
- **Estimación de los precios de campo del producto (PCP):** El precio del producto a nivel de campo es aquel al cual el agricultor podría vender su producción antes de cosecharla. Esto se conoce como venta de la producción en pie.  
**PCP = Precio Mercado – Costo unitario de cosecha y comercialización.**
- **Rendimientos experimentales corregidos:** Se debe representar con la misma media a aquellos tratamientos que no registren diferencias significativas entre sus medias de rendimiento. La ausencia de significancia entre tratamientos indica que estos tratamientos tienen el mismo promedio. Estos rendimientos pueden denominarse “rendimientos experimentales corregidos”.
- **Estimación de los rendimientos ajustados:** Los rendimientos experimentales se ven influidos por varios factores que los hacen mucho más altos que los obtenidos por los agricultores, por lo que se recomienda reducir los rendimientos experimentales en un porcentaje que va del 5 al 30%, para poder acercarse a los obtenibles por los agricultores.

- **Estimación de los beneficios brutos de campo:** Se calculó multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.
- **Estimación de los beneficios netos de campo:** Estos se obtuvieron al sustraer de los beneficios brutos de campo, los costos que varían.
- **Realización del análisis de dominancia:** se utilizó para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores. Un tratamiento es dominado, cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos.
- **Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM):** Con los tratamientos no dominados, organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento. Luego, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal.
- **Cálculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR):** Como tasa mínima de retorno se conoce a la tasa que representa al costo del capital de trabajo que se usa para financiar el tipo de práctica que se evaluó en el experimento. Esta tasa resulta del retorno mínimo que se obtendría en otro cultivo alternativo y del costo del capital en el mercado financiero donde opera el agricultor.
- **Determinación del tratamiento más rentable:** Esta actividad se realizó comparando la TMR con la TAMIR. En la serie de tratamientos no dominados, el más rentable es el último para el cual se cumple el siguiente criterio.

$$\text{TMR} \geq \text{TAMIR}$$

- **Análisis de residuos:** Se conoce como residuos, al remanente que queda del beneficio neto después de sustraer el costo de oportunidad del capital de trabajo (costo variable) empleado para financiar las prácticas evaluadas en el experimento. Como regla general, el tratamiento más rentable identificado con la TRM y la TAMIR, tiene los mayores residuos.

$$\text{RES} = \text{BN} - [(\text{TAMIR}/100) \cdot \text{CV}]$$

## **2.3. Manejo del experimento**

### **2.3.1. Preparación del suelo**

Se llevó a cabo una labranza mínima del suelo, para lo cual se realizó una limpia manual (con machete) seguidamente, se realizó un plateo de 0.5 m. de diámetro (0.2 m<sup>2</sup>), lugar en cual se realizó la siembra.

### **2.3.2. Trazo**

Se delimitó el área total del experimento, tomando en cuenta las dimensiones del mismo, 12 metros de ancho y 21.6 metros de longitud (259.2 metros cuadrados). Cada bloque tendrá 12 metros de longitud y 3.6 metros de ancho, dejando entre cada bloque 1.2 metros de distancia. Con estas dimensiones fueron colocadas las estacas en el terreno, para marcar los vértices de cada bloque y así se delimitó el área del experimento.

### **2.3.3. Siembra**

La siembra se realizó a un distanciamiento de 0.60 m x 0.30 m colocándose tres semillas por postura, utilizando aproximadamente 18 gramos de semilla por unidad experimental (16.7 Kg/Ha). Al momento de la siembra se llevó a cabo la aplicación de terbufos (Agrofos) al fondo de agujero, a razón de 23 kg/ha. Para el ahoyado, se utilizó una macana, fabricada a base de madera, teniendo cuidado que la semilla quedara a una profundidad de entre 2 a 3 centímetros.

### **2.3.4. Control de malezas**

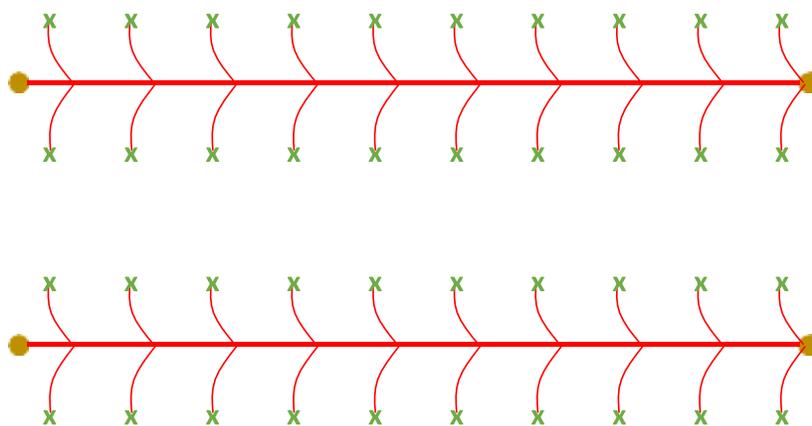
El cultivo de frijol debe mantenerse libre de malezas al menos durante los primeros 40 días después de la siembra para evitar severas bajas en rendimiento. Para lo cual se llevó a cabo un control de malezas de forma manual a los 15 y 35 días después de la germinación.

### 2.3.5. Control de plagas y enfermedades

Se llevaron a cabo monitoreos constantes en toda la plantación establecida, para observar la presencia de plagas y enfermedades que puedan causar daño al cultivo, en el cultivo de frijol se tuvo presencia de *Aleyrodidae* (mosquita blanca), fue la única presencia que se observó en las hojas del cultivo de frijol, se aplicó el producto monarca, se utilizó una bomba de mochila de 16 litros y se colocó dentro de la bomba 0.25 litros por hectárea, para rociarlo en el follaje.

### 2.3.6. Colocación de tutores

Para el caso del material de frijol de vara, se colocaron tutores 15 días después de la germinación, para cual, en la parte media de los surcos, se colocaron postes de bambú de 2.5 metros de longitud, estos postes de bambú se colocaron a cada tres metros y sirvieron de base para colocar una línea central de rafia entre ellos, desde esta línea principal se colocaron los tutores hacia cada una de las plantas, como se observa en la figura siguiente.



**Figura 10. Colocación de tutores en el cultivo de frijol de vara.**

### 2.3.7. Fertilización

Se llevó a cabo la aplicación de fertilizante, de acuerdo a las recomendaciones observadas en el manual de producción del frijol del ICTA (Villatoro Mérida, J., et al.

2011), además de ello, en base a los resultados del análisis de suelo, que se realizó para poder aplicar los nutrientes que el suelo necesitaba. (Ver figura 19 en anexos).

Para cada tratamiento se aplicó: 54 kilogramos de 18-46-0 y 66 kilogramos de urea por hectárea, la aplicación se recomienda a los ocho días después de la germinación. Además de ello se aplicó un litro de Bayfolan forte por hectárea, para cada uno de los tratamientos.

### 2.3.8. Riego

Para el cultivo de frijol, se utilizó el riego por gravedad, se instaló la tubería y una bomba de tres caballos de fuerza. El riego se realizaba por una hora, a cada ocho días.

En la etapa de floración, es importante el riego, ya que de ello dependerá el fruto y los resultados que se esperan lograr en la cosecha. (Ver figura 24 en anexos).

