

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EVALUACIÓN DE SEIS VARIEADES DE FRIJOL  
(*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO CONDICIONES DE CULTIVO  
TRADICIONAL EN LOCALIDADES DE CHIMALTENANGO Y  
SOLOLÁ.**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD  
DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**DOUGLAS AROLD O VILLANUEVA ELIAS**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, MAYO DEL 2010**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Faculta de Agronomía**

**Rector**

**Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios**

**Junta Directiva de la Facultad de Agronomía**

<b>Decano</b>	<b>MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez</b>
<b>Vocal I</b>	<b>Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes</b>
<b>Vocal II</b>	<b>Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria</b>
<b>Vocal III</b>	<b>MSc. Oscar René Leiva Rauano</b>
<b>Vocal IV</b>	<b>P. Forestal Axel Esaú Cuma</b>
<b>Vocal V</b>	<b>P. contador Carlos Alberto Monterroso G.</b>
<b>Secretario</b>	<b>MSc. Edwin Enrique Cano Morales</b>

Guatemala, Mayo de 2010

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos Miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

“EVALUACION DE SEIS VARIEDADES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.),  
BAJO CONDICIONES DE CULTIVO TRADICIONAL EN LOCALIDADES DE  
CHIMALTENANGO Y SOLOLÁ.”.

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero  
Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

En espera de su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,

Douglas Villanueva

F) \_\_\_\_\_  
Douglas Aroldo Villanueva Elias.

## ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: "Señor Todopoderoso" sin la voluntad de Él, nada se puede hacer, a Él sea la gloria y el poder.

Mí Padre: con cariño.

Mi Madrecita: Sin sus esfuerzos hubiera sido imposible brindarle este logro, a ella con mucho cariño y respeto.

Mi hija: Fuente de mi inspiración y motivación.

Mis Hermanos: José Alberto y María del Pilar, por sus consejos y su apoyo de siempre.

Mis Tías: Lic. Blanca de Cifuentes y Rosario Soto, dos ángeles que siempre estuvieron, en todo momento.

Mí familia en general: Tíos, Sobrinos. Primos, cuñados. En especial a Samuel, I. del pilar, Marian, José Francisco, Patric y David, Ana Ester, A. Beatriz, a mi tío el Dr. Otto Cifuentes, Miguel Ángel y su esposa a mis primos Júnior y Anita, a Evelyn y Giovanni, Miguelito, Luis y Angelita.

Mis amigos de FAUSAC: Fernando de León, Selvin Maldonado, Jacobo Bolvito, Rubén Zaldaña, Vinicio del Aguila, Aldo López, Guillermo Ramos Q., Cesar Villatoro, Walter Martínez, Oscar Monterroso, Julio Vásquez, Elmer Navarro, Rodolfo López Pivaral, Evelyn Rodas.

Amigos de Siempre: Felipe Gómez, Eliseo Guarcas, Lidamar Cardona, María C. Damian, a Walter e Iván Estrada a Oscar López, a todos los de la Sexta promoción de la Escuela de Formación Agrícola de San Marco y a muchos otros que por ahora se me olvidan pero que de alguna manera influyeron para que esto pudiera lograrse, gracias por estar siempre ahí.

Catedráticos: En especial a Mynor Huertas y Cesar Castillo, Everardo Juarez, a Camilo García Turnil.

## TESIS QUE DEDICO

A:

Dios soberano y omnipotente

Mi patria Guatemala

Malacatán, departamento de San Marcos.

Escuela nacional para varones “15 de Septiembre” de Malacatán, departamento de san Marcos.

Escuela de Formación Agrícola de San Marcos (EFA), Aquel valle, donde todo comenzó, donde empecé a saber que era agricultura.

Instituto nacional técnico “Dr. Werner Ovalle López, de Quetzaltenango.

Facultad de agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **AMPLIOS AGRADECIMIENTOS A:**

**Ing. Agr. Juan José Castillo y Dr. Marco T. Aceituno, por toda su colaboración y asesoría, al presente trabajo de tesis.**

**Sra. Esperanza Hernández, por su apoyo y colaboración para la realización de este trabajo en la selección de comunidades donde se instaló el experimento.**

**Ing. Oscar Medinilla, por su apoyo y comprensión, orientación, en este trabajo.**

**Agricultores de la Comuidad Agraria Arizona en Génova, Costa Cuca, Quetzaltenango en especial a don Abel López. A don Genaro Pérez (QPD), Martín Cutuj y Anacleto Paraval por su sabiduría y orientación.**

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
INDICE GENERAL	i
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Marco Conceptual.....	4
3.1.1 Importancia del frijol <i>P. vulgaris</i> L. en Centroamérica y el Caribe.....	4
3.1.2 Factores que Intervienen en la Producción de frijol.....	7
3.1.3 El clima como factor fundamental para la producción de cultivos.....	7
3.1.3.1 Otros factores que inciden en el rendimiento del frijol.....	8
3.1.4 Situación del frijol centroamericano respecto al CAFTA.....	8
3.1.5 Historia, Biología y ecología de la planta del frijol.....	9
3.1.5.1 Historia.....	9
3.1.5.2 Descripción Botánica.....	10
3.1.6 Ecología de la planta del frijol.....	14
a. Preparación del Terreno.....	14
b. Suelos.....	14
c. Temperatura.....	14
d. Precipitación.....	14
3.1.7 Clasificación Taxonómica.....	15
3.1.8 Aspectos Agronómicos.....	15
3.1.8.1 Fertilización.....	15
3.1.8.2 Plagas y Enfermedades.....	15
3.1.8.3 Control de Malezas.....	16
3.1.9 Usos.....	16
3.1.10 Descripción de las etapas del desarrollo.....	17
3.1.10.1 Etapas de la fase vegetativa.....	17
3.1.10.2 Etapa VO: Germinación.....	17
3.1.10.3 Etapa VI: emergencia.....	18

3.1.10.4	Etapa V2: hojas primarias.....	19
3.1.10.5	V3: primera hoja trifoliada.....	20
3.1.10.6	V4: tercera hola trifoliada.....	20
3.1.10.7	Etapas de la fase reproductiva.....	21
3.1.10.8	Etapa R5: prefloración.....	22
3.1.10.9	Etapa R6: floración.....	23
3.1.10.10	Etapa R7: Formación de las vainas.....	24
3.1.10.11	Etapa R8: Llenado de las vainas.....	25
3.1.10.12	Etapa R9: maduración.....	26
3.1.11	Tipos de siembra En Guatemala.....	27
3.1.11.1	Sistemas de Siembra en Monocultivo.....	27
3.1.11.2	Sistemas de Siembra en Asocio o Siembra Compuesta.....	27
3.2	Marco Referencial.....	28
3.2.1	Descripción General de las Áreas Experimentales.....	28
3.2.2	Localidad 1, Finca Florida Pochuta, Chimaltenango.....	28
3.2.2.1	Aspectos Generales del Lugar.....	28
3.2.2.2	Ubicación y descripción del sitio experimental:.....	28
3.2.2.3	Zona de Vida:.....	29
3.2.2.4	Suelos:.....	29
3.2.2.5	Topografía y Geología:.....	29
3.2.2.6	Antecedentes del Área Experimental:.....	30
3.2.2.7	Manejo de la Plantación:.....	30
3.2.3	Localidad 2 Cantón Caliaj, San Andrés Semetabaj, Departamento de Sololá.....	32
3.2.3.1	Aspectos Generales del lugar.....	32
3.2.3.2	Ubicación y descripción del sitio experimental.....	32
3.2.3.3	Zona de Vida.....	32
3.2.3.4	Suelos.....	33
3.2.3.5	Topografía y Geología.....	33
3.2.3.6	Antecedentes del Área Experimental.....	33
3.2.4.	Localidad 3, Cantón San Martín, Municipio de San Lucas Toliman, Sololá.....	35
3.2.4.1	Aspectos Generales del Lugar.....	35
3.2.4.2	Ubicación y descripción del sitio experimental.....	35
3.2.4.3	Zona de Vida.....	36
3.2.4.4	Suelos.....	36
3.2.4.5	Antecedentes del Área Experimental.....	36

3.2.5	Características de los Materiales Experimentales.....	38
3.2.5.1	Variedad ICTA Ligero.....	38
3.2.5.2	Variedad ICTA Hunapú.....	38
3.2.5.3	Variedad ICTA Altense.....	39
3.2.5.4	ICTA Ostúa.....	39
3.2.5.5	Variedad ICTA Texel.....	40
3.2.5.6	Variedad ICTA Santa Gertrudis.....	40
4.	OBJETIVOS.....	42
4.1	General:.....	42
4.2	Específicos:.....	42
5.	HIPÓTESIS.....	43
6.	METODOLOGÍA.....	44
6.1	Lugar.....	44
6.2	Factores a Evaluar.....	44
6.3.	Descripción de los Tratamientos.....	44
6.4	Diseño Experimental.....	45
6.5	Modelos Estadísticos.....	45
6.5.1	Modelo Estadístico para Bloques al azar Simple.....	45
6.5.2	Modelo estadístico para la serie de experimentos repetidos en el espacio.....	46
6.6.	Manejo del Experimento .....	48
6.6.1	Preparación del terreno.....	48
6.6.2	Trazado del experimento:.....	48
6.6.3	Siembra.....	48
6.6.4	Fertilización.....	48
6.6.5	Control de malezas.....	48
6.6.6	Control de plagas y enfermedades.....	49
6.6.7	Cosecha.....	49
6.7	Variables de Respuesta.....	49
6.7.1	Rendimiento experimental de grano en Kg./ha.....	49
6.7.2	Comportamiento de la Interacción de las 6 variedades de Frijol, en las tres Localidades Estudiadas.....	49
6.7.3	Estudio y caracterización de las etapas del desarrollo de las seis variedades de Frijol <i>P. vulgaris</i> L.....	50
A	Fecha de siembra.....	50
B	Fecha de germinación.....	50

C	Días a la emergencia.....	50
D	Días a las hojas primarias.....	50
E	Días a la primera hoja trifoliada .....	51
F	Días a la tercera hoja trifoliada .....	51
G	Días a la prefloración.....	51
H	Días a la floración.....	52
I	Días a la formación de vainas.....	52
J	Días al llenado de vainas .....	52
K	Días a la maduración.....	53
6.7.4	Análisis De los Datos.....	53
6.7.4.1	Análisis Rendimiento experimental en Kg./ha.....	53
6.7.4.2	Análisis del Comportamiento de la Interacción de las 6 variedades de frijol, en las tres localidades estudiadas.....	53
6.7.4.3	Análisis del Estudio de las Diferentes Etapas Fonológicas de las Seis Variedades...	54
6.7.4.4	información de los Métodos Locales, Tradicionales de Siembra.....	54
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
7.1	Rendimiento experimental de grano en Kg. /ha.....	55
7.2	Comportamiento de la Interacción de las 6 variedades de frijol, en las Tres localidades estudiadas.....	63
7.2.1	Comportamiento de las Variedades en las tres localidades.....	66
7.2.2	Comparación del comportamiento de las variedades para el factor Localidad.....	68
7.2.2.1	Localidad de San Lucas Tolimán.....	69
7.2.2.2	Localidad de San Andrés Semetabaj, Sololá.....	69
7.2.2.3	Localidad de Pochuta, Chimaltenango.....	69
7.3.	Estudio de las Diferentes Etapas Fonológicas de las seis Variedades.....	69
7.4.	Recopilación de Información sobre el manejo Tradicional del Cultivo.....	82
8.	CONCLUSIONES.....	85
9.	RECOMENDACIONES.....	87
10.	BIBLIOGRAFIA.....	88
11.	APENDICE.....	91

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Contenido Nutricional por cada 100 gramos de materia seca.....	4
Cuadro 2. Rendimiento de frijol / área, en Centro América y los estados Unidos. Años agrícolas 1990/91 - 2000/2001 (toneladas métricas por hectárea).....	6
Cuadro 3. Producción, área sembrada y rendimiento en grano de frijol. Año 2002.....	6
Cuadro 4. Principales Plagas que atacan al cultivo del frijol.....	15
Cuadro 5. Descripción de los tratamientos (Variedades) a evaluar en cada localidad.....	44
Cuadro 6. Rendimiento en Grano de Frijol en Kg/ ha de los tratamientos en Comunidad: Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.....	55
Cuadro 7. Rendimiento en Grano de Frijol en Kg/ ha de los tratamientos en Comunidad: Calfaj, San Andrés Semetabaj, Sololá. ....	56
Cuadro 8. Rendimiento en Grano de Frijol en Kg/ ha de los tratamientos en Comunidad: San Martín San Lucas Tolimán, Sololá.....	56
Cuadro 9. Análisis de Varianza para el rendimiento en grano de Frijol color Negro, Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.....	57
Cuadro 10. Prueba de Duncan para el rendimiento en grano de Frijol color Negro, Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.....	58
Cuadro 11. Análisis de Varianza para el rendimiento en grano de Frijol color Negro, Comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.....	59
Cuadro 12. Prueba de Duncan para el rendimiento en grano de Frijol color Negro, Comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.....	60
Cuadro 13. Análisis de Varianza para el rendimiento en grano de Frijol color Negro, Comunidad San Martín San Lucas Tolimán, Sololá.....	61
Cuadro 14. Prueba de Duncan para el rendimiento en grano de Frijol color Negro, Comunidad San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.....	62
Cuadro 15. Rendimiento experimental de frijol en Kg./ha.....	64
Cuadro 16. Análisis de Varianza para el rendimiento en grano KG/ha de Frijol color Negro.....	64
Cuadro 17. Prueba de Duncan para el factor variedad y la variable rendimiento experimental de frijol en Kg./ha.....	65
Cuadro 18. Prueba de Duncan para el factor localidad y la variable rendimiento de frijol en Kg./ha.....	68
Cuadro 19. Comportamiento en Días de 6 variedades de frijol, comunidad: Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango, .....	72
Cuadro 20. Comportamiento en Días de 6 variedades de frijol, comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá. ....	75
Cuadro 21. Comportamiento en Días de 6 variedades de frijol, comunidad San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.....	78
Cuadro 22. Tiempos promedios estimados a Cosecha de 6 variedades de Frijol, de 3 Localidades diferentes, Pochuta, Chimaltenango, San Lucas Tolimán y San Andrés Semetabaj, Sololá. ....	80
Cuadro 23. Descripción de los Métodos Locales de Siembra del Cultivo del Frijol, Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.....	82
Cuadro 24. Descripción de los Métodos Locales de Siembra del Cultivo del Frijol, Cantón Caliaj, San Andrés, Semetabaj, Sololá.....	83
Cuadro 25. Descripción de los Métodos Locales de Siembra del Cultivo del Frijol, Cantón San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.....	84

INDICE DE FIGURAS		Pág.
Figura 1.	Planta de frijol con diferentes tipos de crecimiento.....	11
Figura 2.	Planta de frijol utilizando un soporte (trepadora) .....	11
Figura 3.	Planta de frijol exponiendo sus hojas primarias (A) y hoja trifoliada (B).....	12
Figura 4.	Planta de frijol exponiendo su inflorescencia (A) y desarrollo de la inflorescencia floral (B).....	13
Figura 5	Semilla de frijol exhibiendo sus partes externas (A) e internas (B) de la semilla.....	13
Figura 6	Etapa VO: Germinación.....	18
Figura 7	Cotiledones de la planta a nivel del suelo; Iniciación de la Etapa VI.....	18
Figura 8	Iniciación de la Etapa V2; las hojas primarias están desplegada.....	19
Figura 9	Iniciación de la Etapa V3; La primera hoja trifoliada está desplegada.....	20
Figura 10	Iniciación de la Etapa V4; la tercera hoja trifoliada está desplegada.....	21
Figura 11	Iniciación de la Etapa R5 al aparecer los primeros botones florales en una variedad determinada y los primeros racimos en una variedad de hábito de crecimiento indeterminado.....	23
Figura 12	Iniciación de la Etapa R6; apertura de la primera flor. Se observa también un botón con abultamientos; Es decir, próximo a abrir.....	24
Figura 13	Iniciación de la Etapa R7. La corola de la flor cuelga de la vaina o recién se ha desprendido.....	25
Figura 14	Etapa R8: ocurre el proceso de llenado de la vaina.....	26
Figura 15	Iniciación de la Etapa R9; cambio de color de las vainas.....	26
Figura 16.	Etapas de desarrollo de una planta de frijol.....	27
Figura 17	Ubicación del área de Estudio, Finca Florida, Pochuta, Departamento de Chimaltenango.....	31
Figura 18	Ubicación del área de Estudio, Cantón Caliaj, San Andrés Semetabaj, Departamento de Sololá.....	34
Figura 19	Ubicación del área de Estudio, Cantón Caliaj, San Andrés Semetabaj, Departamento de Sololá.....	37
Figura 20	Diseño de la Parcela Experimental.....	47
Figura 21.	Rendimiento Promedio de Seis variedades de frijol, en grano, en Kg./ha. Comunidad "Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.....	59
Figura 22	Rendimiento Promedio de Seis variedades de frijol, en grano, en Kg./ha. Comunidad "Caliaj, Pochuta, Chimaltenango.....	61
Figura 23.	Rendimiento Promedio de Seis variedades de frijol, en grano, en Kg./ha. Comunidad "San Martín San Lucas Tolimán, Sololá.....	63
Figura 24.	Comportamiento del Rendimiento Promedio de Seis variedades de frijol, en grano, en Kg./ha. De tres localidades estudiadas.....	66
Figura 25.	Rendimiento Experimental de frijol en Kg./ha. En las tres localidades.....	68
Figura 26.	Comportamiento fonológico de las 6 variedades de Fríjol, Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.....	73
Figura 27.	Comportamiento Días a Cosecha Utilizado por las 6 variedades de Fríjol, Fca. Florida, Pochuta, Chimaltenango.....	73
Figura 28.	Comportamiento fenológico de las 6 variedades de Fríjol, comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá. ....	76
Figura 29.	Comportamiento Días a Cosecha Utilizado por las 6 variedades de Fríjol, comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.....	76
Figura 30.	Comportamiento fenológico de las 6 variedades de Fríjol, comunidad San Martín, San Lucas Toliman, Sololá.....	79
Figura 31.	Comportamiento Días a Cosecha Utilizado por las 6 variedades de Fríjol P. vulgaris, Comunidad San Martín, San Lucas Toliman, Sololá.....	79
Figura 32.	Comparación de 3 localidades y los días utilizados para completar su Ciclo Productivo de seis Variedades de Fríjol.....	81

Figura 33 A. Croquis que Muestra el arreglo espacial de la Siembra de Fríjol en comunidad, Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.....	92
Figura 34 A. Croquis que Muestra el arreglo espacial (distanciamientos) de la Siembra de Fríjol en comunidad, Cantón San Martín San Andrés Semetabaj, Sololá.....	93
Figura 35 A. Croquis que Muestra el arreglo espacial de la Siembra de Fríjol en comunidad, Cantón San Martín, San Lucas Toliman, Sololá.....	94

## **EVALUACION DE SEIS VARIEDADES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO CONDICIONES DE CULTIVO TRADICIONAL EN LOCALIDADES DE CHIMALTENANGO Y SOLOLÁ.**

**Evaluation of six common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties, under conditions traditional crop in Chimaltenango and Sololá.**

### **RESUMEN**

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) unos de los alimentos de mayor consumo por los pobladores de Centro America y el Caribe, en lo referente a la producción de este grano los rendimientos promedio para Guatemala son de 0.8 toneladas metricas por hectarea, utilizando tiempos desde la siembra hasta la cosecha que oscilan entre los 60 y 90 días, con la finalidad de conocer el comportamiento de seis variedades, se evaluaron ICTA Altense, Santa Gertrudis, ICTA Ostúa, ICTA Hunapú, ICTA Ligeroy y Texel con las condiciones y bajo manejo tradicional de los agricultores de las localidades de Finca Florida, en el municipio de Pochuta, Chimaltenango; Cantón Caliaj, en el municipio de San Andrés Semetabaj y Cantón San Martín en el municipio de San Lucas Toliman, ambos del departamento de sololá.