Se realizó el siguiente cálculo para poder determinar la lámina de riego:

Bomba de 3 caballos de fuerza

Caudal de descarga: 18 galones por minuto. 1 galón= 3.785 litros

$18 \text{ gal} * 3.785 \text{ litros} = 68.13 \text{ litros por minuto}$

#### Tiempo de riego

Litros por hora:  $68.13 * 60 = 4,087.8$

$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$

Metros cúbicos por hora:  $4,087.8 / 1000 = 4.0878 \text{ m}^3$

Área a regar:  $273.6 \text{ m}^2$

Lámina de riego:

$4.0878 \text{ m}^3$  = 0.0149 m

273.6 m<sup>2</sup>

1m=mm

$0.0149 \times 1000 = 14.9$  mm lámina de riego.

### **2.3.9. Cosecha**

Las principales características que se tomaron en cuenta como indicadores de la cosecha es el cambio de color de las hojas, así como de las vainas. En las hojas el color varía desde el verde al verde amarillento, mientras que, en las vainas, cambia de verde a un color distinto, el cual depende de la variedad, pudiendo ser blanco crema, rojo morado o blanco crema con pintas.

En el caso de las variedades del ICTA las plantas fueron “arrancadas de raíz” de forma manual, esta actividad se realizó con la finalidad de mantener la calidad y acelerar el secado del grano. En el caso del frijol de vara se llevó a cabo el corte de las vainas. La cosecha se realizó aproximadamente a los 70 – 88 días después de la siembra.

### **2.3.10. Secado de vainas**

Luego de la cosecha, tanto las plantas como las vainas cortadas fueron llevadas a un lugar adecuado para su secado, teniendo cuidado de no colocar las plantas o las vainas directamente sobre el suelo, estas se colocaron sobre sacos o lonas, para evitar el contacto directo con el suelo. Esta etapa duro entre 10 -15 días.

### **2.3.11. Aporreo de plantas**

En el caso de las variedades del ICTA (Chortí, Sayaxché y Ligerero), luego de secadas las plantas, estas fueron aporreadas y golpeadas con un instrumento de madera, con la finalidad de separar la semilla (grano) de la vaina. Esta actividad se realizó sobre el suelo y siempre sobre lonas, mantas o sacos.

## VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 1. Evaluación del rendimiento de los cuatro materiales de frijol a través del comportamiento fenológico y biométrico

#### 1.1. Días a floración.

En la tabla cinco, se presentan los días a floración de cada uno de los materiales de frijol evaluados, es importante indicar que esta variable se midió, cuando el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron al menos una flor abierta.

**Tabla 5. Días a floración de las variedades de frijol evaluadas.**

TRAT	I	II	III	IV	V	MEDIA
T1 (CHORTÍ)	36	32	33	30	33	<b>33</b>
T2 (LIGERO)	27	30	28	29	29	<b>29</b>
T3 (SAYAXCHÉ)	35	40	38	41	39	<b>39</b>
T4 (NATIVO DE VARA)	39	42	44	41	42	<b>42</b>

Se pudo observar que los días a floración de las distintas variedades de frijol evaluados oscilaron entre 29 y 42 días a floración, siendo la variedad ICTA Ligero (T2) la que presentó los menores días a floración, mientras que el frijol de vara (T4) presentó los mayores días a floración.

Estos resultados coinciden con lo indicado por Villatoro; Franco y Castillo (2022), quienes indican que la variedad ICTA Chortí florece entre los 32 y 35 días, mientras que el ICTA Ligero florece entre los 29 y 30 días; el ICTA Sayaxché entre los 35 y 42 días después de la siembra (pág. 27).

Los datos que se observaron en la tabla nueve fueron transformados mediante la fórmula  $\sqrt{X}$  (Tabla 15, en anexos), para poder llevar a cabo el análisis de varianza de esta variable.

**Tabla 6. Análisis de varianza de la variable días a floración en el cultivo de frijol.**

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRAT	3.51	3	1.17	40.70	<0.0001
BLOQUE	0.07	4	0.02	0.58	0.6812
Error	0.35	12	0.03		
Total	3.92	19			

*C.V.* = 2.9%

Como se observó en el la tabla seis, de acuerdo al análisis de varianza días a floración, existió diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados, lo cual indicó que al menos una de las variedades de frijol evaluadas produjo diferentes días a floración.

El coeficiente de variación fue de 2.9%, el cual se encuentra dentro del rango aceptable (20%), lo que indica un adecuado manejo del experimento.

Tomando en cuenta que existió diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, se llevó a cabo una prueba de medias de Tukey, para determinar cuál de los tratamientos producen menores días a floración, como se observa en la tabla siete.

**Tabla 7. Prueba de medias de Tukey de la variable días a floración en el cultivo de frijol.**

TRAT	Medias (días a floración)	Medias Transf.	SIGNIFICANCIA		
T2 (LIGERO)	29	5.36	A		
T1 (CHORTÍ)	33	5.72		B	
T3 (SAYAXCHÉ)	39	6.20			C
T4 (NATIVO DE VARA)	42	6.44			C

*Comparador de Tukey (W)* = 0.32

Como se observa en la tabla siete, de acuerdo a la prueba de medias de Tukey, el

tratamiento T2, que corresponde a la variedad ICTA Ligero, es el que produjo los menores días a floración, con una media de 29 días, siendo este tratamiento diferente estadísticamente a los demás.

El testigo relativo T4 (frijol de vara), produjo los mayores días a floración, con una media de 41.6 días, este tratamiento fue estadísticamente igual que el T3 (ICTA Sayaxché), con una media de 38.6 días a floración.

### 1.2. Precocidad (días a cosecha)

En la presente tabla se puede observar los días a cosecha de las diferentes variedades y el cultivar criollo evaluados.

**Tabla 8. Días a cosecha de las variedades de frijol evaluados.**

TRAT	I	II	III	IV	V	MEDIA
T1 (CHORTÍ)	75	70	74	73	74	<b>73</b>
T2 (LIGERO)	62	64	65	63	64	<b>64</b>
T3 (SAYAXCHÉ)	80	83	85	86	84	<b>84</b>
T4 (NATIVO DE VARA)	85	83	79	84	83	<b>83</b>

Como se observó, los días a cosecha en las distintas variedades de frijol evaluados oscilaron entre 64 y 84 días, siendo la variedad ICTA Sayaxche (T3) la que produjo los mayores días a cosecha con una media de 84, mientras que la variedad ICTA Ligero produjo los menores días a cosecha, con un valor de 64 días.

De acuerdo a Villatoro; Franco y Castillo (2022), los días a cosecha de la variedad ICTA Chortí (T1) se encuentran entre 68 y 70 días, para la variedad ICTA Ligero (T2) es 64 a 70 días y para la variedad ICTA Sayaxché (T3) es de 88 a 90 días (pág. 27).

Los datos de la tabla ocho fueron transformados (Tabla 17, en anexos), para llevar a cabo el análisis de varianza que se presenta a continuación:

**Tabla 9. Análisis de varianza de la variable días a cosecha de las variedades de frijol evaluados.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
TRAT	4.46	3	1.49	82.93	<0.0001
BLOQUE	0.02	4	0.0045	0.24	0.9119
Error	0.21	12	0.02		
Total	4.69	19			

*C.V.* = 1.5%

Se observó que, existió diferencia altamente significativa entre las distintas variedades de frijol evaluadas, esto indica que al menos uno de los tratamientos evaluados produjo distintos días a cosecha.

El coeficiente de variación con un valor de 1.5%, indicó un adecuado manejo del experimento, debido a que su valor es menor del 20%.

Tomando en cuenta que existió diferencia significativa entre tratamientos, se llevó a cabo la prueba de medias de Tukey, que se presenta en la tabla nueve, para los tratamientos que presentaron menores días a cosecha.

**Tabla 10. Prueba de medias de Tukey de la variable días a cosecha.**

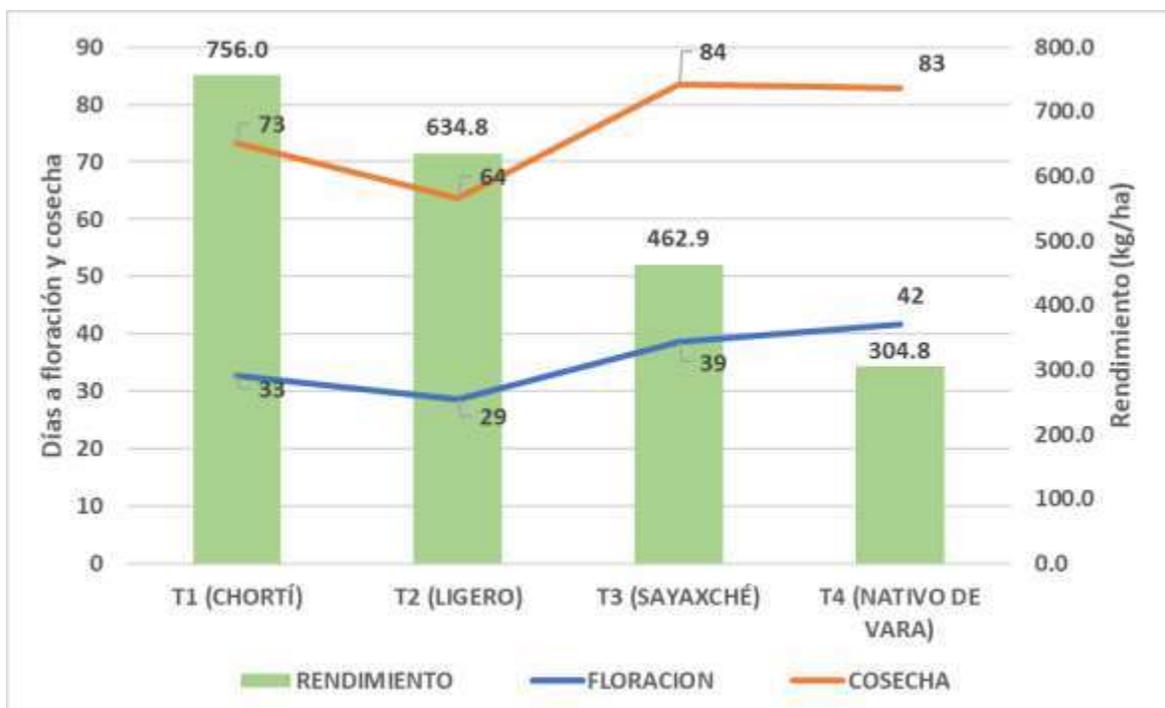
TRAT	Medias (días a cosecha)	Medias Transf.	SIGNIFICANCIA		
T2 (LIGERO)	<b>64</b>	7.98	A		
T1 (CHORTÍ)	<b>73</b>	8.56		B	
T4 (NATIVO DE VARA)	<b>83</b>	9.10			C
T3 (SAYAXCHÉ)	<b>84</b>	9.14			C

*Comparador de tukey (W) = 0.25*

Como se observó, de acuerdo a la prueba de medias de Tukey, con un nivel de significancia del 5%, la variedad de frijol ICTA Ligero fue la más precoz con 64 días a cosecha, siendo esta variedad estadísticamente diferente a las demás. Los materiales más tardíos fueron, el frijol de vara, con un valor de 83 días a cosecha y la variedad ICTA Sayaxché, con un valor de 84 días a cosecha, ambas variedades son iguales estadísticamente.

Estos resultados de días a cosecha, coinciden con los obtenidos en días a floración, donde también la variedad ICTA Ligero presentó los menores días a floración, por lo tanto, se puede indicar que, entre las cuatro variedades de frijol evaluados, la variedad ICTA Ligero es la que tiene mayor precocidad.

Se presenta una relación entre las variables evaluadas en la presente investigación:



**Figura 11. Relación entre las variables rendimiento, días a floración y días a cosecha.**

Se observó que los tratamientos T1 y T2, que corresponden a las variedades ICTA Chortí e ICTA Ligero, tuvieron los menores días a floración, así como los menores días a cosecha, siendo estas dos variedades las que produjeron los mayores rendimientos, los cuales fueron estadísticamente iguales.

De manera similar, los tratamientos T3 y T4, que correspondió a las variedades ICTA Sayaxché y frijol de vara, tuvieron los mayores días a floración, así como los mayores días a cosecha, produciendo menores rendimientos.

Las variedades ICTA Chortí e ICTA Ligero, que fueron las que presentaron menor precocidad, fueron las que produjeron un mayor rendimiento.

### 1.3. Rendimiento kg/ha

A continuación, se presenta la tabla de rendimientos de las variedades evaluadas y el cultivar criollo.

**Tabla 11. Rendimiento (kg/ha) obtenido de las variedades de frijol evaluadas.**

TRAT	BLOQUES					MEDIA
	I	II	III	IV	V	
T1 (CHORTÍ)	710.0	610.7	964.4	816.6	678.3	756.0
T2 (LIGERO)	479.0	530.1	773.1	579.0	812.8	634.8
T3 (SAYAXCHÉ)	481.3	482.0	580.6	431.6	339.2	462.9
T4 (NATIVO DE VARA)	281.1	372.8	435.4	236.0	198.6	304.8

Como se observó, los rendimientos de frijol oscilaron entre 304.8 kg/ha y 756.0 kg/ha, con un rendimiento promedio general de 539.6 kg/ha. El promedio nacional del rendimiento del cultivo de frijol es de 909 kg/ha (Fuentes; Ixcotoyac; Xutuc. 2019), estos bajos rendimientos, comparado con el promedio nacional, pudieron haber estado influidos principalmente a que la época en la que se estableció el cultivo, fue en la época seca.

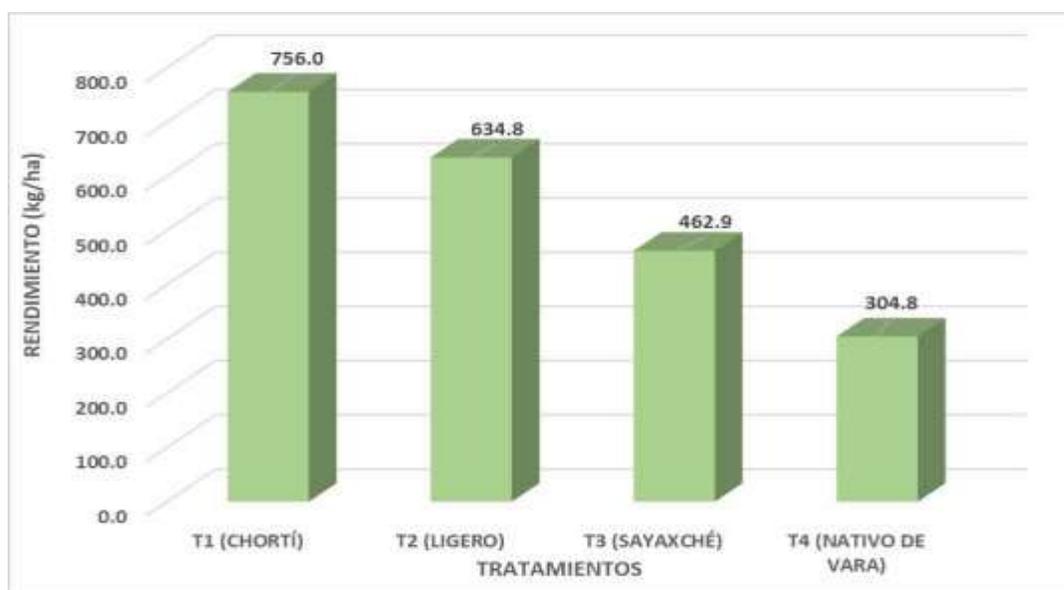
Sin embargo, es importante mencionar que, en evaluaciones realizadas por Gregorio, Garcia y Pacheco (2020), en la variedad ICTA CHORTI, obtuvieron rendimientos de 596 kg/ha, en el departamento de Chiquimula, el cual es un rendimiento menor al obtenido por la misma variedad en esta investigación, que fue de 756.0 kg/ha (pág. 53).