Lo que se pretendía era determinar el comportamiento agronómico de las variedades en las distintas localidades en función de la adaptación, el manejo local y su influencia en el rendimiento, así como la interacción entre las variedades y las localidades en las que se desarrolló el cultivo.

La unidad experimental empleada fue una parcela de 3.0 m de ancho por 9.0 m de largo (27 m<sup>2</sup>), la distancia de siembra y el arreglo espacial varió en donde se llevo a determinar que en dos de las tres localidades en estudio, se utilizan alrededor de 60 plantas por metro<sup>2</sup> y en la restante 144 plantas por metro<sup>2</sup>. En lo que se refiere al rendimiento de grano expresado en Kg./ha, se concluyó que aunque existieron diferencias estadísticas significativas entre las 6 variedades evaluadas siendo las variedades ICTA Texel con 1042.38 Kg./ha, ICTA Hunapú con 960.56 Kg./ha las que lograron los mayores rendimientos y la que menor produjo fue ICTA Ligeroy, con un promedio de 555.84 kg./ha.

En el caso de las respuesta del rendimiento por localidad, se determinó que en la Comunidad de San Martín San Lucas Toliman, Sololá fue en donde se obtuvo los mejores resultados con 864.80 kg./ha, seguido de San Andrés, Semetabaj con 846.07 kg. /ha y por último la localidad de Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango con 696.37 kg./ha.

En lo que se refiere a los días promedios que cada variedad obtuvo para llegar a estar disponible para la cosecha se tiene que en la comunidad de San Martín, San Lucas Toliman, Sololá fue donde menor tiempo promedio, tuvieron las 6 variedades de frijol para desarrollar su ciclo de cultivo, teniendo un tiempo de 90.54 días, seguido de Pochuta Chimaltenango con 95.41 días y Finalmente San Andrés Semetabaj en donde en promedio las 6 variedades utilizaron 100.96 días en promedio para completar las etapas desde la siembra hasta la cosecha.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Las legumbres dentro de las que se encuentra el frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), son parte principal de la dieta de los pobladores de la región de Centroamérica, en Guatemala no es la excepción y se tiene estimado que para el año 2,002, fueron producidas cerca de 100,000 Toneladas métricas<sup>1</sup> de este grano (20).

En Guatemala, el frijol, es sembrado en todas las regiones fisiográficas de la república entre 50 y 2,300 metros sobre el nivel del mar, sin embargo a pesar que se cuenta con entidades como el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) que se han dedicado al mejoramiento, reproducción y certificación de semilla de frijol para la venta, continúa el uso generalizado de semillas nativas o ecotipos, que los productores de cada región han adaptado a sus suelos y condiciones climáticas, dejando a un lado los materiales genéticamente mejorados, probablemente por no tener conocimiento de ellos o por falta de confianza en su comportamiento agronómico.

Es así como en la presente investigación se evaluaron seis variedades mejoradas de frijol como lo son: ICTA Ostúa, ICTA Ligerero, ICTA Santa Gertrudis, ICTA Altense, ICTA Texel e ICTA Hunapú, en tres localidades como lo son Finca Florida, Pochuta, en el departamento Chimaltenango, Comunidad Caliaj, en el municipio de San Andrés semetabaj y comunidad San Martín, en San Lucas Toliman, ambas del departamento de Sololá.

En cada una de estas localidades se estableció un experimento en bloques al azar con 6 tratamientos y cuatro repeticiones siendo cada uno de los tratamientos a evaluar una variedad de frijol, el estudio se desarrolló con la finalidad de evaluar, el rendimiento en grano de frijol en Kg./ha, el comportamiento fenológico y las formas tradicionales de siembra, utilizados por los agricultores de las tres localidades donde se realizó el estudio.

Las variedades de frijol en estudio presentaron rendimientos que van entre 481.65 kg./ha y 1,256.41 kg./ha, y los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha, mantuvieron un rango que va entre los 79 y 110 días. También se conocieron las formas tradicionales, las labores culturales más sobresalientes que utilizan los agricultores de la zona.

Este trabajo formó parte del programa de investigación del Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA- de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala –

---

<sup>1</sup> 1 tonelada métrica = 1000 Kilogramos

USAC-, La Universidad Real de Ciencias Veterinarias y Agricultura De Dinamarca –KVL- y, los patrocinadores / fundadores del “The challenge programme, HarverstPlus, and the DANIDA”.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El frijol *P. vulgaris* L. es uno de los principales granos básicos que se producen en Guatemala, teniendo para el año 2,002, un área cultivada de 128,800 Has; con una producción de 94,680 Toneladas métricas y un rendimiento promedio nacional de 723.32 Kg./ha, (20).

En el mundo entero, condiciones cambiantes del clima, la superpoblación, la disminución de las áreas para la producción agrícola, y la disponibilidad de insumos productivos, han hecho que los rendimientos de los cultivos se vean afectados. En el caso particular del cultivo del frijol en Guatemala, se ha reducido el rendimiento promedio por área de 0.8 a 0.7 toneladas métricas por hectárea por lo que es necesaria la investigación, acerca de las causas de este factor en este grano, posiblemente las tecnologías tanto de cultivo como del manejo Post-cosecha no han sido mejoradas o no han sido atendidas adecuadamente por los productores unido a esto generalmente en Guatemala esta actividad de siembra de frijol esta desarrollada en zonas marginales y con productores de escasos recursos (20).

En Países como Guatemala, se hace evidente la falta de una alimentación y nutrición adecuada de la población. Los esfuerzos prioritarios de los guatemaltecos deben de ir encaminados a lograr un mejor nivel tecnológico, que aplicado a la agricultura, permita obtener mayores rendimientos con la utilización de recursos disponibles.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), una organización gubernamental, cuenta con semillas mejoradas, dentro de las cuales los productores de escasos recursos económicos, podrían tener acceso, pero las respuestas de estas variedades en cuanto a rendimiento y características fenológicas, cuando se cultivan bajo condiciones de tecnología tradicional, muchas veces resulta que el comportamiento no es el esperado.

Uno de los principales inconvenientes del cultivo del frijol, es el manejo de los paquetes tecnológicos y condiciones de manejo, que requieren las variedades mejoradas, las que en su mayoría los agricultores no pueden cumplir, muchas veces por no tener la disponibilidad de recursos.

Se espera que con la presente investigación, se pueda poner a disposición del agricultor la información necesaria, del comportamiento de seis variedades mejoradas de frijol, cuando se cultiva bajo condiciones de tecnología tradicional y así contribuir a mejorar los rendimientos en el mencionado cultivo.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Marco Conceptual

##### 3.1.1 Importancia del frijol en Centroamérica y el Caribe:

Beaver, J. (2) menciona que “El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es la fuente principal de proteína para las familias de bajos ingresos en Centro América y el Caribe”. (2)

Esto puede corroborarse con los datos del contenido de este grano que menciona el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP):

**Cuadro 1.** Contenido Nutricional por cada 100 gramos de materia seca.

Energía	337 Kilo-calorías
Proteína	22 gramos
Grasa	1.6 gramos
Carbohidratos	60.8 gramos
Ceniza	3.6 gramos
Calcio	8.6 miligramos
Fósforo	247 miligramos
Hierro	7.6 miligramos
Tiamina	0.5 miligramos
Riboflavina	0.19 miligramos
Niacina	2.1 miligramos
Vitamina C	3 miligramos
Retinol equival,	2 microgramos

Fuente: INCAP. (1968).

De acuerdo con lo que menciona Cárdenas Q. H. et. al. (2,000), (5) a decir verdad el frijol, “constituye la leguminosa que ha sido objeto de más estudio en América Latina, por ser la fuente principal de proteína, así como por formar parte importante de los hábitos alimentarios de los pobladores, la importancia que esta leguminosa tiene, es el costo de la proteína que contiene, ya que es bajo en comparación con la proteína de origen animal (5).

El atributo nutricional más importante de las leguminosas es su efecto suplementario sobre las dietas compuestas por cereales, que generalmente son utilizadas en Centro América y el Caribe, dietas compuestas por frijol-arroz, frijol-trigo, frijol-maíz, pero dicho efecto está limitado por la deficiencia de aminoácidos azufrados y por los llamados factores anti-nutricionales (5).

En la región Centroamericana, dos son los países que se destacan por figurar entre los 30 países más productores de dicho grano en el mundo, estando Nicaragua en la posición número 20 y Guatemala ocupando la posición número 29, sin embargo es de mencionar que Guatemala produce y consume frijoles de color negro principalmente y nicaragua frijoles de color rojo y grano pequeño (20).

En Centroamérica se siembran más de 500,000 hectáreas, por año del cultivo del frijol y en el caribe se siembran alrededor de 136,000 ha de este grano, siendo los países más productores Cuba, Republica Dominicana, y Haití para el área del caribe. Los frijoles rojos pequeños y negros son los tipos de grano producidos en Centro América; mientras que los negros y rojos moteados son los tipos de grano de mayor preferencia en el Caribe (2).

En el cuadro 2 podemos observar el rendimiento de frijol en grano de los países centroamericanos, además se visualiza cómo se ha venido reduciendo la producción por área, para el caso de Guatemala, también en este mismo cuadro se aprecia la producción de los Estados Unidos de Norteamérica, que es una producción de frijol totalmente con alto uso de tecnología y en contra posición, el sistema de siembra utilizado en Centroamérica, con lo que puede corroborarse que la producción de Guatemala es superada hasta en un 150 %, por la del país del norte (1).

**Cuadro 2.** Rendimiento de frijol / área, en Centro América y los Estados Unidos. Años agrícolas 1,990/91 - 2,000/2,001 (toneladas métricas por hectárea).

Año Agrícola.	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	Estados Unidos
91/92	0.8	0.7	0.6	0.6	0.4	1.7
92/93	0.8	0.5	0.6	0.6	0.3	1.5
93/94	0.8	0.7	0.7	0.6	0.4	1.7
94/95	0.7	0.6	0.7	0.6	0.4	1.8
95/96	0.7	0.7	0.6	0.7	0.4	1.8
96/97	0.7	0.6	0.6	0.3	0.4	1.8
97/98	0.7	0.7	0.6	0.4	0.4	1.9
98/99	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	1.8
99/2000	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4	2.0

Fuente: OPE/MAG, en base a datos de FAO, Secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA) y el departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA.)

**Cuadro 3.** Producción, área sembrada y rendimiento en grano de frijol. Año 2,002

País	Área Sembrada (Hectáreas)	Producción (Tm)	Rendimiento (Tm/Ha)
Guatemala	85,179	94,656	0.73
El Salvador	128,880	74,083	0.87
Honduras	76,387	59229	0.78
Nicaragua	218,205	143090	0.66
Costa Rica	35,000	17000	0.49
Estados Unidos	698,852	1,359,598	1.95

Fuente: Informe Sobre CAFTA, FRIJOL. Consultado el 17 de marzo del 2005. Disponible en [www.agronegocios.gob.sv/tlc/news/docs/frijol.pdf](http://www.agronegocios.gob.sv/tlc/news/docs/frijol.pdf).

En el cuadro 3, se observa la producción de frijol en los países de Centroamérica para el año 2002, sin embargo se debe aclarar que en los países como Nicaragua, Honduras y el Salvador se consumen frijoles rojos de grano pequeño, mientras que Guatemala y Costa Rica son productores y consumidores mayoritariamente de frijoles de color negro, además se presenta el área por país, con su rendimiento aproximado (20).

### **3.1.2 Factores que Intervienen en la Producción de frijol:**

Definitivamente la producción de cualquier cultivo se verá afectada por dos tipos de factores, los Bióticos y los Abióticos. Los factores bióticos son aquellos en los que el hombre puede tener influencia de alguna manera, por ejemplo, la semilla (variedades ó cultivares), plagas (insectos, malezas, roedores, aves, microorganismos benéficos y perjudiciales), mientras que en los factores abióticos el hombre no puede modificarlos a menos que sea un ambiente controlado (invernadero), por ejemplo, la temperatura, la humedad relativa, la precipitación pluvial, las heladas, también pueden estar; tipo y profundidad de suelo, disponibilidad de nutrientes esenciales, viento, fuego, salinidad, luz, longitud del día, terreno y pH (la medida de acidez o alcalinidad de suelos y aguas) (22).

En un artículo de la revista ARS Medica, Holy Moreno T. (24), señala que hay dos tipos de factores que intervienen en la expresión total de un organismo, estos son los llamados factores intrínsecos y extrínsecos, los primeros son aquellos que tienen que ver directamente con la genética del organismo y los extrínsecos es el ambiente, este último puede determinar historias de vida muy diferentes en los individuos de una misma población y son los responsables hasta en 65% de la variabilidad entre individuos. Un ejemplo que cita esta investigadora es la diferencia de 10 veces en la longevidad de vida entre la abeja reina y las abejas obreras. Las abejas obreras tienen un rápido envejecimiento y viven aproximadamente 2 meses, mientras que la reina que tiene el mismo genotipo envejece mucho más lentamente y puede lograr vivir hasta 6 años produciendo huevos. Esta gran diferencia se debe a la exposición de larvas al tipo de alimentación (nutrimentos) y hormonas juveniles (Finch, 1997) (24).

### **3.1.3 El clima como factor fundamental para la producción de cultivos:**

Dirks y Bolton (1981) y Wilson (1,995) citados por Escalante J. A. (1,998) (9), señalan que el crecimiento de un cultivo es afectado por un grupo complejo de factores ambientales, los de mayor impacto son la precipitación pluvial, la radiación solar y la temperatura estacional. La relación entre el crecimiento y el rendimiento de un cultivo, estará en función del clima en el que se desarrolle el cultivo, considera también que el agua es el factor más importante de los tres. Estudios en maíz demostraron que la temperatura expresada en grados de calor por día, tiene incidencia en la producción del rendimiento y se ha tomado como base para la clasificación del desarrollo y madurez de los cultivos. La radiación solar acumulada en las etapas de desarrollo del cultivo también es determinante para la producción de biomasa en Girasol (9).

Escalante, J. A. (1,998) (9) Indica que en una región de clima cálido la producción de biomasa y rendimiento de frijol (variedad Michoacán 12-A-3') varía en función de la fecha y época de siembra, también él demostró que la producción de biomasa y rendimiento en frijol es diferente entre las siembras invernales y las de verano, siendo superiores en volumen de peso las invernales, esto debido a que la evapotranspiración y la radiación solar son más bajas en el invierno (9).

Galvan, T. M. (2,000) (11) Realizo un estudio en México de déficit hídrico en planta, acumulación de biomasa y área foliar en tres etapas vegetativas en frijol, en donde llegó a determinar que, el déficit hídrico, redujo el peso seco de las partes de la planta en forma diferencial, particularmente en las etapas vegetativas de tercera y primera hoja compuesta; así mismo redujo el área foliar. La variedad de frijol Bayo Madero presentó mayor reducción del área foliar, del peso seco del tallo principal y del vástago, comparado con Pinto Villa. El número de días para llegar al inicio de la condición de marchites permanente en la hoja de referencia se incrementó al progresar la etapa. El déficit hídrico disminuyó la relación peso seco hoja/tallo en las dos variedades (11).

### **3.1.3.1 Otros factores que inciden en el rendimiento del frijol:**

La diversidad de formas de siembra, las diferentes variedades y/o ecotipos de semillas, las enfermedades y plagas inséctiles presentes en la región y en las últimas épocas la sequía, esta última es uno de los factores abióticos que más limita la producción de frijol en Centro América y el Caribe. (3)

Bravo F., P. cita a Comerma y Paredes, (1978); Malavolta, (1,979) (3), donde se menciona que la producción agrícola en el trópico, confronta serios problemas que limitan en alto grado su gran potencialidad, colocando sus rendimientos en niveles muy inferiores a los de áreas de climas templados. Entre las limitantes tropicales cabe mencionar la erraticidad de las precipitaciones y otros factores climáticos, la pobreza relativa de los suelos y la poca capacidad presupuestaria de los productores que se dedican a la siembra de este cultivo, en donde se utilizan escasos, o en la mayoría de los casos, nulos insumos y por último la gran incidencia de plagas y enfermedades (Gherzi, 1,984) (3).