De acuerdo a Ampudia; Guillespie; Aldana y Villatoro (2004), la variedad ICTA LIGERO produce un rendimiento de 448 kg/ha, estos rendimientos fueron obtenidos en el municipio de La Nueva Concepción, Escuintla (pág. 288). Así también Villanueva (2010), obtuvo, en esta misma variedad, rendimientos de 481 kg/ha, en evaluaciones realizadas

en el municipio de Pochuta, Chimaltenango (pág. 94). Mientras que González (2017), en el municipio de Santo Domingo, Such., obtuvo rendimientos de 373 kg/ha. En la tabla uno, se puede observar que el rendimiento obtenido por la variedad ICTA LIGERO, en esta investigación fue de 634.8 kg/ha, que es superior a lo reportado por los autores anteriormente citados (pág. 71).

Se pudo observar, además, en la tabla siete, que, entre las tres variedades evaluadas de frijol, provenientes del ICTA, la que produjo menor rendimiento fue la variedad ICTA SAYAXCHE, con un rendimiento promedio de 462.9 kg/ha.

De todos los materiales de frijol (tratamientos) evaluados, el testigo relativo (frijol de vara), produjo los menores rendimientos, con un promedio de 304.8 kg/ha.



**Figura 12. Rendimiento de los tratamientos.**

En la figura 12, se pudo observar que el mayor rendimiento de frijol, fue producido por la variedad ICTA Chortí (T1), con un valor del 756.0 kg/ha, mientras que el frijol de vara produjo el menor rendimiento, con un valor de 304.8 kg/ha, que equivale a un 40.3% menos que la variedad ICTA Chorti (T1).

Tomando en cuenta los resultados de rendimiento, que se observaron en la tabla cinco, se llevó a cabo un análisis de varianza de esta variable, como seguidamente se observa:

**Tabla 12. Análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/ha) de frijol.**

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRAT	584452.95	3	194817.65	19.11	0.0001
BLOQUE	112148.30	4	28037.08	2.75	0.0780
Error	122329.30	12	10194.11		
Total	818930.55	19			

C.V. =18.7%

Como se observó, existió diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados (p-valor menor de 0.01), lo cual indicó que al menos una de las variedades de frijol evaluados, produjo un efecto distinto en el rendimiento del cultivo de frijol (kg/ha).

El coeficiente de variación fue de 18.7 % lo cual indica un adecuado manejo del experimento, tomando en cuenta que este coeficiente se encuentra dentro del rango aceptable ( $\leq 20\%$ ).

Debido a lo anterior, se realizó una prueba de medias de Tukey, al 5% de significancia, para determinar el mejor tratamiento:

**Tabla 13. Prueba de medias de Tukey de la variable rendimiento (kg/ha) de frijol.**

TRAT	Medias	SIGNIFICANCIA		
T1 (CHORTÍ)	756.0	A		
T2 (LIGERO)	634.8	A	B	
T3 (SAYAXCHÉ)	463.0		B	C
T4 (NATIVO DE VARA)	304.8			C

Comparador de tukey ( $W$ ) = 189.6

Como se observó, de acuerdo a la prueba de medias de Tukey, al 5% de significancia, las variedades ICTA Chortí e ICTA Ligero, fueron las que produjeron los mejores rendimientos, con valores de 756.0 y 634.8 kg/ha, respectivamente, estos rendimientos, de acuerdo a la prueba de medias de Tukey, fueron estadísticamente iguales, con un nivel de significancia del 1%, o sea que produjeron los mismos rendimientos.

La variedad ICTA Sayaxché (T3) y el frijol de vara (T4), fueron estadísticamente iguales, no tuvieron diferencias significativas, por lo tanto, produjeron el mismo rendimiento, con valores de 463.0 y 304.8 kg/ha, respectivamente.

## **2. Realización del análisis económico de las variedades de *Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae “Frijol” evaluados**

### **2.1. Análisis de rentabilidad**

En las tablas 19, 20, 21 y 22, en anexos, se pueden observar los costos de producción de cada uno de los tratamientos evaluados. Se debe tomar en cuenta que los costos de producción de las tres variedades de frijol del ICTA, fueron iguales, debido a que el manejo, así como el costo de la semilla es el mismo.

En el caso del costo de producción del frijol de vara es distintos, debido al costo de semilla y el costo de los tutores.

Tomando en cuenta los costos de producción, así como el rendimiento por hectárea de cada uno de los tratamientos evaluados, se calculó la rentabilidad de estos tratamientos:

**Tabla 14. Costos de producción y análisis de rentabilidad de los materiales de frijol evaluados.**

TRATAMIENTO	T1 ICTA Chortí	T2 ICTA Ligero	T3 ICTA Sayaxché	T4 Frijol de vara
Costo de producción	Q 7,013.77	Q 7,013.77	Q 7,013.77	Q 9,103.12
Rendimiento (kg/ha)	756	634.8	462.9	304.8
Precio de venta (kg)	Q 13.20	Q 13.20	Q 13.20	Q 13.20
Ingreso bruto	Q 9,979.20	Q 8,379.36	Q 6,110.28	Q 4,023.36
Ingreso neto	Q 2,965.43	Q 1,365.59	-Q 903.49	-Q 5,079.76
<b>Rentabilidad</b>	<b>42.28%</b>	<b>19.47%</b>	<b>-12.88%</b>	<b>-55.80%</b>

Como se observó, el tratamiento T1, que correspondió a la variedad de frijol ICTA Chortí, fue el que produjo mayor rentabilidad, con un rendimiento de 756 kg/ha produce una rentabilidad de 42.28%. Esta rentabilidad indicó, en porcentaje, los beneficios obtenidos, en relación a la inversión realizada (costo de producción), o sea que de la inversión realizada (costo de producción) se obtuvo un beneficio del 42.28%.

El tratamiento T2, que corresponde a la variedad ICTA Ligero, produjo una rentabilidad de 19.47%, la cual fue mucho menor que la producida por la variedad ICTA Chortí, esto debido a que también produjo 16% menos que el rendimiento de la variedad ICTA Chortí.

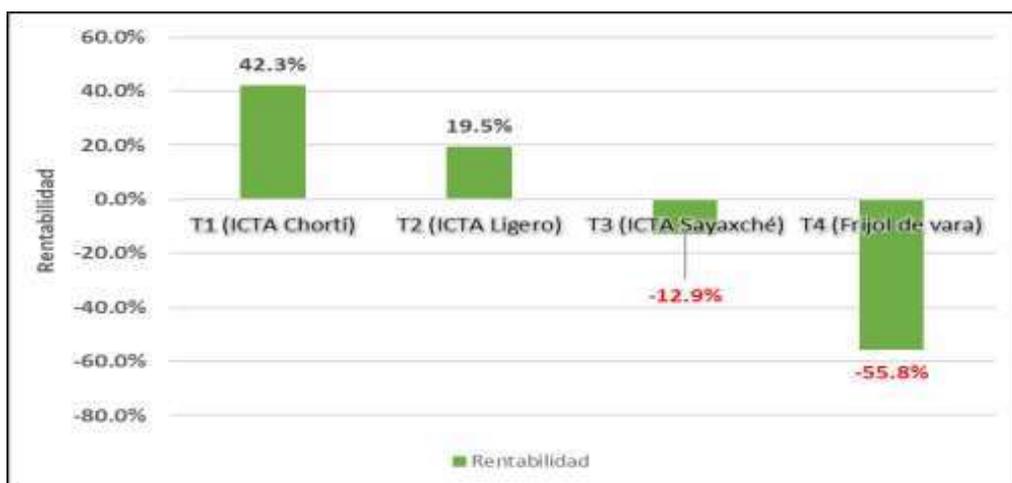
Los tratamientos T3 y T4, que corresponden a la variedad ICTA Sayaxché y la variedad de frijol de vara, produjeron una rentabilidad negativa, con valores de -12.8% y -55.8%, respectivamente, lo cual indica que estos materiales de frijol no producen ganancia alguna, sino por el contrario producen pérdida, esto debido al bajo rendimiento.

El tratamiento (T4) frijol de vara, que fue utilizado como testigo en esta investigación fue

el menos rentable (-55.80%), lo cual puede obedecer a la baja producción obtenida, así como el costo de implementar el tutorado. sin embargo, se debe tomar en cuenta que los pequeños productores, disminuyen estos costos, al utilizar como tutores pequeñas ramas de árboles que pueden localizar a los alrededores del área de cultivo.

Finalmente es importante indicar que esta investigación se llevó a cabo en los últimos meses del año, en la época seca, por lo que durante todo el cultivo se llevó a cabo un riego superficial (por surcos).

A continuación, se puede observar de forma gráfica, la rentabilidad de cada uno de los tratamientos evaluados.



**Figura 13. Rentabilidad de cada uno de los tratamientos (variedades de frijol) evaluados.**

Como se observó, únicamente los tratamientos T1 y T2, que corresponden a las variedades ICTA Chortí e ICTA Ligero, produjeron rentabilidad positiva, mientras que las variedades ICTA Sayaxché (T3) y frijol de vara (T4), produjeron rentabilidad negativa, lo cual indica que producen pérdidas.

## 2.2. Análisis económico de presupuestos parciales

Se presentan los costos variables de cada una de las cuatro variedades de frijol evaluadas en la presente investigación.

**Tabla 15. Presupuesto parcial evaluación de cuatro variedades de Frijol.**

Descripción	T1 Chortí	T2 Ligero	T3 Sayaxché	T4 Vara
Rendimiento medio en kg/Ha	756.00	634.80	462.90	304.80
Rendimiento ajustado en kg/Ha	680.40	571.32	416.61	274.32
Beneficios brutos de campo (Q/ha)	Q 8,981.28	Q 7,541.42	Q 5,499.25	Q 3,621.02
Costo de Semilla en Q / Ha	Q 517.99	Q 517.99	Q 517.99	Q 426.58
Compra de tutores				Q 1,395.00
Mano de obra colocación de tutores				Q 785.76
Total de Costos que varían Q /Ha	Q 517.99	Q 517.99	Q 517.99	Q 2,607.34
<b>Beneficios Netos</b>	<b>Q8,463.29</b>	<b>Q7,023.43</b>	<b>Q4,981.26</b>	<b>Q 1,013.68</b>

Como se observó, los costos variables entre los tratamientos evaluados fueron, el costo de semillas, y de tutores, principalmente, siendo este rubro, el que incrementó estos costos en la variedad de frijol de vara (T4), así también este tratamiento produjo el menor rendimiento, debido a lo cual este tratamiento presentó el menor beneficio neto con un valor de Q 2,607.34

Los tratamientos T1, T2 y T3, presentaron el mismo costo de producción, sin embargo, el tratamiento T1, que correspondió a la variedad de frijol ICTA Chortí, presentó el mayor beneficio neto con un valor de Q 8,643.29, lo cual fue debido a que produjo un mayor rendimiento.

Tomando en cuenta los costos y beneficios netos de cada uno de los tratamientos evaluados, se presenta el análisis de dominancia de cada uno de estos tratamientos:

**Tabla 16. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados**

Tratamiento	Total de Costos	Beneficios Netos Q/Ha	Dominancia
T1 (Chortí)	Q 517.99	Q 8,463.29	<b>No dominado</b>
T2 (Ligero)	Q 517.99	Q 7,023.43	<b>Dominado</b>
T3 (Sayaxché)	Q 517.99	Q 4,981.26	<b>Dominado</b>
T4 (Frijol de vara)	Q 2,607.34	Q 1,013.68	<b>Dominado</b>

Luego de haber determinado que los tratamientos T2 (Ligero), T3 (Sayaxché), T4 (cultivar criollo), resultaron dominados ya no se procedió a calcular la tasa marginal de retorno.

Como se observó en la tabla, el tratamiento T1, que corresponde a la variedad de frijol ICTA Chortí, es la mejor, ya que presenta menor costo de producción y mayores beneficios netos, aunque los tratamientos T2 y T3, presentan los mismos costos de producción, ambos tratamientos tienen menores beneficios netos que el tratamiento T1. El tratamiento T4 presenta mayores costos y menores beneficios netos.



**Figura 14. Beneficios Netos y Total de costos que varían de cada uno de los tratamientos evaluados.**

Se pueden observar que los costos variables de los tratamientos T1, T2 y T3, fueron los mismo, con un valor de Q 5,017.99, estos tratamientos corresponden a las variedades de frijol del ICTA, entre estos tres tratamientos el que produce los mayores beneficios netos

es la variedad ICTA Chortí, con un valor de Q 8,463.29, siendo, por lo tanto, esta variedad la mejor.

El tratamiento T4 (frijol de vara), presenta los mayores costos variables y los menores beneficios netos.

## VII. CONCLUSIONES

1. Las tres variedades de frijol del ICTA evaluadas, con un rendimiento promedio de ICTA Chortí 756.0 kg/ha, ICTA Ligero 634.8 kg/ha, ICTA Sayaxché 462.9 kg/ha produjeron un rendimiento superior al cultivar de frijol de vara utilizado en la comunidad que fue de 304.8 kg/ha.
2. De acuerdo al análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/ha), existió diferencia altamente significativa (1%) entre las variedades de frijol evaluados, lo cual indicó que al menos uno de las variedades de frijol produjeron un rendimiento distinto a los demás, siendo los mejores, la variedad ICTA Chortí y la variedad ICTA Ligero, con un rendimiento promedio de 756.0 y 634.8 kg/ha, respectivamente, ambas variedades son estadísticamente iguales.
3. Los días a floración de las distintas variedades de frijol evaluados oscilaron entre 29 y 42 días, de acuerdo al análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey, la variedad ICTA Ligero, produjo los menores días a floración con una media de 29 días, siendo esta diferente estadísticamente a las demás.
4. En relación a la variable días a cosecha, el promedio osciló entre 64 y 84 días, entre las variedades de frijol evaluados. De acuerdo al análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey, la variedad ICTA Ligero (T2) es la más precoz, con 64 días a cosecha, seguido por la variedad ICTA Chortí (T1) con 73 días a cosecha, ambos tratamientos son estadísticamente distintos.
5. El análisis de rentabilidad de los tratamientos (variedades de frijol) evaluados, indicaron que únicamente las variedades ICTA Chortí e ICTA Ligero, presentaron rentabilidad positiva, siendo la variedad ICTA Chortí la que produce la mayor rentabilidad, con un valor de 42.28%, mientras que la variedad ICTA Ligero produce una rentabilidad de 19.47%. Los demás tratamientos, produjeron una rentabilidad

negativa; ICTA Sayaxché con un valor de -12.88% y la variedad de vara con un valor de -55.80% de rentabilidad, lo que indica, que estas variedades producen pérdidas.