### 3.1.4 Situación del frijol centroamericano respecto al CAFTA.

El tratado de libre comercio entre Centroamérica y los Estados Unidos de Norteamérica, obliga a comentar al respecto de este grano leguminoso como lo es el frijol, ya que es un cultivo que es de los más importantes para los pobladores de Centroamérica y en los Estados Unidos, no será de los cultivos que ocupa los primeros lugares en producción si se compara con el trigo (*Sesamum indicum* L.), maíz (*Zea mays* L.) y arroz (*Oriza sativa* L.), pero sin embargo en algunos estados de dicho país del norte se ha llegado a convertir en una alternativa respecto de los cultivos tradicionales. También es de mencionar que la producción de frijoles en los Estados Unidos, está enfocada hacia los frijoles pintos, la cual concentra el 40% de la producción nacional, los frijoles blancos con cerca del 20% mientras que los frijoles rojos y negros representan el 9% y 7% respectivamente (20).

En el año 2,002, Estados Unidos ocupó el sexto lugar a nivel mundial produciendo frijoles, con la disponibilidad de frijol rojo y negro de tamaño pequeño, también se ha llegado a convertir en el principal abastecedor de frijoles negros y rojos para Centroamérica. En contra parte en los países centroamericanos la producción de frijol, está en manos de pequeños productores, los cuales utilizan agricultura de subsistencia, los mismos se caracterizan por contar con pocos recursos y bajos niveles de tecnología, poca o ninguna organización y desconocimiento del mercado nacional e internacional (20).

El pasado mayo 2,002, el presidente de los Estados Unidos, George W. Bush, firmó la ley de seguridad agrícola o conocida como Farm Bill, la cual otorga subsidios a ese sector por la suma de \$190 mil millones aproximadamente, por lo cual fue aplaudido por cientos de sus agricultores, el monto equivale a 20 veces las exportaciones de toda Centroamérica en el 2001 y elevó en 80% el costo de los programas actuales de subsidios en ese país. Algo positivo es que los países centroamericanos, son netamente agrícolas, que por tradición, tienen la costumbre de la siembra de maíz y de frijoles. Los gustos y preferencias domésticas están fuertemente arraigados aún cuando exista la posibilidad de importar dichos productos de los Estados Unidos, existirá la posibilidad de un espacio grande para vender frijoles a los centroamericanos que viven en los Estados Unidos (23).

### 3.1.5 Historia, Biología y ecología de la planta del frijol.

#### 3.1.5.1 Historia:

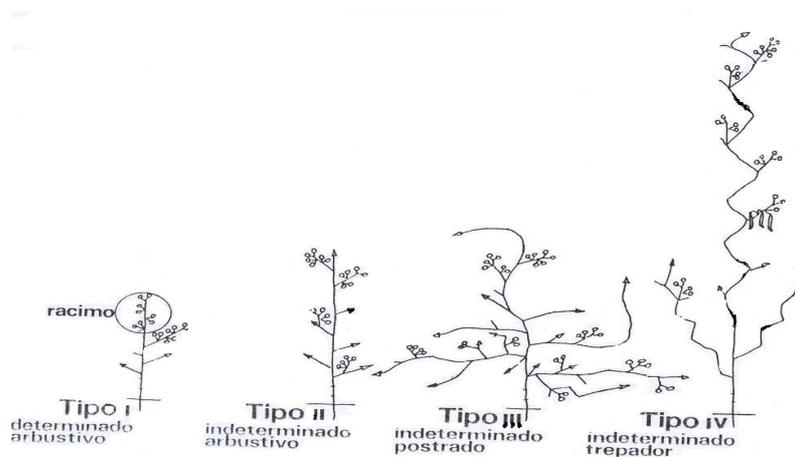
Los primeros botánicos consideraban que el frijol era oriundo del Asia (China), y De Candolle, en el año 1,883, lo calificó como de origen desconocido o incierto. Hoy en día se sabe que procede de México y de la zona central de Suramérica. Se considera que los mexicanos fueron los primeros en iniciar con la domesticación del cultivo hace unos 5,000 años a. c. Actualmente en el norte de Argentina se encuentran algunas formas silvestres, espontáneas, posiblemente antecesoras del frijol común (*Phaseolus aborigineus* B.) (18).

#### 3.1.5.2 Descripción Botánica:

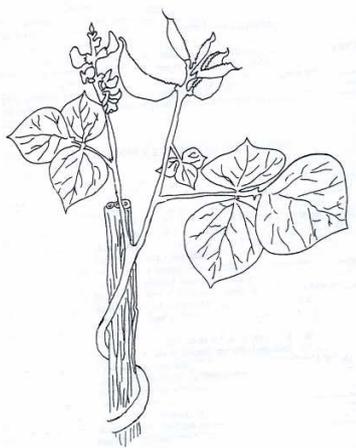
El frijol, tiene hábitos de crecimiento variado, dentro de los que se puede mencionar el de crecimiento determinado (enano) ó arbustivo (por lo general, permanecen erectas como arbolitos), que en Guatemala generalmente se le conoce como frijol de suelo y el crecimiento indeterminado ó voluble, éstas generalmente están postradas o son 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 (18).

En el primer caso las flores se encuentran en una inflorescencia terminal del tallo principal, característica que determina o finaliza el desarrollo de la planta. En el segundo caso la floración es axilar y, por consiguiente, el crecimiento del tallo continúa en forma indeterminada, éste último puede sub-dividirse en tres formas: el Indeterminado arbustivo, indeterminado postrado e indeterminado trepador (18).

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 se agobia parcialmente, dándole el aspecto de una planta determinada, hasta aquellas de tipo indeterminado que bajo ciertas condiciones pueden alcanzar entre ocho y 10 metros de altitud o extensión. Estas plantas, por lo general, son cultivadas en las zonas altas de los Andes y en algunas zonas de México, donde comúnmente son asociadas con otros cultivos para darles soporte (18).



**Figura 1** Planta de frijol con diferentes tipos de crecimiento (12).

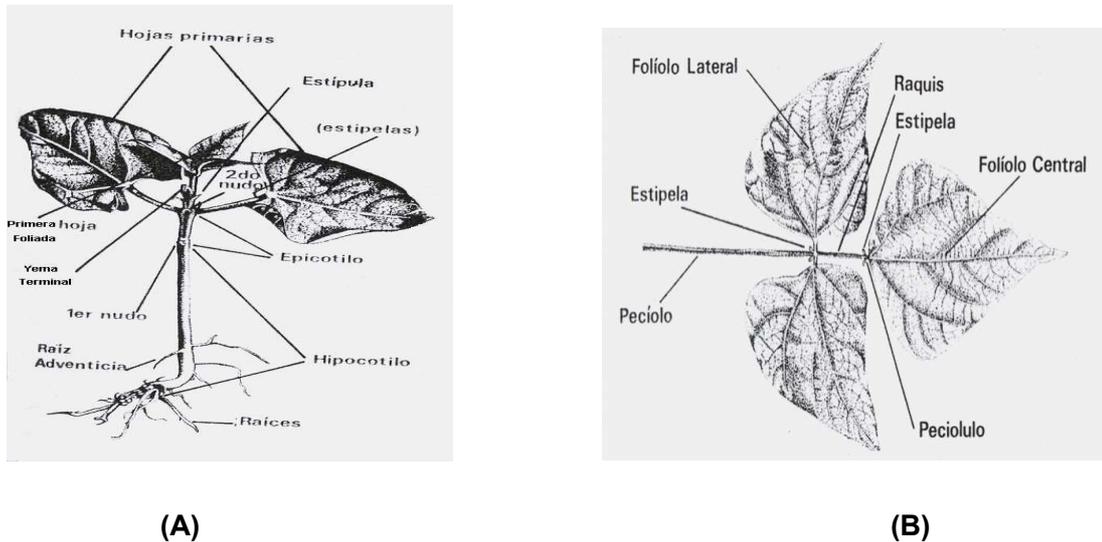


**Figura 2** Planta de frijol utilizando un soporte (trepadora) (12).

El sistema radical del frijol consta de una raíz principal y muchas ramificaciones laterales dándole la forma de un cono; como en todas las leguminosas, el frijol hace simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, formando nodulaciones de tamaños muy variados. Estas nodulaciones reciben de la planta hidratos de carbono, pero tienen la propiedad de fijar el nitrógeno del aire del suelo, el cual es cedido en una buena proporción a la planta (18).

Los tallos son delgados, débiles y angulosos y de sección cuadrangular; son órganos que parcialmente almacenan pequeñas cantidades de alimentos fotosintetizados los cuales más tarde son cedidos a las vainas (frutos) y luego cuando los tallos son viejos se ahuecan (18).

Las hojas son alternas, compuestas de tres folíolos, dos laterales y uno terminal, de forma y tamaño variables con pulviniolos y pulviniolos fotosensitivos. Las hojas pueden variar su estructura ligeramente de acuerdo con el medio ambiente donde crecen (18).

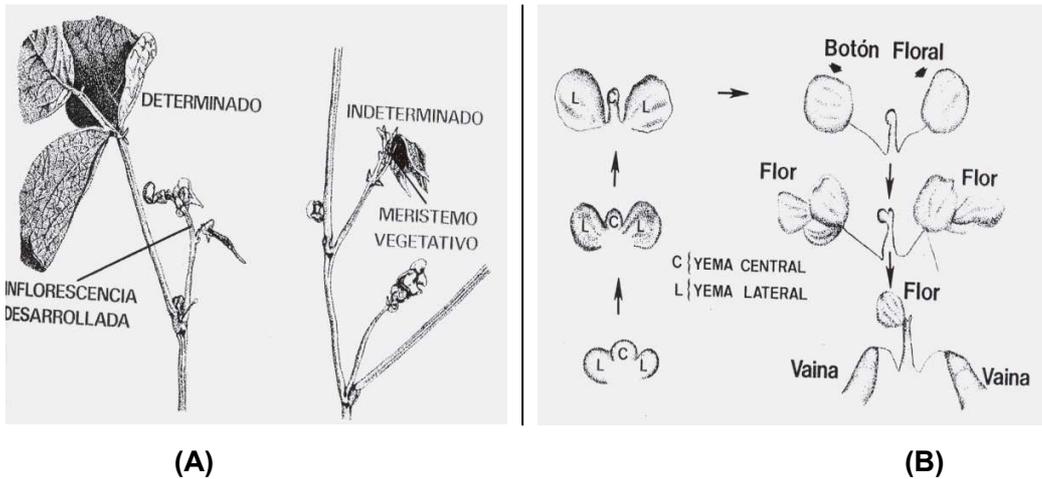


**Figura 3** Planta de frijol exponiendo sus hojas primarias (A) y hoja trifoliada (B). (12)

Las inflorescencias, como ya se dijo, pueden ser terminales o axilares, y están dispuestas en racimos con numerosas flores, de número variable, lo cual es un carácter de las variedades. (ver figura 4 A) La flor es típica y caracteriza a la familia, con estilo retorcido siguiendo la circunvalación de la quilla (ver figura 4 B) (18).

El tiempo a florecer varía con la variedad, temperatura y fotoperíodo, y 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 (18).

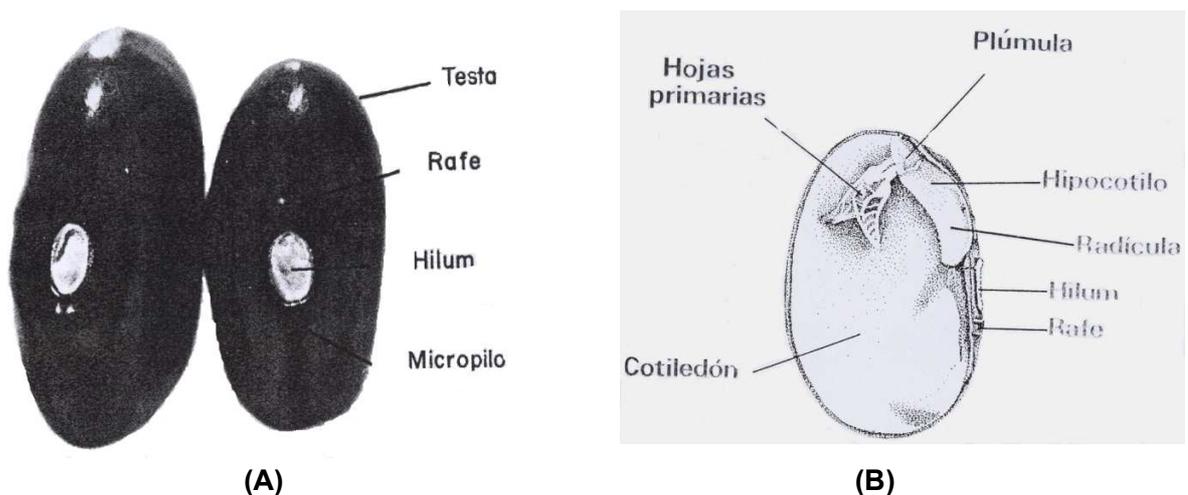
Es usual la auto polinización; la frecuencia de polinización cruzada es baja. Dos tercios de las flores producidas pueden abortar y, bajas temperaturas o tensión de humedad, frutas jóvenes y semillas en vías de desarrollo pueden presentar abscisión. La abscisión es muy frecuente en flores formadas en los nodos finales y ramas, y en las flores finales o racimo con las flores múltiples. El período de llenado de la semilla puede tomar como 23 días a casi 50 días. La madurez de la semilla seca se alcanza 65-150 días después de sembrar (18).



**Figura 4.** Planta de frijol exponiendo su inflorescencia (A) y desarrollo de la inflorescencia floral (B) (12).

La vaina es lineal más o menos comprimida, típica legumbre, cuya placenta se abre (dehiscente) en la madurez, en la parte ventral. Las vainas pueden ser de varios colores, formas y características (18).

Indican que los granos son de formas muy diversas, sin embargo se mencionan los tipos más importantes esféricas, redondas, arriñonadas, cilíndricas, y otras. Los colores pueden también variar mucho y además presentar matices con diferentes diseños. Los granos están constituidos por dos cotiledones, formados de tejido parenquimatoso con alto contenido de almidón y proteínas (18).



**Figura 5** Semilla de frijol exhibiendo sus partes externas (A) e internas (B) de la semilla (12).

### **3.1.6 Ecología de la planta del frijol:**

En Guatemala el frijol, se puede sembrar en todos los climas, desde los 50 hasta los 2,300 metros sobre el nivel del mar por lo que es denominado un cultivo cosmopolita (15).

#### **a. Preparación del terreno:**

Esta se realiza generalmente de forma manual, haciendo una limpia con machete, también puede hacerse mecanizada con tractor utilizando rastra y arado, luego se realizan los surcos con azadón, se recomienda utilizar insecticidas y fungicidas para las plagas del suelo (10).

#### **b. Suelos:**

Según la dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (Dicta), (2,003) la planta de frijol es muy susceptible a condiciones extremas; exceso o falta de humedad, por tal razón debe sembrarse en suelos de textura ligera y bien drenados. El pH óptimo para sembrar frijol fluctúa entre 6.5 y 7.5, dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan su máxima disponibilidad; no obstante, se comporta bien en suelos que tienen un pH entre 4.5 y 5.5. El frijol es susceptible a los suelos salinos (10).

#### **c. Temperatura:**

Para cada genotipo, hay un óptimo de fotoperíodo y temperatura donde ese genotipo florecerá después del posible intervalo de tiempo más pequeño de la emergencia. Desviaciones en la temperatura o en el fotoperíodo causan retrasos en la floración. La mayoría de los frijoles comunes se desarrollan en un estrecho rango de temperaturas (17.5-20-22.5 (-25) °C; en los trópicos ecuatoriales, ellos se encuentran a altitudes mayores (sobre 1000 m). Las temperaturas que están por debajo o sobre el óptimo, reducen el rendimiento a través de la mortalidad de la planta (a las temperaturas altas), reduce la fotosíntesis y disminuye la cantidad de flores para producir las vainas maduras (50-70% de flores abiertas) (4).

#### **d. Precipitación:**

Una lluvia bien distribuida moderada se requiere (300-400 mm por ciclo de cultivo) pero el tiempo seco durante la cosecha es esencial. Sequedad o anegamiento son perjudiciales (4).

### 3.1.7 Clasificación Taxonómica

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobiontha
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsidae
Subclase	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Phaseolus
Especie:	<b>(<i>Phaleolus vulgaris</i> L.) (7)</b>

### 3.1.8 Aspectos agronómicos

#### 3.1.8.1 Fertilización:

El frijol, es un cultivo que tiene exigencias de nutrimentos sobre todo de fósforo y nitrógeno, aunque siempre se recomienda que el diagnóstico de los problemas nutricionales del frijol, se realice mediante análisis de suelos, de tejido vegetal o bien por observación directa de los síntomas del cultivo (10).

#### 3.1.8.2 Plagas y Enfermedades:

Uno de los principales cuidados que se debe tener con el cultivo del frijol, es el control fitosanitario, ya que son varias las plagas que pueden causarle daño económico, lo que significa que afecta la rentabilidad y utilidades de este cultivo, entre las más sobresalientes se tienen las enfermedades fungosas, inséctiles, virus, bacterias y otras (10).

**Cuadro 4. Principales Plagas que atacan el Cultivo del frijol.**

Plagas	Nombres de las Plagas.
Enfermedades causadas por hongos para el cultivo del frijol.	Antracnosis, ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ) ANT, Roya ( <i>Uromyces Phaseoli</i> ),
Enfermedades causadas por virus.	El Virus Mosaico Dorado Del Frijol VMDF, Virus Mosaicos Común del frijol VMCF, Virus Mosaico Severo del Frijol VMSF,

Enfermedades causadas por bacterias	Bacteriosis Común ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>phaseoli</i> )
plagas inséctiles	Gallina Ciega ( <i>Phyllophaga spp.</i> ), Lorito Verde ( <i>Empoasca kraemeri</i> ) Malla o Tortuguilla ( <i>Diabrotica spp.</i> ) ( <i>Cerotoma sp.</i> ), Barrenador del Tallo ( <i>Elasmopalpus lignosellus</i> ), Mosca Blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ) Picudo de la Vaina ( <i>Apion godmani</i> ) Falso Medidor ( <i>Trichoplusia ni</i> ); Gusano Peludo ( <i>Estigmene acrea</i> ); Gorgojo del frijol ( <i>Acanthoselides obtectus</i> ) (Say), ( <i>Zabrotes subfaciatus</i> ) (bohemian)
Otros	La Babosa ( <i>Vaginulus plebeius</i> ), ( <i>Sarasinula plabeia</i> )

Fuente: Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) 2005.

### 3.1.8.3 Control de Malezas:

El daño de las malezas en el cultivo de frijol es significativo, pues además de competir por los nutrimentos y agua, ocasionan otros problemas, como hospederos de plagas y enfermedades, interfieren las labores de cosecha y afectar la producción y calidad del grano. Existen varios métodos para el control de malezas: la selección del método a aplicar en un caso específico depende de factores tales como agro-sistema en el que crece el cultivo. La topografía del área. La composición, de la población de las malezas, la variedad de frijol utilizada, los costos y otros (10).

### 3.1.9 Usos:

Se comen las vainas jóvenes y las semillas maduras y, en menor grado, también las semillas verde-descascaradas. En algunas partes de los trópicos, se usan las hojas jóvenes como una espinaca. En las regiones templadas, el frijol negro es principalmente cultivado por las vainas inmaduras verdes que se comen como una verdura, y también se utiliza como frijol enlatado. Las semillas secas también se cocinan con salsa de tomate y en conserva. La preparación es hirviendo; los frijoles son muy aceptables con una gama amplia de carne y salsas de la verdura. La paja puede usarse como forraje (4).

### **3.1.10** Descripción de las etapas de desarrollo

#### **3.1.10.1** Etapas de la fase vegetativa

Debido a la variabilidad en la duración de las etapas de desarrollo de la planta, como consecuencia de las variaciones de los factores mencionados, el CIAT ha definido y delimitado las etapas de desarrollo de la planta, con base en sus características morfológicas (6).

A continuación se describe cada una de las etapas de la escala. La escala puede ser usada en todos los tipos de hábito de crecimiento y con todos los genotipos encontrados dentro de estos tipos. Además, la escala puede ser usada para medir el desarrollo, tanto de una planta individual, como de un cultivo. La fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada (6).

#### **3.1.10.2** Etapa V0: Germinación

Al hacer la siembra, la semilla se coloca en un ambiente favorable para el comienzo del proceso de la germinación. Se debe tomar como iniciación de la etapa y el día en que la semilla tiene humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación; es decir, el día del primer riego, o de la primera lluvia si se siembra en suelo seco (6).

La semilla absorbe agua inicialmente y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrientes de los cotiledones (6).

Posteriormente emerge la radícula (generalmente por el lado del hilum). Luego ésta se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias y las raíces terciarias. El hipocotilo también crece quedando los cotiledones al nivel del suelo. Termina en este momento la etapa de germinación (6).



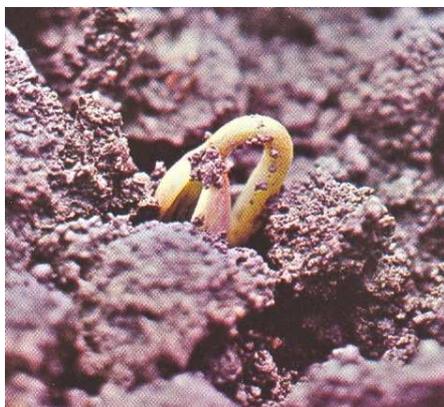
**Figura 6** Etapa VO: Germinación (6)

### 3.1.10.3 Etapa VI: emergencia

La etapa VI se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo, se considera que un cultivo de frijol inicia la etapa VI, cuando el 50% de la población esperada, presenta los cotiledones al nivel del suelo (6).

Después de la emergencia, el hipocotilo se endereza y sigue creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo. Cuando éste se encuentra completamente erecto, los cotiledones comienzan a separarse y se nota que el hipocotilo ha empezado a desarrollarse (2).

Luego comienza el despliegue de las hojas primarias; las láminas empiezan a separarse y a abrirse hasta desplegarse totalmente (2).



**Figura 7** Cotiledones de la planta a nivel del suelo; Iniciación de la Etapa VI (6).

#### 3.1.10.4 Etapa V2: hojas primarias

La etapa V2 comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas, para un cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica (6).

Las hojas primarias del frijol son unifoliadas y opuestas, están situadas en el segundo nudo del tallo principal y cuando están completamente desplegadas, se encuentran generalmente en posición horizontal, aunque no han alcanzado su tamaño máximo (6).

En esta etapa comienza el desarrollo vegetativo rápido de la planta durante el cual se formarán el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas (6).

Las hojas trifoliadas son alternas. Al inicio de esta etapa se puede observar la primera hoja trifoliada que comienza su crecimiento. Los cotiledones pierden en este momento su forma, arqueándose y arrugándose (6).

El crecimiento de una hoja trifoliada incluye tres pasos: inicialmente, los folíolos todavía unidos aumentan de tamaño; luego, éstos se separan y, por último, se despliegan y se extienden en un solo plano (6).



**Figura 8** Iniciación de la Etapa V2; las hojas primarias están desplegadas (6).

### 3.1.10.5 Etapa V3: primera hoja trifoliada

La etapa V3 se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana (Figura 9). Cuando el 50% de las plantas de un cultivo presenta la primera hoja trifoliada desplegada, se inicia en éste la etapa V3 (6).

Se considera que la hoja está desplegada cuando las láminas de los folíolos se ubican en un plano. La hoja no ha alcanzado aún su tamaño máximo y son aún cortos tanto el entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada, como el pecíolo de la hoja trifoliada; por esta razón, cuando se inicia la etapa V3, la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias (6).

Luego el pecíolo crece y la primera hoja trifoliada se sobrepone a las hojas primarias; la segunda hoja trifoliada ya ha aparecido y los cotiledones se han secado completamente y, por lo general, han caído. El tallo sigue creciendo, la segunda hoja trifoliada se abre y la tercera hoja trifoliada se despliega (6).



**Figura 9** Iniciación de la Etapa V3; La primera hoja trifoliada está desplegada (6).

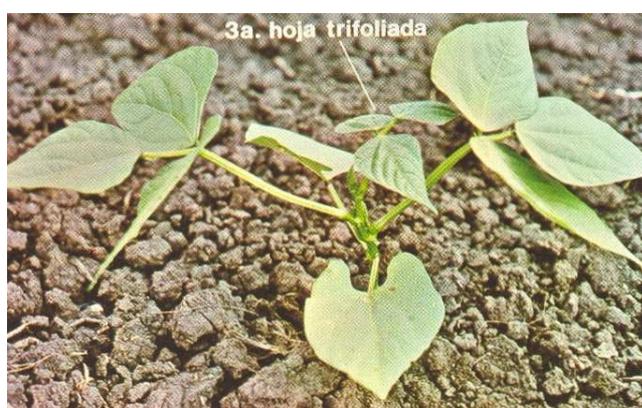
### 3.1.10.6 Etapa V4: tercera hoja trifoliada

La etapa V4 comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo se considera que se inicia la etapa V4 cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. De igual manera que para la primera hoja trifoliada, ésta se considera desplegada cuando las láminas de los folíolos se encuentran en un solo plano; se puede observar que la hoja se encuentra aún debajo de la primera hoja trifoliada (6).

Es a partir de esta etapa que se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas tales como el tallo, las ramas, y otras hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las triadas de yemas que se encuentran en las axilas de las hojas de la planta, incluso de las hojas

primarias y de los cotiledones. Las yemas de los nudos inferiores de la planta, generalmente se desarrollan produciendo ramas. El tipo de ramificación y el número y la longitud de las ramas dependen, entre otros factores, del genotipo y de las condiciones de cultivo (6).

La primera rama generalmente comienza su desarrollo cuando la planta inicia la etapa V3 o sea cuando la planta tiene la primera hoja trifoliada desplegada. Cuando en el tallo principal se encuentra un promedio de tres o cuatro hojas trifoliadas desplegadas, la primera rama habrá formado ya el primer nudo que presenta una hoja trifoliada. De esta forma, continúa el desarrollo de otras ramas en el tallo y otras hojas trifoliadas (6).



**Figura 10** Iniciación de la Etapa V4; la tercera hoja trifoliada está desplegada (6).

### 3.1.10.7 Etapas de la fase reproductiva

Cuando las yemas apicales de las plantas de hábito de crecimiento determinado se desarrollan en botones florales y en las yemas axilares de las plantas de hábito de crecimiento indeterminado se desarrolla el primer racimo, termina la fase vegetativa y empieza la fase reproductiva de la planta (6).

En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración. En el hábito de crecimiento indeterminado, el desarrollo de estructuras vegetativas continúa durante esta fase, o sea que la planta produce nuevos nudos, ramas y hojas, mientras que en las plantas de hábito de crecimiento determinado, al empezar la fase reproductiva, cesa el desarrollo de nuevas estructuras vegetativas (6).

### 3.1.10.8 Etapa R5: prefloración

La etapa R5 se inicia entonces cuando aparece el primer botón o el primer racimo. En condiciones de cultivo, se considera que éste ha entrado en esta etapa, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica (6).

En una variedad determinada, se nota entonces el desarrollo de botones florales en el último nudo del tallo o la rama. En cambio, en las variedades indeterminadas, al inicio de esta etapa, los racimos se observan en los nudos inferiores (Figura 11) (6).

Es necesario hacer énfasis entre lo que ocurre en las variedades de hábito de crecimiento determinado, del Tipo I y las variedades de crecimiento indeterminado de los Tipos I, II y IV. En las primeras, el tallo y las ramas terminan su crecimiento formando una inflorescencia. La aparición de la inflorescencia está precedida por el desarrollo de las yemas laterales como botones florales. En las variedades de hábito de crecimiento indeterminado, el tallo y las ramas continúan creciendo, debido a que presentan en su parte apical no una inflorescencia, sino un meristemo vegetativo (6).

Las inflorescencias en las plantas de hábito indeterminado, que resultan del desarrollo de las yemas, se encuentran en las axilas de las hojas trifoliadas. En sus estados iniciales de desarrollo, las inflorescencias pueden confundirse con las ramas. Las siguientes características ayudan a diferenciar un racimo recién formado, de una rama incipiente. En un racimo, los órganos más notorios son las brácteas de forma triangular y las bractéolas de forma ovalada a redonda. La forma del conjunto de la inflorescencia, tiende a ser cilíndrica o esférica. En una rama incipiente, los órganos más notorios son las estípulas de forma triangular y plana correspondientes a la primera hoja trifoliada de la rama (6).

El complejo axilar de las variedades indeterminadas puede presentar un desarrollo floral y vegetativo. Dicho desarrollo se inicia a partir de un determinado nudo del tallo o de una rama, cuya posición es variable según el genotipo de la planta. En el desarrollo de este complejo axilar, la yema central produce un racimo, mientras que de las 2 yemas laterales, una de ellas generalmente forma una rama y la otra no alcanza a desarrollarse (6).

En las variedades determinadas, el complejo axilar del último nudo formado, presenta un desarrollo floral de sus yemas; es decir las dos yemas laterales se desarrollan como botones florales y la yema central permanece en estado latente. Es a partir de este nudo que el ápice del

tallo y de las ramas se transforma en racimo terminal. Los racimos se desarrollan produciendo botones, que al crecer adquieren su forma típica y la pigmentación según la variedad (6).

Un día antes de que ocurra el fenómeno de antésis (es decir, a apertura de la flor), el botón presenta algunos abultamientos característicos. Al final de este proceso se abre la flor (6).



**Figura 11** Iniciación de la Etapa de Prefoliación en una variedad determinada y los primeros racimos en una de crecimiento indeterminado (6).

### 3.1.10.9 Etapa R6: floración

La etapa R6 se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta y, en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado (Tipo I) la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continúa en forma descendente en los nudos inferiores; por el contrario, en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado (Tipos II y IV), la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente (6).

La floración en las ramas ocurre en el mismo orden que en el tallo; es decir, es descendente en el hábito determinado y ascendente en los tipos indeterminados (6).

Dentro de cada racimo, la floración empieza en la primera inserción floral y continúa en la siguiente (6).

Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento; como consecuencia del crecimiento de la vaina, la corola marchita cuelga o se desprende (6).

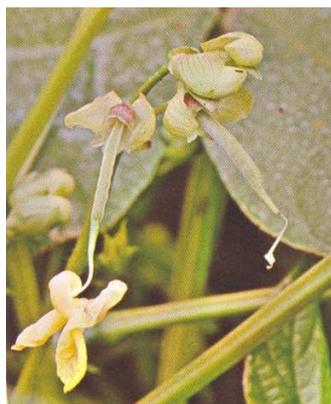


**Figura 12.** Iniciación de la Etapa R6; apertura de la primera flor, se observa también un botón con abultamientos; es decir, próximo a abrir. (6)

#### 3.1.10.10 Etapa R7: Formación de las vainas

La etapa R7 se inicia cuando una planta presenta la primera vaina, con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En las plantas de hábito de crecimiento determinado, las primeras vainas se observan en la parte superior del tallo y las ramas; las demás vainas van apareciendo hacia abajo; por el contrario, en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, las primeras vainas se forman en la parte inferior y la aparición de las demás ocurre en forma ascendente (6).

La formación de la vaina inicialmente comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 ó 15 días después de la floración, ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de las semillas. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas (6).



**Figura 13** Iniciación de la Etapa R7. La corola de la flor cuelga de la vaina o recién se ha desprendido (6).

### 3.1.10.11 Etapa R8: Llenado de las vainas

En un cultivo, la etapa R8 se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Vistas por las suturas o de lado, las vainas presentan abultamientos que corresponden a las semillas en crecimiento (6).

La vaina se alarga hasta los 10 ó 12 días después de la floración. El peso de las valvas aumenta hasta 15 ó 20 días después de la floración. El peso de los granos sólo aumenta marcadamente, cuando las vainas han alcanzado su tamaño y peso máximo; los granos alcanzan su peso máximo 30 a 35 días después de la floración (6).

Al final de esta etapa los granos pierden su color verde para comenzar a adquirir las características de la variedad. En gran número de variedades ocurre entonces la pigmentación de la semilla, la cual aparece primero alrededor del hilum y luego se extiende a toda la testa (6).

En algunos genotipos, las valvas de las vainas también empiezan a pigmentarse. La distribución de la pigmentación, ya sea uniforme, en rayas, etc., depende del genotipo. La pigmentación típica de las valvas, generalmente aparece después del inicio de la pigmentación de las semillas (6).

Al finalizar esta etapa también se observa el inicio de la defoliación, comenzando por las hojas inferiores que se tornan cloróticas y caen. El momento en que empieza la defoliación también depende del genotipo (6).



**Figura 14** Etapa R8: ocurre el proceso de llenado de la vaina (6).

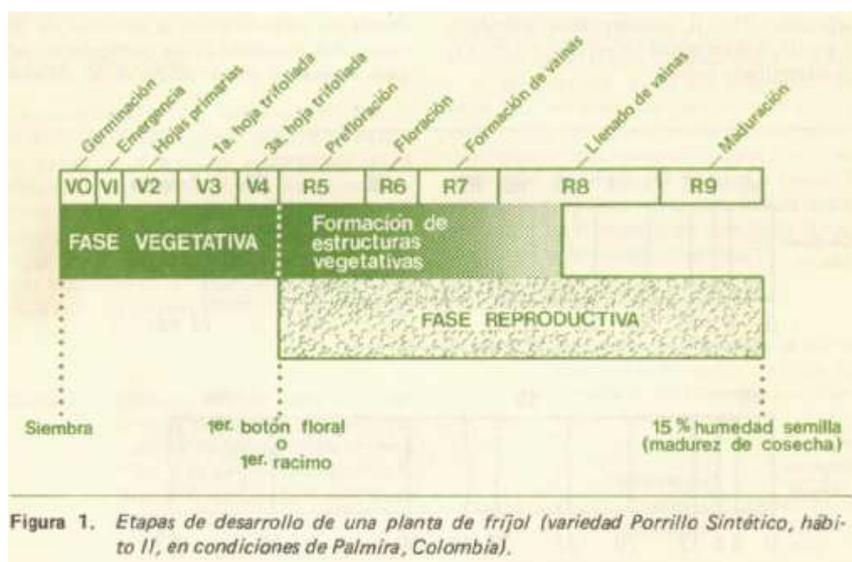
### 3.1.10.12 Etapa R9: maduración

La etapa R9 se considera como la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración. Esta etapa se caracteriza por la decoloración y secado de las vainas (Figura 15). Un cultivo inicia esta etapa cuando la primera vaina inicia su decoloración y secado, en el 50% de las plantas (6).

Estos cambios en la coloración de las vainas son indicativo del inicio de la maduración de la planta; continúa el amarillamiento y la caída de las hojas y todas las partes de la planta se secan; las vainas al secarse pierden su pigmentación. El contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar un 15%, momento en el cual las semillas adquieren su coloración típica, aunque esta puede cambiar durante el almacenamiento, según la variedad. Termina el ciclo biológico; la planta adquiere el aspecto que muestra la Figura 15 y el cultivo se encuentra entonces listo para la cosecha (6).



**Figura 15** Iniciación de la Etapa R9; cambio de color de las vainas (6).



**Figura 16.** Etapas de desarrollo de una planta de frijol (6).

### 3.1.11 Tipos de siembra en Guatemala

#### 3.1.11.1 Sistema de Siembra en Monocultivo:

La siembra de frijol en sistema de monocultivo se realiza a mano, o con máquina sembradora, enterrando la semilla a una profundidad de 2 a 4 centímetros: se recomienda que antes de sembrar, se debe estar seguro que el suelo tenga suficiente humedad, para garantizar una germinación uniforme. Este tipo de siembra contempla únicamente el cultivo del frijol en el lugar a sembrar (13).

#### 3.1.11.2 Sistema de Siembra en Asocio o Siembra compuesta:

Este sistema de siembra contempla sembrar con otro cultivo y generalmente utilizar variedades de hábito de crecimiento indeterminado o rastrero, en Guatemala generalmente se asocia con el cultivo del maíz (*Zea Mays*), el cual proporciona un soporte a la planta de frijol y permite que estas variedades por su dominancia apical, les permite subir por las cañas de maíz y desarrollar un mayor número de vainas por planta (13).

En el altiplano de Guatemala generalmente se asocia un tipo de siembra característico de los indígenas de Guatemala, como lo es Maíz-frijol-ayote, esta última planta de la familia de las cucurbitáceas, ya que se considera una concepción cultural y ancestral como un equilibrio para las plagas y enfermedades en las áreas de siembra (13).