6. El análisis de presupuestos parciales y análisis de dominancia, confirma lo del análisis de rentabilidad, donde las variedades más rentables son: ICTA Chortí con 42.28%, ICTA Ligero con una rentabilidad de 19.47%, mientras que las variedades ICTA Sayaxché tiene un rendimiento de -12.88% y la variedad nativa o de vara con una rentabilidad de -55.80%.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar la variedad ICTA Chortí, como una alternativa más de producción en la Comunidad San José, del municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez. Con esta variedad se obtiene un rendimiento promedio de 756.0 kg/ha, con un costo de producción de Q 7,013.77 y una rentabilidad de 33.6%.
2. Evaluar las variedades ICTA Chortí, ICTA Ligero e ICTA Sayaxché, en una época distinta del año (época de lluvia), ya que a pesar de que en esta investigación se tuvo la limitante del recurso hídrico (riego), demostraron su potencial de producción, y produjeron rendimientos similares a los obtenidos en otras investigaciones.
3. Al evaluar materiales de frijol de vara, utilizar material (ramas) disponible en cada localidad, con lo cual se puede reducir el costo de producción de estos materiales y mejorar su rentabilidad.

## IX. REFERENCIAS

- Aldana, L.F. (2010). *Manual producción comercial y de semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. <http://www.funsepa.net/guatemala/docs/produccionSemillaFrijol.pdf>
- Ampudia, L., Gillespie, L., Aldana, F., y Villatoro, J. (2004). *Identificación de un sistema rentable de producción de frijol Phaseolus vulgaris dentro de los surcos de la caña de Azúcar Saccharum spp.* <https://www.scielo.org.mx/pdf/au/v29/2007-9621-au-29-e1984.pdf>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1986). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. (pág 34). [Documento pdf]
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2018). *Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*. <http://www.infostat.com.ar>
- Fuentes, E., Ixcotoyac, E., y Xutuc, O. (2019). *Rendimiento y adaptabilidad de genotipos biofortificados de frijol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.), en el altiplano de Huehuetenango y San Marcos*. <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/13%20FRIJOL%20OCCIDENTE/biofortificados%20genotipos-ICTA-Oscar%20Xutuc/Frijol%20arbustivos.pdf>
- González, A. (2017). *Evaluación de siete variedades de frijol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.), Diagnóstico y Servicios realizados en Aldea San José Los Tiestos, Santo Domingo Suchitepéquez, Suchitepéquez, Guatemala, C.A.* [http://www.repositorio.usac.edu.gt/view/creators/Gonz=E1lez\\_Montes=3AAlejandro\\_Sebasti=E1n=3A=3A.default.html](http://www.repositorio.usac.edu.gt/view/creators/Gonz=E1lez_Montes=3AAlejandro_Sebasti=E1n=3A=3A.default.html)

Gregorio, M., García, E., y Pacheco, R. (2020). *Validación del método de fertilización hidrosoluble en “drench”, en la variedad de frijol negro ICTA Chortí (Phaseolus vulgaris L.), en el Departamento de Chiquimula.* [https://www.cytacunoc.gt/wp-content/uploads/2021/03/Doc.Final\\_.Frijol\\_Validacion.fertilizacion-Hidrosoluble-Chorti.pdf](https://www.cytacunoc.gt/wp-content/uploads/2021/03/Doc.Final_.Frijol_Validacion.fertilizacion-Hidrosoluble-Chorti.pdf)

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). (2003). *Variedad Sayaxche en Petén.* <file:///C:/Users/judit/Desktop/CORRECCIONES%20SEM%20I/ICTA%20SAYACHE.pdf>

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). (2011). *Producción de frijol (Phaseolus vulgaris).* <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Frijol/Produccion%20de%20Frijol%20Phaseolus%20vulgaris%20L%202011.pdf>

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). (2022). *Frijol biofortificado ICTA Chortí variedad con más hierro y zinc.* <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Frijol/Frijol%20ICTA%20Chortis.pdf>

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). (2022). *ICTA Ligero Variedad resistente al mosaico dorado.* <file:///C:/Users/judit/Desktop/CORRECCIONES%20SEM%20I/Frijol%20ICTA%20Ligero.pdf>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (1989). *Compendio de agronomía tropical.* (págs. 2-20). <http://repiica.iica.int/docs/B3419E/B3419E.PDF>

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2009). *Cultivo de Frijol Guía Tecnológica para la producción de Frijol común.* <https://es.scribd.com/document/346948435/GUIA-FRIJOL-INTA-pdf#>

Manuel Gudiel, V. (1987). *Manual agrícola superb. Productos Superb.* (pág. 393).  
<https://biblioteca.ufm.edu/opac/record/40721>

Najera, J. C. (2006). *Clasificación de zonas de vida a nivel de reconocimiento, basado en el sistema de Holdrige.* (pág. 33).  
[https://www.academia.edu/28775210/96064621\\_Clasificacion\\_de\\_Zonas\\_de\\_Vida\\_doc](https://www.academia.edu/28775210/96064621_Clasificacion_de_Zonas_de_Vida_doc)

Ospina, H. F. (1981). *Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.).*  
<https://books.google.com.co/books?id=AtOLF2NhJogC&printsec=frontcover&dq=morfologia+de+la+planta+de+frijol+comun&hl=en&sa=X&ei=Zsz2ULnsBYWm8gTV7Y G4Cw#v=onepage&q&f=true>.

Reyes Hernández, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque. Universidad de San Carlos de Guatemala.* [https://www.researchgate.net/profile/Mamerto-Reyes-Hernandez/publication/334655730\\_Analisis\\_economico\\_de\\_experimentos\\_agricolas\\_con\\_presupuestos\\_parciales\\_Re-ensenando\\_el\\_uso\\_de\\_este\\_enfoque/links/5d388c4ca6fdcc370a5d014e/Analisis-economico-de-experimentos-agricolas-con-presupuestos-parciales-Re-ensenando-el-uso-de-este-enfoque.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mamerto-Reyes-Hernandez/publication/334655730_Analisis_economico_de_experimentos_agricolas_con_presupuestos_parciales_Re-ensenando_el_uso_de_este_enfoque/links/5d388c4ca6fdcc370a5d014e/Analisis-economico-de-experimentos-agricolas-con-presupuestos-parciales-Re-ensenando-el-uso-de-este-enfoque.pdf)

Samayoa, M. (2019). *Evaluación de cinco variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) dos criollas y tres mejoradas bajo cultivo tradicional, diagnóstico y servicios prestados en la Aldea San Antonio Las Flores, Chinautla, Guatemala, Guatemala, C.A.*  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/12135/1/EVALUACI%C3%93N%20DE%20DOS%20VARIETADES%20DE%20FRIJOL%20%28PHASEOLUS%20VULGARIS%20L.%29%20BAJO%20CONDICIONES%20DE%20CULTIVO%20TRADIC.pdf>

Sandoval, E.H. (2007). *Evaluación del crecimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) CV ICA Cerinza, bajo estrés salino.*

Simmons, C., Tárano, T., J. M., y Pinto, Z, J.H. (1959). *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. <https://www.erudit.org/fr/revues/cgq/1961-v5-n10-cgq2584/020336ar/>

Sosof Vásquez, J.R. (2002). *Estabilidad genética de diez cultivares de frijol criollo de vara (Phaseolus vulgaris L.) en cuatro localidades de la región suroccidental de Guatemala. (pág. 92). [Tesis de graduación Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala]*.