## **3.2 Marco Referencial**

El estudio se desarrolló en tres diferentes localidades de Guatemala, lo cual se procede a describir cada uno de los lugares que se incluyeron en estudio:

### 3.2.1 Descripción General de las Áreas Experimentales

#### 3.2.2 Localidad 1, Finca Florida, Pochuta en el departamento de Chimaltenango:

##### 3.2.2.1 Aspectos Generales del lugar:

La finca Florida pertenece a un grupo de productores que se asociaron en el año 1998, Actualmente se encuentran constituidos como La Asociación Campesina Pochuteca,-ASOCAMPO- con el propósito de obtener un lugar en donde sembrar y tener una vivienda propia, se asociaron. La finca en la cual se encuentran instalados es denominada "La Florida", la misma les fue otorgada en usufructo por medio de la institución fideicomiso, Fondo de Tierras de la República de Guatemala.

Los beneficiarios de la finca son desmovilizados de la costa sur y occidente de Guatemala principalmente, los asociados llegaron a instalarse a la finca el 09 de Mayo del 2002. Los socios de esta finca son de escasos recursos económicos y actualmente permanecen en la finca viviendo 110 familias únicamente. La Asociación campesina de Pochuta ASOCAMPO, se encuentra cultivando en una sección de la finca, cultivos como Suchinni y ejote francés con uso de productos de síntesis, la cual están manejando bajo el programa de la empresa de alimentos ALCOSA S. A. del departamento de Chimaltenango.

##### 3.2.2.2 Ubicación y descripción del sitio experimental:

La finca Florida se encuentra ubicada al norte del municipio de Pochuta, en el departamento de Chimaltenango, localizada en las coordenadas 91°33'59'' longitud este, y 14°04'51'' latitud norte. Para acceder a la finca Florida debe tomarse la carretera CA9 que de Guatemala Conduce hacia la costa sur, hasta la localidad conocida como Cocales, ubicada en el departamento de Suchitepéquez y Continuar por RN11, a la altura de la localidad denominada Cocales (kilómetro 113), luego debe virarse hacia la derecha, hasta el municipio de Patulúl, en el departamento de Suchitepéquez, y debe tomarse la carretera que conduce hasta el municipio de

Pochuta (8 kilómetros), en donde por último debe tomarse la carretera hasta la finca florida (2 Kilómetros), al norte del la cabecera municipal de Pochuta.

La finca tiene un área de 304.46 hectáreas, las cuales están distribuidas de la siguiente manera 190.23 hectáreas dedicadas al cultivo del café orgánico, Bosque (46.16 hectáreas), Área designada a cultivos como nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia*) y Banano con 32 hectáreas; Área denominada como “El Cañal” (22.44 hectáreas) dedicada a cultivos como Suchinni, Maíz (*Zea mays* L), ejote francés y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), esta última área es en donde se desarrollara el experimento.

#### 3.2.2.3 Zona de Vida:

Tiene una altura 1250 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura que oscila en un rango de 18-23 °C, en donde las especies más sobresalientes que se pueden observar están Amate (*Ficus* spp.), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Palo de Pito (*Eritrina* spp.), Higuierillo (*Recinus comunis*) entre otras. Según de la Cruz J. (1973) (7) y el mapa de clasificación de zonas de vida de Guatemala, el área en estudio se encuentra enmarcada con la denominación bosque muy húmedo sub-tropical (cálido) (8).

#### 3.2.2.4 Suelos:

Según Simons (1,959) (27), los suelos de la región de Pochuta, pertenecen a la zona fisiográfica, “Suelos del Declive del Pacífico”, caracterizándose por ser suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro. Los suelos donde se ubicó el experimento, pertenecen a la Serie Suchitepéquez, la textura que se apreció es franco-limosa, color café claro (27).

#### 3.2.2.5 Topografía y Geología:

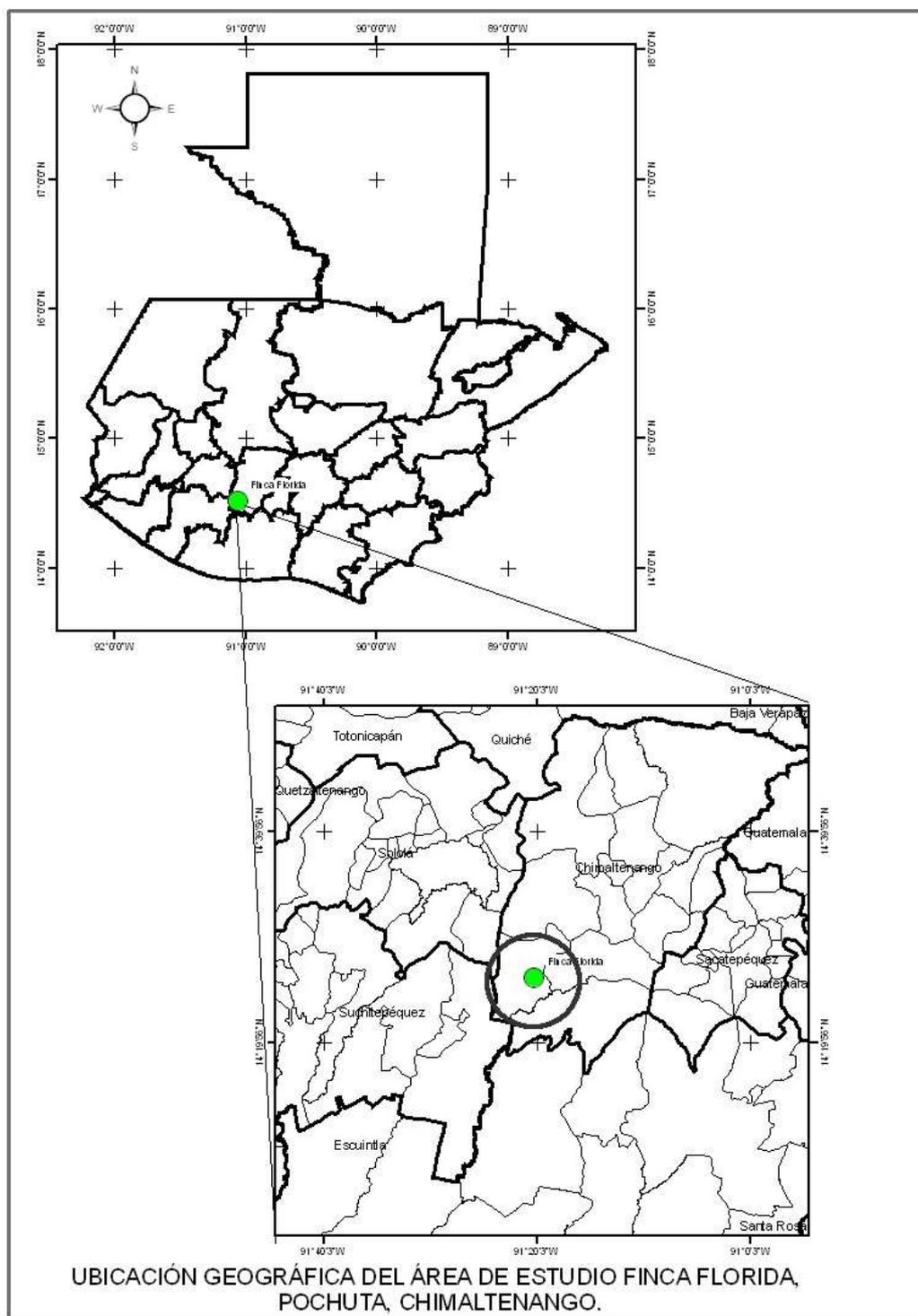
La topografía del área en estudio es ondulada, en donde la pendiente oscila en un rango de 20-60%, El suelo a una profundidad de 30 centímetros, es franco limoso-friable, color café oscuro, gran parte del área está cortada por vías de drenaje, de modo que los barrancos de lados precipitosos son comunes. (27)

### 3.2.2.6 Antecedentes del Área Experimental:

### 3.2.2.7 Manejo de la Plantación:

La sección de la finca denominada el Cañal, es el lugar donde se desarrolló el experimento, dicha área es denominada así porque anteriormente (1,995 para atrás) se sembraba caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.), sin embargo, a partir del 2,002, los productores han utilizado esta área para siembra de cultivos de consumo o para la venta, como Suchinni (*Cucúrbita* spp.), Maíz (*Zea Mays* L.), ejote francés y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), El área cuenta con un sistema de riego por goteo, y las 110 familias tienen un área de 7 cuerdas (0.30 ha.) asignadas para cada una.

Los productores de la finca Florida, dedican continuamente el área denominada “El Cañal”, al manejo del cultivo ejote francés, los mismos son asesorados por la empresa Cooperativa 04 pinos, la cual les asesora y compra el producto.



**Figura 17.** Ubicación del área de Estudio, Finca Florida, Pochuta, Departamento de Chimaltenango.

### 3.2.3 Localidad 2, Cantón Caliaj, en San Andrés Semetabaj, en el departamento de Sololá:

#### 3.2.3.1 Aspectos Generales del lugar

Según el diagnóstico realizado por la Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica del FUNCEDE (1,994), Caliaj, es la única comunidad asignada en la categoría de Cantón, para el municipio de San Andrés Semetabaj (26).

Actualmente cuenta con unos 300 habitantes, no tiene una fecha de celebración de feria titular, es de mencionar que se encuentra colindante al norte, con otra comunidad del mismo nombre Caliaj, solo que ésta pertenece al departamento de Chimaltenango (26).

La característica de esta comunidad es que está integrada por pobladores de la etnia kac'chiquel y la comunidad que pertenece al departamento de Chimaltenango, posee pobladores de la etnia quiché y kac'chiquel. Tiene una distancia de 7 kilómetros hasta la cabecera municipal (26).

#### 3.2.3.2 Ubicación y descripción del sitio experimental:

La comunidad se encuentra ubicada al norte de la cabecera municipal de San Andrés Semetabaj, localizada en las coordenadas 91°6'24'' longitud este, y 14°45'13'' latitud norte. El acceso se puede llegar por la carretera Interamericana que de Guatemala, conduce al departamento de Quetzaltenango CA-1, hasta el kilómetro 116, en la jurisdicción denominada Cruce Las Trampas. Se continúa virando hacia la izquierda, tomando la carretera (asfaltada) que conduce hacia la localidad denominada Godínez, al llegar a la altura del kilómetro 127 se dobla hacia la izquierda, en donde se toma la carretera (terracería) que conduce hasta el Cantón Caliaj.

#### 3.2.3.3 Zona de Vida:

Se encuentra a una altura de 2,200 metros sobre el nivel del mar, en donde la temperatura promedio oscila en un rango de 18-22 °C, con una precipitación que oscila en un rango de 1,000 a 2000 milímetros anuales. Según Holdrige esta zona en donde se encuentra el área en estudio, es catalogada como Bosque Muy Húmedo, montano bajo Subtropical (8).

Dentro de las especies que se pueden observar se encuentran Aguacates (*Persea americana* L.), Encino (*Quercus* spp.), Aliso (*Alnus* spp.), Pino (*Pinus* spp.), Cipres (*Cupressus lusitanica*), Durazno (*Prunus persica*), Manzana (*Pyrus malus*), zauco (*Sambucus* spp.) entre otras.

#### 3.2.3.4 Suelos:

Según Simons (1,959) (27), los suelos del cantón caliaj, del municipio de San Andrés Semetabaj, pertenecen a la región fisiográfica denominada Suelos del Altiplano Central, que son suelos profundos, sobre materiales volcánicos, de color claro, en relieves inclinados a escarpados, perteneciendo a la serie de suelos Atilán, éstos formados por suelos sobre material volcánico. La textura es franco arenosa (27).

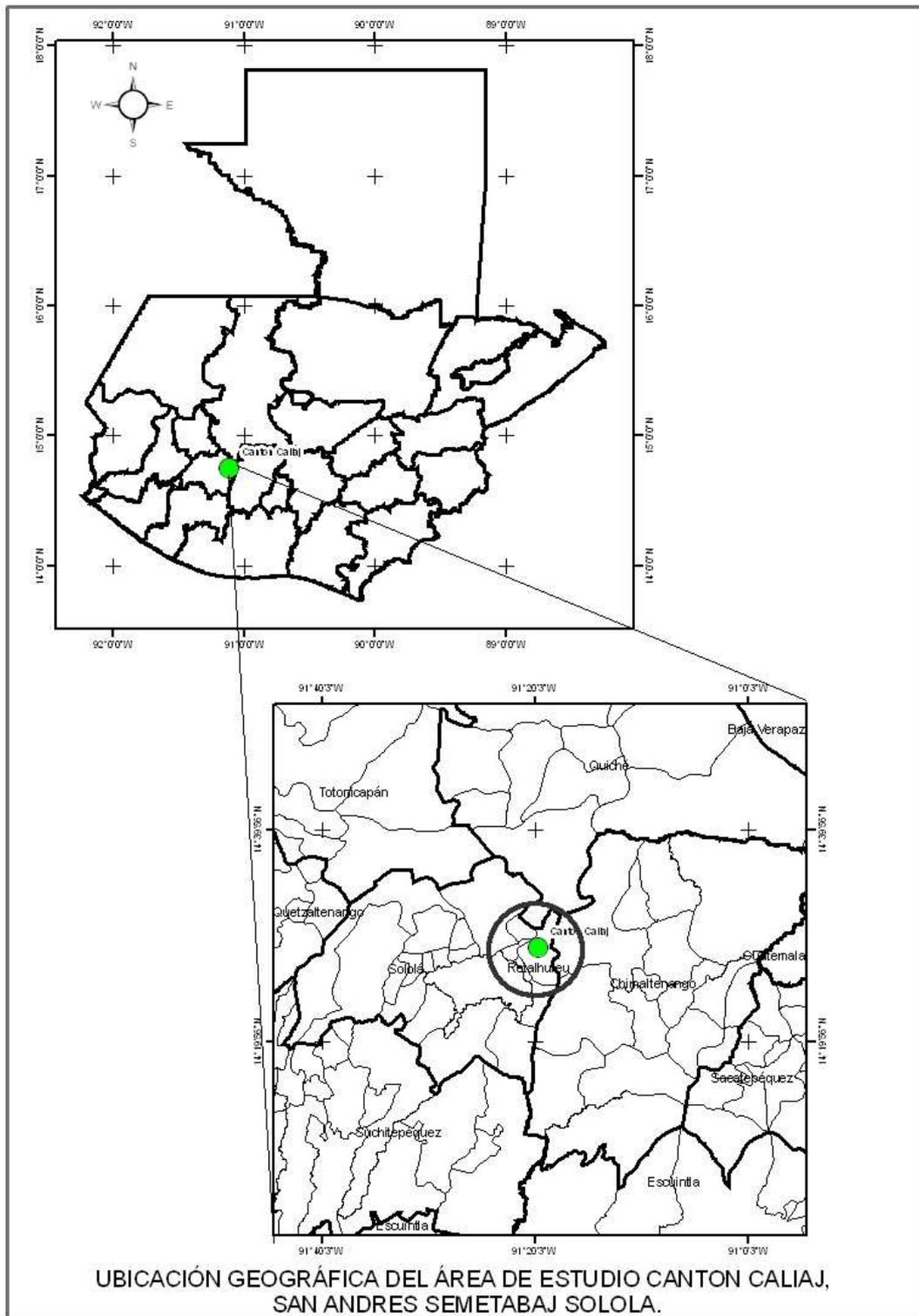
#### 3.2.3.5 Topografía y Geología:

El relieve es escarpado a muy escarpado, en donde la pendiente varía en un rango de 20-30% en las áreas cultivables, sin embargo hay lugares donde ésta puede sobrepasar el 50% de pendiente (27).

#### 3.2.3.6 Antecedentes del Área Experimental:

El área donde se realizará el estudio, es un área que en los últimos 5 años ha sido dedicada al cultivo del maíz (*Zea mays* L.), en donde se realiza una siembra anual, la siembra se realiza en mayo y la cosecha a finales del mes de noviembre.

El área en estudio propiedad del señor Anacleto Paraval, tiene un área de 4 cuerdas de terreno (0.17 hectáreas), no se cuenta con riego, pero se utilizó una bomba de mochila para regar, ya que la fuente de agua (agua entubada) está cercana al área del experimento, cuando fue necesario regar.



**Figura 18.** Ubicación del área de Estudio, Cantón Caliaj, San Andrés Semetabaj, Departamento de Sololá.

### 3.2.4 Localidad 3, Cantón San Martín, en el Municipio de San Lucas Tolimán, Sololá

#### 3.2.4.1 Aspectos Generales del Lugar:

La comunidad de San Martín se encuentra localizada en las coordenadas, 14° 35' 41.86" N y 91° 08' 35.02" W, con una altitud de 1,545 metros sobre el nivel del mar. Actualmente cuenta con unos 500 habitantes, según los puntos cardinales, El Cantón San Martín, tiene los límites político-administrativos siguientes:

- Al Norte: la Finca de doña María Amalia.
- Al Sur: aldea Panimaquip.
- Al Este: terrenos de San Marcos La laguna.
- Al Oeste: terrenos Municipales del Volcán Atitlán y terrenos de Tzalamabaj (21).

El gran paisaje en la falda sur del volcán de Atitlán, se encuentra al Sur-Este del Volcán de Atitlán, en Sololá. Es parte del área de influencia del área donde se encuentra el Cantón San Martín. Su origen está dado por acumulación de lavas emanadas por el volcán y en la falda sur y la posterior por erosión fluvial de la época del Pleistoceno. Posee un drenaje dendrítico, sub-dendrítico, paralelo, sub-paralelo, trellis y trenzado. Sus características geológicas están constituidas principalmente por rocas volcánicas, lavas, brechas, conglomerados, cenizas volcánicas, coladas de lava, lapilli, andesitas, basaltos, materias pirolásticas y sedimentos aluviales (21).

#### 3.2.4.2 Ubicación y descripción del sitio experimental:

La comunidad se encuentra ubicada al Sur del la cabecera municipal de San Lucas Tolimán, Sololá, para llegar a la comunidad se puede realizar por vía terrestre, con carretera asfaltada que conduce de San Lucas, al municipio de Patulul, Suchitepéquez, por la ruta nacional 11, a la altura del kilómetro 155, se vira hacia mano derecha, por carretera adoquinada, hasta la comunidad de San Martín. El sitio donde se instaló la parcela experimental, esta denominado Tierras Municipales de San Marcos La Laguna, pues es ésta comuna la dueña de estas tierras y los pobladores de la región, alquilan las mismas para sembrar cultivos como tomate, chile pimiento, maíz, frijol, entre otros.