Tropicos.org (s.f.). *Clasificación botánica del frijol*. <https://tropicos.org/name/13031753>

Villanueva Elias, D. A. (2010). *Evaluación de seis variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), bajo condiciones de cultivo tradicional de localidades de Chimaltenango y Sololá. (pág. 3). [Trabajo de tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala]*. <https://core.ac.uk/download/pdf/84773546.pdf>

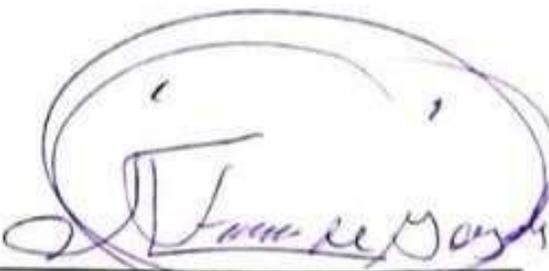
Villanueva, D. (2010). *Evaluación de seis variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), bajo condiciones de cultivo tradicional en localidades de Chimaltenango y Sololá*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7138/1/T-02840.pdf>

Villatoro Mérida, J., Castillo Monterroso, F., y Franco Rivera, J. (2011). *Producción de frijol (Phaseolus vulgaris)*. Instituto de Ciencia y Tecnología (ICTA). (pág. 26).

<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Frijol/Produccion%20de%20Frijol%20Phaseolus%20vulgaris%20L%202011.pdf>

Villatoro, J., Franco, J., y Castillo, F. (2022). *Manual para producción de frijol*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). <https://www.icta.gob.gt/publicacionesdefrijol.html>

Vo.Bo.



Lcda. Ana Teresa de González

Bibliotecaria CUNSUROC



## X. ANEXOS

**Tabla 17. Datos transformados de la variable días a floración.**

TRAT	BLOQUE					MEDIA
	I	II	III	IV	V	
T1 (CHORTÍ)	6.0	5.7	5.7	5.5	5.7	5.7
T2 (LIGERO)	5.2	5.5	5.3	5.4	5.4	5.3
T3 (SAYAXCHÉ)	5.9	6.3	6.2	6.4	6.2	6.2
T4 (NATIVO DE VARA)	6.2	6.5	6.6	6.4	6.5	6.4

**Tabla 18. Datos transformados de la variable días a cosecha.**

TRAT	BLOQUE					MEDIA
	I	II	III	IV	V	
T1 (CHORTÍ)	8.7	8.4	8.6	8.5	8.6	8.6
T2 (LIGERO)	7.9	8.0	8.1	7.9	8.0	8.0
T3 (SAYAXCHÉ)	8.9	9.1	9.2	9.3	9.2	9.1
T4 (NATIVO DE VARA)	9.2	9.1	8.9	9.2	9.1	9.1







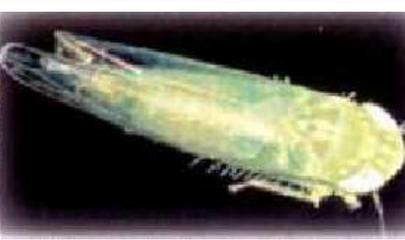
**Tabla 22. Costo de producción y rentabilidad frijol nativo de vara.**

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Renta de la tierra	Ha	1	Q 600.00	Q 600.00
<b>Mano de obra</b>				
Preparación del suelo	Jornal	6	Q 98.22	Q 589.32
Siembra	Jornal	8	Q 98.22	Q 785.76
Control Fitosanitario	Jornal	6	Q 98.22	Q 589.32
Control de malezas	Jornal	6	Q 98.22	Q 589.32
Colocación de tutores	Jornal	8	Q 98.22	Q 785.76
Riego	Jornal	8	Q 98.22	Q 785.76
Cosecha	Jornal	8	Q 98.22	Q 785.76
<b>Insumos</b>				
Semilla frijol de vara	Kg	27.7	Q 15.40	Q 426.58
Insecticida - Nematicida Agrofos	Kg	10	Q 38.00	Q 380.00
Insecticida Monarca	Litro	0.25	Q 350.00	Q 87.50
Adherente 810 SL	Litro	1	Q 20.00	Q 20.00
Fertilizante 18-46-0	Kg	54	Q 7.48	Q 403.92
Fertilizante Urea	Kg	66	Q 5.32	Q 351.12
Fertilizante foliar Bayfolan	Litro	1	Q 78.00	Q 78.00
Postes para frijol de vara (bambú)	Unidad	15	Q 15.00	Q 225.00
Rollo de pita	Unidad	15	Q 78.00	Q 1,170.00
Combustible (para riego)	Galones	15	Q 30.00	Q 450.00
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>				<b>Q 9,103.12</b>
<b>Rendimiento (kg/ha)</b>				<b>304.8</b>
Precio de venta				Q 13.20
Ingreso bruto				Q 4,023.36
Ingreso neto				-Q 5,079.76
<b>Rentabilidad</b>				<b>-55.80%</b>

			
Larva de Gallina Ciega ( <i>Phyllophoga</i> spp.)	Adulto de Gallina Ciega ( <i>Phyllophoga</i> spp.)	Larva de gusano alambre ( <i>Agriotes ipsilum</i> )	Adulto de gusano alambre ( <i>Agriotes ipsilum</i> )

**Figura 15. Principales plagas del suelo del cultivo de frijol.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al. (2011).**

		
Babosa ( <i>Sarasinula plebeia</i> )	Chicharrita ( <i>Empoasca fabae</i> )	Minador de las hojas. ( <i>Liriomyza huidobrensis</i> )
		
Adulto de Tortuguilla ( <i>Diabrotica</i> spp.)	Daño de Tortuguilla ( <i>Diabrotica</i> spp.)	Cortadores o nocheros ( <i>Spodoptera</i> spp.)

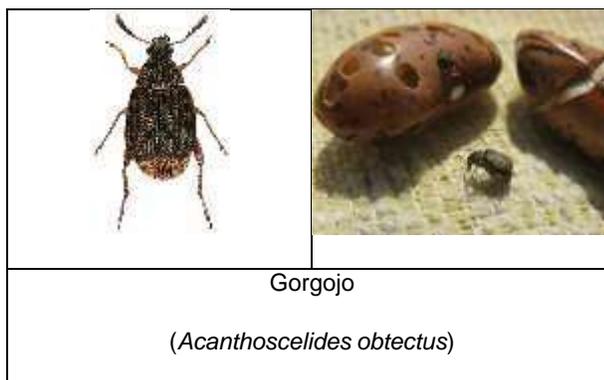
**Figura 16. Principales plagas del follaje del cultivo de frijol.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al. (2011).**



**Figura 17. Principales plagas de la vaina del frijol.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al. (2011).**



**Figura 18. Principales plagas del grano de frijol.**

**Fuente: Villatoro Mérida, J., et al. (2011).**

ORDEN: 30-880 ANALISIS: AS-1  
 CLIENTE: JUDITH ARRIOLA  
 UNIDAD PRODUCTIVA: SAN JOSE  
 LOCALIZACIÓN: SAN LORENZO SUCHITEPEQUEZ  
 CULTIVO: FRUJOL  
 Fecha de Ingreso: 12/11/2022 Fecha de Ejecución: 22/11/2022 11:38:47 a.m. Fecha de Impresión: 22/11/2022 02:53:00 p.m.