#### 3.2.4.3 Zona de Vida:

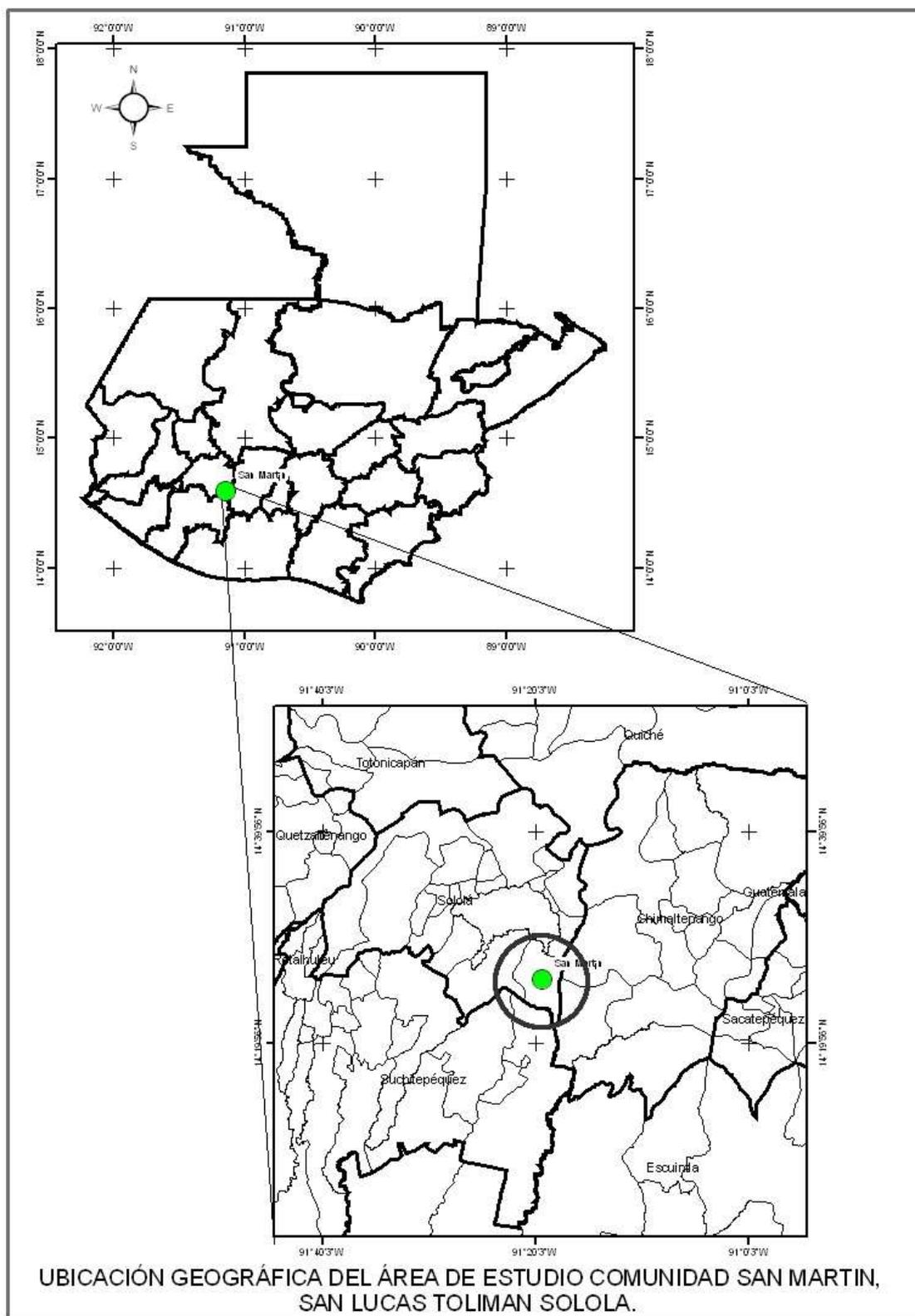
La zona Bioclimática es el Bosque Húmedo montano Bajo Subtropical (bh MB) conformado por la vegetación nativa como (*Quercus spp.*), (*Pinus pseudostrobus*) y (*Pinus montezumae*), el relieve es plano en los pequeños valles intercolinares, formados por depósitos de pómez del cuaternario, a accidentado en la mayor parte del área. El uso apropiado para esta zona es la fruticultura forestal, con árboles frutales como manzana, aguacate, pera, durazno y cultivos anuales como horticultura en los valles. Su precipitación promedio es 1,322 milímetros por año, su temperatura media anual es de 20 grados centígrados y evapotranspiración media de 1,950 milímetros por año. La relación entre la precipitación y evapotranspiración es de 0.75 (21).

#### 3.2.4.4 Suelos:

Según Simons (1959) (27), los suelos donde se encuentra la comunidad de San Martín, en el municipio de San Lucas Tolimán, pertenecen a la serie de Suelos Atitlán "At" con relieve inclinado, buen drenaje, color café muy oscuro, textura Franco-Arenosa o Gravosa, color café amarillento con profundidad media de 60 centímetros y un pH Neutro. Posee pedregosidad alta compuesta por roca máfica (27).

#### 3.2.4.5 Antecedentes del Área Experimental:

El área donde se realizó el estudio, es un área que en los últimos 5 años ha sido dedicada al cultivo del maíz, frijol, tomate, chile pimiento, se realizan varias cosechas al año, ya que algunos productores tienen pozos artesanales donde colectan agua de lluvia, la cual utilizan para regar sus sembradíos.



**Figura 19.** Ubicación del área de Estudio, Cantón San Martín, San Lucas Tolimán, Departamento de Sololá.

### 3.2.5 Características de los Materiales Experimentales

#### 3.2.5.1 Variedad ICTA Ligero:

ICTA Ligero es una variedad de frijol de grano de color negro, producto de la cruce entre las Líneas DOR 385 del CIAT y JU-90-4 del ICTA, la cual fue realizada por el programa de frijol del ICTA en el centro de producción en el departamento de Jutiapa, Guatemala. Es un cultivar de hábito de crecimiento determinado, pero la carga mayor se da en la base de la planta, su altura es de 0.60 metros, y su floración ocurre entre 29 y 30 días después de la siembra, el color de la flor es morado o lila, la vaina madura es de color crema, con seis granos de color negro oscuro, la madurez fisiológica suele suceder a los 64 días después de la siembra y la cosecha puede llegar a suceder a los 71 días o antes, si el clima se encuentra en la estación seca (16).

Esta variedad se adapta bien a las alturas hasta de 1,200 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. Es una variedad precoz (rápido crecimiento y desarrollo), lo cual le permite a las siembras de primera (mayo-junio) escapar a los efectos de la canícula (16).

Se tiene conocimiento que el cultivar ICTA LIGERO, en la estación experimental de Jutiapa del Instituto de Ciencia y tecnología Agrícolas, del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala, mostró rendimientos experimentales de hasta 2.59 toneladas métricas por hectárea, teniendo un promedio de 1.66 toneladas métricas de rendimiento en un estudio que se desarrolló en 1,998, a nivel comercial el rendimiento varía entre 20 y 30 quintales por manzana, en condiciones adecuadas de humedad y en monocultivo (16).

#### 3.2.5.2 Variedad ICTA Hunapú:

De acuerdo con la descripción de variedades efectuada por el Instituto de ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), esta variedad fue desarrollada entre esta institución mencionada y el CIAT, que es el Centro Internacional de Agricultura Tropical, dentro de las actividades del programa cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe PROFRIJOL (15).

Hunapú proviene de un cruzamiento de una variedad de frijol negro, precoz, originaria del departamento de Chimaltenango en Guatemala y que se conoce como negro Pacoc, con una línea denominada A216 del CIAT. Esta planta tiene la característica de ser tolerante a enfermedades

causadas por hongos como lo es Roya; (*Ascochyta* sp.) y antracnosis, forma plantas de buena altura, ramas espaciadas y las vainas convenientemente distribuidas; es decir, es una variedad que presenta una buena arquitectura de planta (15).

El resultado de esta cruce se denominó C132, la cual fue sometida durante varios años a diversos procesos de mejoramiento genético por el programa de frijol del ICTA, dando origen finalmente en 1990 a la variedad ICTA HUNAPU (15).

#### 3.2.5.3 Variedad ICTA Altense:

Esta variedad también fue desarrollada bajo el programa de CIAT, ICTA, bajo Actividades del PROFRIJOL. Según la descripción de variedades efectuadas por el ICTA (18), esta variedad tuvo su origen, inicialmente en el cruzamiento entre un material denominado A230 proveniente del CIAT, y el material denominado GUATE 192, el cual fue proporcionado por ICTA. Este último material una planta resistente a (*Ascochyta* sp.), la cruce fue denominada C88 (15).

En 1,983, se estableció un cruzamiento entre C88 y una línea proveniente del CIAT como lo era A 175 del CIAT, dando origen a una cruce triple C160. En 1984, Se seleccionó una línea entre la población C160, esta después de haberse evaluado por varios años en ensayos de finca y parcelas de prueba, fue finalmente liberada como ICTA Altense (15).

El color del grano es negro, hábito de crecimiento tipo indeterminado arbustivo, es tolerante a enfermedades como (*Ascochyta* sp.), antracnosis, roya y al picudo de la vaina, se adapta bien a altitudes entre 1,800 y 2,300 metros sobre el nivel del mar, la flor es de color morado, la planta puede alcanzar una altura de 60 a 70 centímetros, las vainas son de color crema, con tonalidades ligeras de color morado, con un promedio de 6 granos por vaina. El ciclo de siembra a cosecha es de 120 días después de la siembra. Con un rendimiento de 2.5 toneladas métricas por hectárea (15).

#### 3.2.5.4 Variedad ICTA Ostúa

Es una variedad de frijol de grano color negro, el crecimiento de la planta es tipo arbolito, en donde sus flores son de color morado, la vaina es de color crema, puede cosecharse a los 60 días, puede llegar a obtenerse un rendimiento comercial a escala de 1.62 Toneladas métricas por hectárea. (13)

ICTA Ostúa es una variedad resistente a enfermedades causadas por hongos como la Roya, o virus como el mosaico dorado (13).

Según la descripción de variedades efectuada por el Instituto de ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), la variedad ICTA Ostúa, es una variedad que puede iniciar su floración a los 37 días después de la siembra, puede llegar a madura a los 69 días en promedio y puede llegar a cosecharse a los 77 días en promedio (13).

#### 3.2.5.5 Variedad ICTA Texel

Es una variedad de frijol de grano color negro, es producida, certificada y comercializada por el ICTA del Ministerio de agricultura Ganadería y Alimentación. Ésta según la descripción de variedades efectuada por el ICTA en 1,992, (26) ésta es una variedad de grano negro, se puede cosechar de 90 a 100 días después de la siembra. Su crecimiento es arbustivo, tiene alrededor de 12 vainas por planta y seis semillas por vaina. Es una planta tolerante a enfermedades causadas por hongos, como lo es *Ascochyta* sp. y Antracnosis, tiene un rendimiento promedio experimental de 1.63 toneladas por hectárea (13).

#### 3.2.5.6 Variedad ICTA Santa Gertrudis

Este cultivar proviene de una cruce doble, la cual fue realizada en el CIAT en el año de 1,998, entre las cruces simples (DOR 364 x G 18521) X (DOR 365 x LM 30630 ) dando como resultado a un material que se denominó DOR 446, Posteriormente en un ensayo realizado en 1990, en el sur oriente del país de Guatemala, se identificó al material una línea de DOR 446, el cual después de ser evaluado en el ensayo de rendimiento de líneas avanzadas de frijol, se le asignó el código Ju 90-2; en posteriores evaluaciones vino a conformar la variedad o cultivar ICTA Santa Gertrudis (14).

Esta es una variedad o cultivar con el grano de color negro opaco, es resistente a mosaico dorado, tolerante a bacteriosis y al picudo de la vaina. Crece bien entre los 50 y 1200 metros sobre el nivel del mar y se puede sembrar en todo el año siembre y cuando en la época seca se utilice riego (14).

La germinación en promedio inicia a los tres días, en tanto que la florescencia de color morado o lila, se observa a los 35 a los 37 días después de la siembra. Las plantas son de hábito de crecimiento arbustivo- indeterminado con guías cortas; éstas pueden alcanzar una altura de 50-

60 Centímetros, cuajando entre 20 y 30 vainas por planta, cinco a siete granos por vaina en promedio, las plantas están listas para ser cosechadas a los 75 días después de la siembra, aunque según el ICTA-MAGA, es recomendable iniciarla a los 85 días después de la siembra, el rendimiento en grano seco al 15% de humedad es de 20 a 25 quintales por manzana (14).

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. General:

Evaluar el rendimiento en grano expresado en kilogramos/hectárea de 6 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de cultivo tradicional, en tres localidades de Chimaltenango y Sololá.

### 4.2. *Específicos:*

1. Evaluar el rendimiento en kilogramos por hectárea de seis variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en Pochuta, Chimaltenango, San Andrés Semetabaj y San Lucas Tolimán en el departamento de Sololá.
2. Estudiar y caracterizar las etapas de desarrollo de seis variedades mejoradas de frijol, evaluadas en Pochuta, Chimaltenango y Comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, y San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.
3. Obtener información de las tecnologías locales tradicionales de manejo del cultivo en Pochuta, Chimaltenango, San Andrés Semetabaj y San Lucas Tolimán, en el departamento de Sololá.

## 5. HIPÓTESIS

1. Por lo menos una de las variedades de frijol (**Phaseolus vulgaris L.**), a evaluar, se comportará de manera diferente a las demás en cuanto a rendimiento de grano en kilogramos por hectárea
2. En al menos una de las 3 localidades evaluadas existirá un comportamiento diferente a las demás en cuanto a rendimiento de grano de frijol expresado en kilogramos por hectárea.
3. Existe interacción entre las variedades de frijol (**Phaseolus vulgaris L.**) a evaluar y la localidad en donde se estén cultivando dichas variedades, en cuanto a rendimiento de grano expresado en kilogramos por hectárea.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Lugar:

La investigación se realizó en tres localidades productoras de frijol negro en el Municipio de: Pochuta, Chimaltenango; San Andrés Semetabaj, y San Lucas Tolimán, Sololá.

### 6.2. Factores a Evaluar

Se evaluaron dos factores siendo los siguientes:

**Factor A:** Variedades de frijol, que son: ICTA Ligero, ICTA Ostúa, ICTA Santa Gertrudis, ICTA Hunapú, ICTA Texel e ICTA Altense.

**Factor B:** Localidades: Que son Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango, comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj y comunidad San Martín, en el municipio de San Lucas Tolimán, Sololá.

### 6.3. Descripción de los Tratamientos

En el experimento se evaluaron 6 tratamientos basados en igual número de variedades mejoradas de frijol negro, los cuales para dicha prueba fueron proporcionados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), como semilla comercial producida en el año 2,004, la cual estaba tratada y envasada para la venta. Las seis variedades constituirán los tratamientos a evaluar, pero repetidos en cada localidad y se detallan en el cuadro, a continuación:

**CUADRO 5.** Descripción de los tratamientos (Variedades) a evaluar en cada localidad.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	ICTA Hunapú
2	ICTA Altense
3	ICTA Texel
4	ICTA Santa Gertrudis
5	ICTA Ligero
6	ICTA Ostúa

#### 6.4. *Diseño experimental.*

El trabajo de investigación, se realizó utilizando un diseño experimental de bloques al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones en cada localidad. Los ensayos fueron idénticos en cada área de trabajo, con el objetivo de que cuando todos los datos estuvieran disponibles, facilitar el análisis de series de experimentos repetidos en el espacio.

La unidad experimental consistió en una parcela de 3.0 metros de ancho por 9.0 metros de largo (27.0 metros cuadrados), la distancia de siembra, será la que el agricultor utilice, al igual que el distanciamiento entre surcos y el número de semillas por postura. Para eliminar el posible efecto de borde, se eliminó uno ó dos surcos dependiendo del distanciamiento de siembra en cada cabecera (más ó menos) y dos plantas de cada lado de los surcos. Cada bloque ó repetición tendrá un área de 162.0 metros cuadrados (9.0 metros de ancho por 18.0 metros de largo). También se contó con tres calles en el experimento, cada una con un ancho de 2.0 metros y un largo de 18.0 metros, por lo que el área total de calles será de 324.0 metros cuadrados. El área total del experimento, (lo cultivado más las calles) fueron de 756.0 metros cuadrados en cada localidad. El experimento quedó como se aprecia en la figura 20.

#### 6.5. *Modelos estadísticos*

Se utilizaron dos modelos estadísticos, el primero que se utilizó fue el de bloques al azar simple, para analizar los datos de cada localidad, posteriormente se utilizará un análisis de series de experimentos repetidos en el espacio, para poder estudiar la posible interacción existente entre el material de frijol negro y la localidad. Los modelos estadísticos se describen a continuación:

##### 6.5.1. *Modelo estadístico para bloques al azar simple*

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Variable respuesta

$\mu$  = Media general del experimento

$\tau_i$  = Efecto del  $i$  .....ésima variedad de frijol negro

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  ....ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

**6.5.2. Modelo estadístico para la serie de experimentos repetidos en el espacio**

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + \beta_{j(i)} + T_k + LT_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta.

$\mu$  = Media general del experimento.

$L_i$  = Efecto de la i...ésima localidad.

$\beta_{j(i)}$  = Efecto del j...ésimo bloque anidado en la i...ésima localidad.

$T_k$  = Efecto del k...ésimo tratamiento (variedad de frijol negro).

$LT_{ik}$  = Efecto de la interacción entre la localidad y las variedades de frijol.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental.