Informe de Análisis de Suelos

Identificación de la Muestra		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	%
No.	Niveles Adecuados	Nit	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Boro	Azufre	Acidez Intercamb.	Cobre	Hierro	Manganeso	Cinc	Materia Orgánica
1554	LOTE 1	5.63	30.75	0.19-0.38	5.10	0.82-2.00	1.8	10-100	0.5-1.5	1-10	40-250	10-200	2-25	3-6
		5.95	7.75	0.98	7.15	1.57	0.41	7.47	0.34	3.71	113.06	4.80	1.47	5.49

■ = Bajo  
■ = Adecuado  
■ = Alto

Identificación de la Muestra		cmol(+) / L	Porcentaje de Saturación en la CICe				Equilibrio de Sales			
No.	Niveles Adecuados	Ca	K	Ca	Mg	Al	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
1554	LOTE 1	10.04	9.76	34.40	12.15	0.243	5.25	2.5-11	3.5	10.40
		10.04	9.76	71.22	15.64	3.30	7.30	1.60	4.55	3.90

\*CICe=Capacidad de Intercambio Catiónico efectiva  
 \*Al=Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)

Nomenclatura

Al = Aluminio  
 Mg = Magnesio  
 Ca = Calcio  
 K = Potasio

Observaciones

Azufre, boro, Fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y cinc: solución extractante Mehlich III y determinación por ICP-OES  
 Materia orgánica (M.O.): método de Walkley and Black  
 pH: método de potenciometría, relación 1:2.5 - suelo:agua  
 Solución extractante para acidez intercambiable (AI) con: KCl 1 Normal, metodología por volumetría.  
 Solución extractante para azufre y boro: fosfato ácido de calcio, metodología Espectrofotometría visible

\*Análisis Acreditado Coganor NTG/ISO/IEC 17025:2017 según OGA-LE-087-18

- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
- Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los Criterios de Aceptación establecidos por Analab.
- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe
- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.
- Todo documento fuera del servidor Control\_Documentos(\anagual05) y de la carpeta (Publicados se considera una copia no controlada
- Los niveles adecuados presentados en el informe y marcados en color rojo, negro y azul. No constituyen una interpretación u opinión. Sin información adicional interpretativa. Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad



LAB\_Pr108\_FAS1 Versión 2

Figura 19. Resultados Análisis de suelo.



**Figura 20. Semilla de frijol de las diferentes variedades evaluadas.**



**Figura 21. Trazo y medición de unidad experimental.**



**Figura 22. Siembra del cultivo de frijol.**



**Figura 23. Inicio de floración de ICTA Ligeró.**



**Figura 24. Aplicación de riego para el cultivo.**



**Figura 25. Establecimiento de cultivo.**



**Figura 26. Arrancado de plantas para cosecha.**



**Figura 27. Proceso de secado de vainas.**

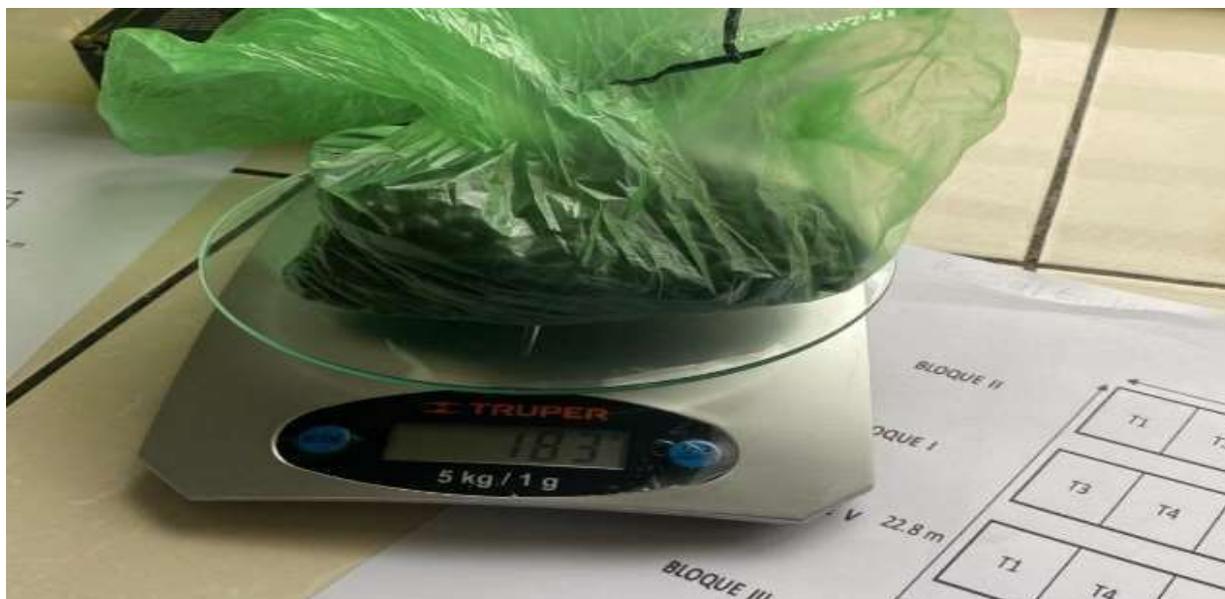


Figura 28. Toma de datos de cosecha.

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales  
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical  
Centro Universitario de Suroccidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

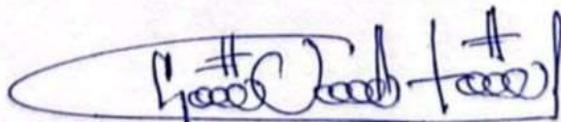
Respetable Dr. Mynor Otzoy:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre bien en las actividades académicas de la carrera de Agronomía y gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el Trabajo de Graduación titulado: **“EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES GENÉTICOS DE Phaseolus vulgaris L. Fabaceae “Frijol” SOBRE EL RENDIMIENTO (kg/ha) EN COMUNIDAD SAN JOSÉ, SAN LORENZO, SUCHITEPÉQUEZ”**. La investigación fue presentada por la estudiante T.P.A. Reyna Judith Arriola Barrios, Carné: 200944402 de la carrera de Agronomía Tropical, y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que la estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo de usted, Atentamente:

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano  
Profesor Asesor y Supervisor  
Carrera Agronomía Tropical

Licenciado Luis Carlos Muñoz López  
Director en funciones  
Centro Universitario del Suroccidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Su despacho

Señor Director en funciones:

Con fundamento en el normativo de Trabajos de Graduación de la carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que la estudiante T.P.A. Reyna Judith Arriola Barrios, quien se identifica con número de carné 200944402, ha concluido su trabajo de graduación titulado: "EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES GENÉTICOS DE *Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae "Frijol" SOBRE EL RENDIMIENTO (kg/ha) EN COMUNIDAD SAN JOSÉ, SAN LORENZO, SUCHITEPÉQUEZ" el cuál fue asesorado, por el Ing. Agr. Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano, profesor que hizo constar tal hecho, con nota que antecede.

Como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical, hago constar que la estudiante T.P.A. Reyna Judith Arriola Barrios, ha cumplido con el normado, razón por lo que se somete a su juicio el documento que se acompaña para que continúe con el trámite correspondiente de graduación.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr.-Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales  
COORDINADOR

Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical  
Centro Universitario de Sur Occidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala



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

**CUNSUROC/USAC-I-032-2024**

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, ocho de abril de dos mil veinticuatro\_\_\_\_\_

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES GENÉTICOS DE *Phaseolus vulgaris* 'L. Fabaceae' "Frijol" SOBRE EL RENDIMIENTO (Kg/Ha) EN COMUNIDAD SAN JOSÉ, SAN LORENZO, SUCHITEPÉQUEZ", de la estudiante: TPA. Reyna Judith Arriola Barrios. Carné: 200944402CUI: 1714 50779 1216 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz López  
Director



/gris