**CROQUIS DE CAMPO**

Var. Santa Gertrudis 

Var. Hunapu 

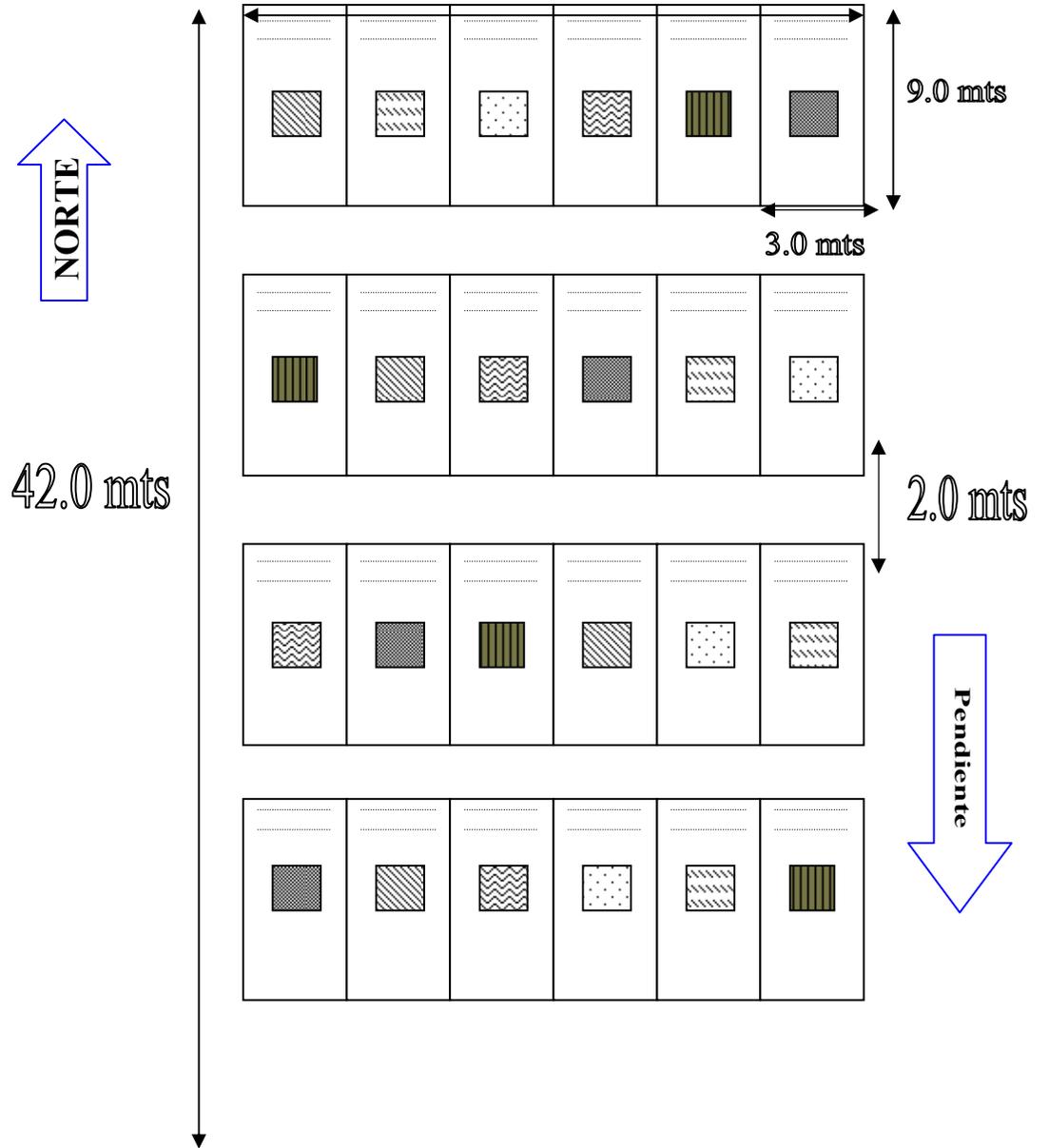
Var. Altense 

Var. Texel 

Var. Ligero 

Var. Ostúa 

FAUSAC/KVL



**Figura 20.** Diseño de la Parcela Experimento

## **6.6. Manejo del Experimento**

### **6.6.1. Preparación del terreno:**

Para cada una de las localidades donde se instaló cada experimento, se procedió a preparar el terreno, de forma mecánica con azadón, se puede obtener mejor detalles en los cuadros 23, 24 y 25 de Actividades realizadas en cada localidad estudiada.

### **6.6.2. Trazado del experimento:**

El trazo del experimento se realizó cuando el terreno ya estaba preparado. Se procuró que los ángulos de cada una de las parcelas estuvieran lo mejor alineados, para lo cual se utilizó una pita, y cinta métrica. Las parcelas se delimitaron con estacas de madera en los vértices y con rafia (pita de Plástico) en el perímetro de cada una. Posteriormente, se hicieron los surcos de cada unidad experimental, de acuerdo al distanciamiento de siembra determinado por el agricultor, procediéndose posteriormente, a la identificación de cada parcela con etiquetas emplastizadas, de acuerdo al tratamiento que le correspondió a cada una.

### **6.6.3. Siembra:**

La siembra de cada localidad se realizó de la forma en que los agricultores acostumbran, en cuanto al número de semillas por postura, distanciamiento entre plantas y entre surcos. Se puede obtener mejor detalles en los cuadros 23, 24 y 25 resumen de actividades realizadas en cada localidad estudiada.

### **6.6.4. Fertilización:**

La fertilización de cada localidad se realizó según la costumbre de cada agricultor, así mismo según la disponibilidad del recurso fertilizante. Se puede obtener mejor detalles en los cuadros 23, 24, 25, resumen de actividades realizadas en cada localidad estudiada.

### **6.6.5. Control de malezas:**

El control de malezas de cada localidad se realizó de forma manual, utilizando azadones, para eliminar las plantas diferentes al cultivo del frijol. Se pueden obtener mejores detalles en los cuadros 23, 24, 25 resumen de actividades realizadas en cada localidad estudiada.

#### **6.6.6. Control de plagas y enfermedades:**

El control de plagas y enfermedades se realizó aplicando productos que cada agricultor utiliza, para lo cual se puede obtener mejor detalles en los cuadros 23, 24 y 25 de actividades realizadas en cada localidad estudiada.

#### **6.6.7. Cosecha:**

Se realizó en cada unidad experimental en forma manual, recolectando todas las plantas (arrancadas), posteriormente se colocaron sobre nylon (plásticos) o costales donde se procedió a secar todo el material colectado (hojas, tallos, raíces, vainas etc.) al sol, cuando las plantas presentaron un secamiento uniforme, se realizó un aporreo (sacar semilla de las vainas), y se procedió a pesar, utilizando balanzas de a libra, anotando el peso correspondiente de cada parcela en cada localidad a evaluar

### **6.7. Variables de Respuesta**

#### **6.7.1. Rendimiento experimental de grano en kg./ha:**

Se colectaron todas las plantas de las parcelas netas, en cada parcela y en cada unidad experimental, para evitar pérdidas del rendimiento, todo lo cosechado en cada unidad experimental se colocó sobre nylon, para su mejor manejo, posteriormente se secaron uniformemente todo el material vegetal, cuando estuvo seco, se sacudió, separando de esta manera los granos de frijol, del resto de material vegetal de la planta, eliminando posteriormente la basura y pesando y realizando la respectiva anotación, esto se realizó en cada localidad estudiada.

#### **6.7.2. Comportamiento de la Interacción de las 6 variedades de Frijol, en las tres Localidades Estudiadas:**

Para conocer el comportamiento de cada uno de los tratamientos evaluados, en lo referente a rendimiento de grano de frijol expresado en kg./ha. Se realiza un análisis del comportamiento de cada uno de los tratamientos, haciendo uso de los valores promedio de rendimiento de cada una, se les realiza un análisis de varianza y para establecer las diferencias entre cada uno de los tratamientos y las localidades, se realiza una prueba de medias por el criterio de Duncan al 0.05 de, posteriormente se analizaron los tratamientos y las localidades, para un mejor entendimiento se realizan cuadros y figuras de gráficas.

**6.7.3. Estudio y caracterización de las etapas del desarrollo de las seis variedades de Frijol.**

El estudio inició desde el momento de la siembra de todas las parcelas y de todas las unidades experimentales, en el planteamiento de la investigación en base a la literatura revisada y propuesta, se procedió a medir las siguientes interrogantes:

**A. Fecha de siembra:** Se procedió a anotar la fecha en que se sembró cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

**B. Fecha de germinación:** Se procedió a anotar la fecha en que empezó a germinar cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

**C. Días a la emergencia**

**i. Fecha de germinación:**

Se procedió a anotar la fecha en que germinó cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

**ii. Fecha de hojas primarias:**

Se procedió a anotar la fecha en que comienza la formación de las hojas primarias de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

**D. Días a las hojas primarias**

**i. Fecha de hojas primarias:**

Se procedió a anotar la fecha en que comienza la formación de las hojas primarias de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

**ii. Fecha de primera hoja trifoliada:**

Se procedió a anotar la fecha en que comienza la formación de la primera hoja trifoliada de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

1. Días a la primera hoja trifoliada

i. Fecha de primera hoja trifoliada:

Se procedió a anotar la fecha en que comienza la formación de la primera hoja trifoliada de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

ii. Fecha de tercera hoja trifoliada:

Se procedió a anotar la fecha en que comienza la formación de la tercera hoja trifoliada de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

2. Días a la tercera hoja trifoliada

i. Fecha de tercera hoja trifoliada:

Se procedió a anotar la fecha en que comienza la formación de la tercera hoja trifoliada de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

ii. Fecha de prefloración:

Se procedió a anotar la fecha en que comienza la prefloración (formación del primer botón ó racimo floral) de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

3. Días a la prefloración

i. Fecha de prefloración:

Se procedió a anotar la fecha en que comienza la prefloración de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

ii. Fecha de floración:

Se procedió a anotar la fecha en que comienza la formación de la floración de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

#### H. Días a la floración

##### i. Fecha de floración:

Se procedió a anotar la fecha en que comenzó la floración de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

##### ii. Fecha de formación de vainas:

Se procedió a anotar la fecha en que comenzó la formación de vainas de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

#### a. Días a la formación de vainas

##### i. Fecha de formación de vainas:

Se procedió a anotar la fecha en que comenzó la formación de vainas de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

##### ii. Fecha de llenado de vainas:

Se procedió a anotar la fecha en que comenzó la formación del llenado de vainas cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

#### J. Días al llenado de vainas

##### i. Fecha de llenado de vainas:

Se procedió a anotar la fecha en que comenzó el llenado de vainas de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad

##### ii. Fecha de maduración:

Se procedió a anotar la fecha en que comenzó la maduración, de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

## K. Días a la maduración

### i. Fecha de inicio de la maduración:

Se procedió a anotar la fecha en que comenzó la maduración de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad

### ii. Fecha de fin de maduración:

Se procedió a anotar la fecha en que comenzó el fin de la maduración de cada variedad, de cada unidad experimental, y de cada localidad.

## **6.7.4. Análisis De los Datos**

### **6.7.4.1. Análisis Rendimiento experimental en kg./ha:**

Para cada una de las localidades se les realizó un análisis de varianza, con la finalidad de determinar si existían diferencias significativas, entre los tratamientos, determinándose por medio de la regla de decisión "Si el valor de la p-valor en los tratamientos es menor a 0.05, entonces existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Cuando se encontró significancia, se hizo necesario realizar la comparación múltiple de medias utilizando la prueba Duncan, con el fin de encontrar el, o los mejores tratamientos. Para dicho análisis se utilizó el programa SAS (System Analysis Statistical v. 6.12); para su mejor comprensión, se presentan y se discuten cada una de las salidas y resultados, obtenidos, A demás se elaboraron cuadros y gráficos para facilitar la interpretación, el análisis y la discusión de resultados.

### **6.7.4.2. Análisis del Comportamiento de la Interacción de las 6 variedades de frijol, en las tres localidades estudiadas:**

Se realizó un análisis de comparación de rendimientos en Kg./ha entre las tres localidades estudiadas, con la finalidad de conocer el comportamiento de las seis variedades en estudio, se analizaron los datos de rendimiento promedio en Kg/ha. Utilizando el programa SAS (System Analysis Statistical, v. 6.12), se realizó un análisis de serie de experimentos, puesto que la investigación instaló el mismo experimento en las tres localidades, lo que permitió conocer cómo se expresaron los materiales mejorados en cada una de las localidades, también el comportamiento, lo cual se presenta en la sección de resultados y discusión.

**6.7.4.3. *Análisis del Estudio de las Diferentes Etapas Fenológicas de las Seis Variedades.***

Para conocer el comportamiento fenológico de las seis variedades de frijol, inicialmente se realizó un cuadro resumen de los resultados obtenidos, que muestra los días utilizados por cada material mejorado de frijol, en cada una de las diferentes etapas fonológicas, utilizando el promedio en días para observar el comportamiento de cada tratamiento (variedad), esto para cada parcela experimental, o sea en las tres localidades donde se instalaron los experimentos. Se utilizan cuadros y figuras de gráficas con la finalidad de tener una mejor comprensión.

**6.7.4.4. *Información de Los Métodos Locales tradicionales de Siembra.***

Considerando que los agricultores de diferentes regiones de Guatemala, utilizan algunos métodos diferentes de siembra, como distanciamientos de siembra, número de semillas por postura de plantas, la utilización de insumos agrícolas para la producción como lo son: Pesticidas y fertilizantes, se procedió a realizar una descripción de las formas en la que estos productores hicieron posible la producción del cultivo, en las parcelas experimentales y en cada una de las localidades.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. Rendimiento experimental de grano en kg. /Ha:

El cultivo de frijol, en cada una de las localidades donde se instaló un experimento, expresó diferentes rendimiento en Kg./ha, para cada uno de los tratamientos en estudio, es de mencionar que las variedades que en este caso eran los tratamientos, en cada localidad se comportaron uniformemente, lo que permitió colectar los granos de cosecha casi en la totalidad en un solo corte. En cada corte y con cada unidad experimental, se utilizaron nylon para colectar las plantas de cada parcela experimental según su variedad, y se procedió a secarlas al sol, sobre nylon o sobre láminas de zinc. Cuando las vainas de las plantas estaban secas, se procedió, a sacudirlas sobre un nylon y a eliminar la basura para posteriormente, pesar el rendimiento en grano de cada uno de los tratamientos y repeticiones del experimento.

Los resultados del rendimiento en granos de frijol se presentan en los siguientes cuadros 6, 7 y 8 las que representan a cada una de las localidades evaluadas.

**Cuadro 6. Rendimiento en grano de frijol en Kg./ ha de los tratamientos en comunidad: Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.**

Tratamientos (Variedades)	Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV		
1. ICTA Hunapú	881.83	1143.86	777.69	745.78	<b>3,549.16</b>	<b>887.29</b>
2. ICTA Altense	651.72	492.15	609.73	369.53	<b>2,123.13</b>	<b>530.78</b>
3. ICTA Texel	772.65	873.44	713.87	567.73	<b>2,927.69</b>	<b>731.92</b>
4. ICTA Santa Gertrudis	786.09	777.69	873.44	688.67	<b>3,125.89</b>	<b>781.47</b>
5. ICTA Ligero	471.99	520.7	534.14	399.76	<b>1,926.59</b>	<b>481.65</b>
6. ICTA Ostúa	723.94	881.83	765.94	688.67	<b>3,060.38</b>	<b>765.10</b>
Total	<b>4,288.22</b>	<b>4,689.67</b>	<b>4,274.81</b>	<b>3,460.14</b>	<b>16,712.84</b>	<b>696.37</b>

**Cuadro 7. Rendimiento en Grano de Frijol en Kg./ ha de los tratamientos en Comunidad: Calíaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.**

Tratamientos (variedades)	Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV		
1. ICTA Hunapú	891.91	745.78	1049.8	1301.76	<b>3,989.25</b>	<b>997.31</b>
2. ICTA Altense	688.67	1259.76	1027.97	945.66	<b>3,922.06</b>	<b>980.52</b>
3. ICTA Texel	1721.68	1038.04	883.51	912.07	<b>4,555.3</b>	<b>1138.83</b>
4. ICTA Santa Gertrudis	671.87	346.01	755.86	807.93	<b>2,581.67</b>	<b>645.42</b>
5. ICTA Ligero	797.85	441.76	555.98	576.13	<b>2,371.72</b>	<b>592.93</b>
6. ICTA Ostúa	671.87	555.98	765.94	891.91	<b>2,885.7</b>	<b>721.43</b>
<b>Total</b>	<b>5,443.85</b>	<b>4,387.33</b>	<b>5,039.06</b>	<b>5,435.46</b>	<b>20,305.7</b>	<b>846.07</b>

**Cuadro 8. Rendimiento en Grano de Frijol en Kg./ Ha de los tratamientos en Comunidad: San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.**

Tratamientos (Variedades)	Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV		
1. ICTA Hunapú	891	745.78	1049.8	1301.76	<b>3,988.34</b>	<b>997.085</b>
2. ICTA Altense	668.67	1259.76	1027.97	945.66	<b>3,902.06</b>	<b>975.51</b>
3. ICTA Texel	1721.68	1038.04	1017.89	1248.01	<b>5,025.62</b>	<b>1256.41</b>
4. ICTA Santa Gertrudis	671.87	346.01	755.86	807.93	<b>2,581.67</b>	<b>645.42</b>
5. ICTA Ligero	797.85	441.76	555.98	576.13	<b>2,371.72</b>	<b>592.93</b>
6. ICTA Ostúa	671.87	555.98	765.94	891.91	<b>2,885.7</b>	<b>721.43</b>
<b>Total</b>	<b>5,422.94</b>	<b>4,387.33</b>	<b>5,173.44</b>	<b>5,771.4</b>	<b>20,755.11</b>	<b>864.80</b>

En los tres cuadros 9, 11 y 13 se resumen cada uno de los análisis de varianza realizados a la información de cada localidad en estudio, estos análisis se realizaron con la finalidad de conocer el comportamiento y la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, en lo referente al Rendimiento en grano de frijol en Kg./ha.

**Cuadro 9. Análisis de Varianza para el rendimiento en grano de frijol negro, Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.**

FV	GL	SC	CM	F.C	P-valor (significancia)
Bloques	3	133108.27	44369.42	5.97	0.0069
Variedades	5	492819.84	98563.96	13.26	0.0001
Error	15	111459.01	7430.60		
Total	23	737387.11			

CV 12.38%

En el cuadro 9, se puede observar, el resumen del análisis de varianza, en donde el **p-valor** (probabilidad) para tratamientos que en este caso son las variedades es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando con esto que sí hay diferencias significativas, entre cada uno de los tratamientos estudiados, también se puede decir con esta información que uno de los 6 tratamientos en estudio es mejor, en cuanto al comportamiento del rendimiento de grano de frijol, expresado en kg./ha, con lo cual se rechaza la hipótesis nula que indica el mismo efecto de los tratamiento sobre la variable de respuesta.

Para establecer cual de las variedades de frijol (tratamientos), estudiadas era la mejor, con el mayor rendimiento en kg./ha, se realizó para ello una prueba o comparación múltiple de medias por el criterio de "Duncan" al 0.05 de significancia, esta prueba detecta cual o cuales de los tratamientos están provocando estas diferencias. Duncan demuestra resultados más detallados y discrimina con mayor facilidad entre los tratamientos, ésta tiene la limitante para ser exactos, que todos los tratamientos debieran tener el mismo número de repeticiones, pero no existiendo para este experimento, pues el mismo contaba con todas las unidades experimentales (9).

Los resultados obtenidos en la salida del programa SAS (System Analysis Statistical) se presentan en el cuadro 10.

**Cuadro 10. Prueba de Duncan para el rendimiento en grano de frijol Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.**

Variedades	Media (Kg/ha)	Duncan al 5%
T1 I. Hunapú	887.29	A
T4 I. Sta. Gertrudis	781.47	A B
T6 I. Ostúa	765.10	A B
T3 I. Texel	731.92	B
T2 I. Altense	530.78	C
T5 I. Ligeró	481.65	C

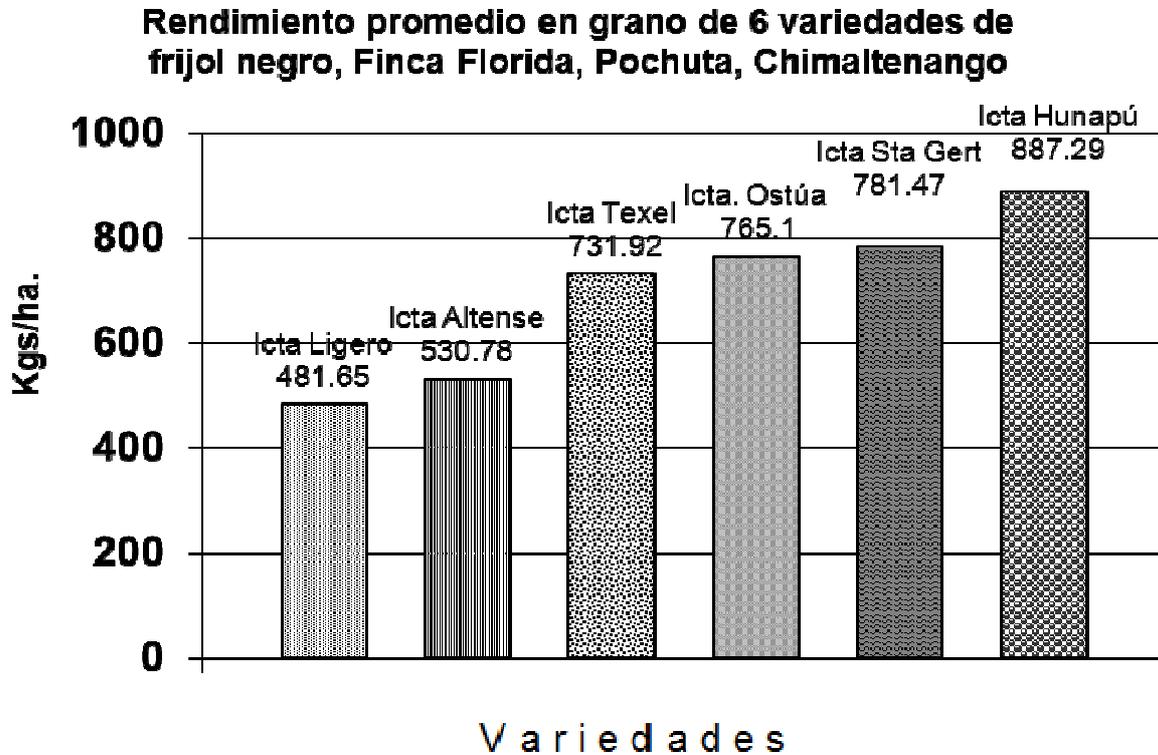
*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )*

El cuadro 10, correspondiente al análisis de comparación de medias por el criterio de Duncan al 0.05 de significancia, se puede observar que se presentan tres tipos de comportamientos, en donde los tratamientos que mejores resultados ofrecieron estadísticamente, en lo que se refiere a rendimiento en Kg./ha, son el ICTA Hunapú, ICTA Santa Gertrudis, ICTA Ostúa ya que estos fueron los que lograron mayor producción con valores de 887.29, 781.47, y 765.10 kg./ha., respectivamente sobre el resto, los otros tratamientos para la localidad de La Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango, en menor orden de importancia está el tratamiento que logró una producción media, el cual fue el ICTA Texel, con un comportamiento de producción media de 731.92 Kg./ha.

Por último mencionar que los tratamientos ICTA Altense e ICTA Ligeró tienen una media de producción de 530.78 y 481.65 Kg./ha., respectivamente presentando los menores rendimientos dentro de todos los evaluados, por lo que si el propósito fuera utilizar a estas dos últimas variedades con fines de mejoramiento en rendimiento, fisiológicamente hablando no serían tratamientos recomendables.

Para mejor visualización de los resultados obtenidos en el cuadro 10, se presenta la figura 21, en la cual se puede apreciar el comportamiento de los rendimientos medios de cada una de las variedades evaluadas.

Figura 21. Rendimiento promedio de Seis variedades de frijol en grano, en kg/ha comunidad “Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango”.



Cuadro 11. Análisis de Varianza para el rendimiento en grano de frijol, comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.

FV	GL	SC	CM	F.C	P-valor (significancia)
Bloques	3	123359.22	41119.74	0.66	0.5898
Variedades	5	986131.61	197226.32	3.16	<0.0381
Error	15	935880.58	62392.03		
Total	23	2045371.41			

CV 29.52 %

El análisis del cuadro 11, demostró también que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados en la comunidad de Caliaj, San Andrés Semetabaj, Como se puede observar en el cuadro de análisis de varianza el **p-valor** para tratamientos es de 0.0381 el cual es menor al 0.05 de significancia con el cual se realizo la prueba, evidenciando diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, con lo cual se rechaza la hipótesis nula que indica el mismo efecto de los

tratamientos sobre la variable de respuesta. Observando el análisis de varianza y sus resultados, se procedió a realizar el análisis post-andeva, que consiste en una prueba por el criterio de Duncan al 0.05 de significancia, para determinar cual o cuales de los tratamientos están provocando estas diferencias, esto puede apreciarse en el cuadro siguiente.

**Cuadro 12. Prueba de Duncan para el rendimiento en grano de frijol, comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.**

Variedades		Media (Kg/ha)	Duncan al 5%
T3	I. Texel	1138.83	A
T1	I. Hunapú	997.31	A B
T2	I. Altense	980.52	A B
T5	I. Ostúa	721.43	B
T4	I. Santa Gertrudis	645.42	B
T6	I. Ligero	592.93	B

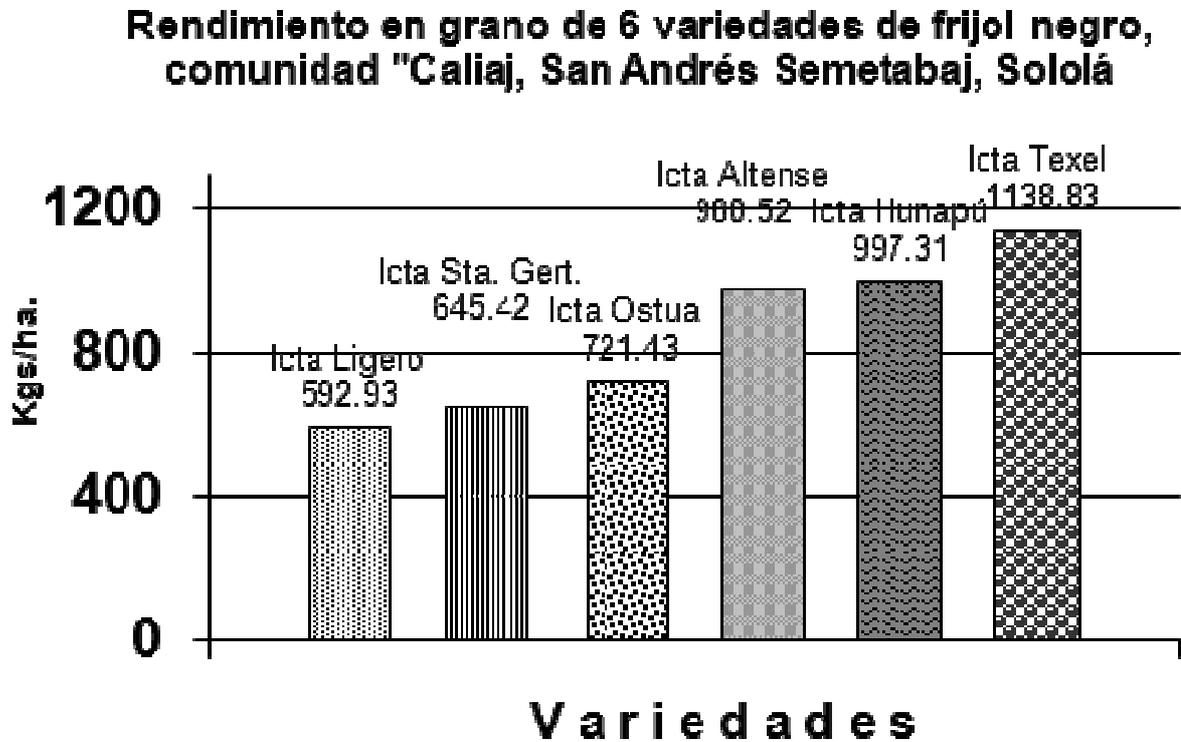
Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

Los resultados del cuadro 12, demostraron estadísticamente que sí existen dos comportamientos diferentes, en lo que se refiere a rendimiento en grano (Kg./ha), de frijol, en la comunidad de Caliaj, San Andrés Semetabaj, los tratamientos ICTA Texel, ICTA Hunapú e ICTA Altense, presentaron medias de producción de grano de 1,138.83, 997.31 y 980.52 en kg./ha, respectivamente, ya que fueron los que lograron los mayores volúmenes de rendimiento.

Los 3 restantes tratamientos, Las variedades ICTA Ostúa, ICTA Santa Gertrudis e ICTA Ligero, son los que menores rendimientos de producción ofrecieron con 721.43, 645.42, y 592.93 kg./ha., respectivamente por lo cual, no son tratamientos recomendables fisiológicamente, si el propósito fuese aumentar la producción para la localidad de la comunidad Caliaj en el municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá.

Para una mejor visualización de los resultados obtenidos en esta comparación de medias referentes a los rendimientos, se presenta la figura 22, en donde se puede observar el comportamiento ascendente de cada una de las variedades, según posición que fueron ocupando.

Figura 22. Rendimiento promedio de seis variedades de frijol, en grano, en kg/ha, comunidad "Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá".



Cuadro 13. Análisis de varianza para el rendimiento en grano de frijol, comunidad San Martín San Lucas Tolimán, Sololá.

FV	GL	SC	CM	F	P-valor (significancia)
Bloques	5	172805.73	57601.91	1.15	0.3623
Variedad	3	1302839.91	260567.98	5.19**	<0.0058
Error	15	753243.16	50216.21		
Total	23	2228888.80			

CV 25.91%

El análisis realizado a los valores obtenidos en la Comunidad de San Martín, permitió determinar que el p-valor para tratamientos que en las tres localidades han sido las variedades, es de 0.0058 el cual es menor al 0.05 de significancia con el cual se realizó la prueba, evidenciando diferencia significativa entre los tratamientos evaluados expresado en kg./ha, con lo cual se rechaza la hipótesis nula, que indica el mismo efecto de los tratamiento sobre la variable de respuesta.

Observando el análisis de varianza y sus resultados se procedió a realizar el análisis post-andeva, que consiste en una prueba por el criterio de Duncan al 0.05 de significancia, para detectar cual o cuales de los tratamientos están provocando estas diferencias. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro 14. Prueba de Duncan para el rendimiento en grano de frijol negro, comunidad San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.**

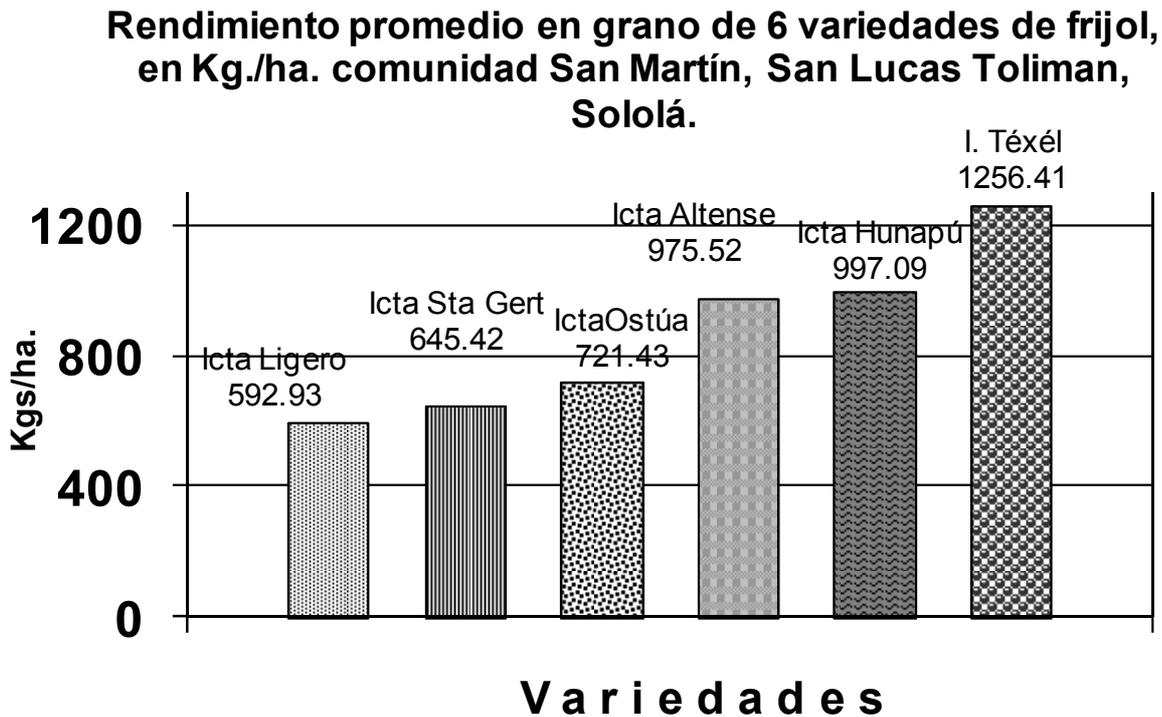
Variedades		Media (Kg/ha)	Duncan al 5%
T3	I. Texel	1256.41	A
T1	I. Hunapú	997.09	A B
T2	I. Altense	975.52	A B
T6	I. óstua	721.43	B C
T4	I. Santa Gertrudis	645.42	B C
T5	I. Ligero	592.93	C

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )*

En el cuadro 14, correspondiente al análisis de comparación de medias por el criterio de Duncan al 0.05 de significancia, se puede apreciar que también existen tres tipos de comportamientos diferentes en donde se recomienda los tratamientos ICTA Texel, ICTA. Hunapú, e ICTA Altense, ya que estos fueron los que lograron mayor producción con valores de 1,256.41, 997.09, y 975.52 Kg./ha., respectivamente. Los tratamientos que lograron una producción media fueron los tratamientos I. Ostúa e I. Santa Gértudis con una producción media de 721.43 y 645.42 Kg./ha., respectivamente, y por último se obtuvo que el tratamiento ICTA Ligero, tiene la media de producción en 592.93 kg./ha obteniendo el menor rendimiento dentro de los tratamientos evaluados por lo cual no es un tratamiento fisiológicamente recomendable si el propósito fuese aumentar la producción.

Estos resultados se pueden visualizar de una mejor manera en la figura 23, en la cual se aprecian los comportamientos de los diferentes valores entre las medias de rendimiento expresadas en Kg./ha para la localidad de San Martín.

Figura 23. Rendimiento promedio de seis variedades de frijol, en Kg./ha. Comunidad "San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.



**7.2. Comportamiento de la interacción de las 6 variedades de frijol, en las tres localidades estudiadas:**

En el cuadro 15, se presentan los resultados de rendimiento promedio de frijol en grano en Kg./ha, de cada una de las localidades en estudio, con la finalidad de realizar el análisis de varianza de la serie de experimentos, en dicho cuadro se considera a las tres localidades, los resultados obtenidos fueron analizados con el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, v. 6.12) .

Los resultados obtenidos a nivel experimental, para esta variable se muestran en el cuadro 15.

**Cuadro 15. Rendimiento en grano de frijol, en Kg./ha.**

Variedad	Localidad			Promedio Inter- Localidad
	San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá	Calyaj, San Andrés, Semetabaj, Sololá.	Finca Florida Pochuta Chimaltenango	
ICTA Texel	<b>1,256.41</b>	<b>1,138.83</b>	<b>731.92</b>	<b>1,042.39</b>
ICTA Hunapú	<b>997.09</b>	<b>997.31</b>	<b>887.29</b>	<b>960.56</b>
ICTA Altense	<b>975.51</b>	<b>980.52</b>	<b>530.78</b>	<b>828.94</b>
ICTA Ostúa	<b>721.43</b>	<b>721.43</b>	<b>765.10</b>	<b>735.99</b>
ICTA Santa Gertrudis	<b>645.42</b>	<b>645.42</b>	<b>781.47</b>	<b>690.77</b>
ICTA Ligero	<b>592.93</b>	<b>592.93</b>	<b>481.65</b>	<b>555.84</b>
Promedio Total	<b>864.80</b>	<b>846.07</b>	<b>696.37</b>	<b>802.41</b>

En el cuadro 16, se presentan los resultados del análisis de varianza de la serie de experimentos, de las tres localidades, con los resultados obtenidos del experimento de la variable rendimiento de frijol en kg./ha.

**Cuadro 16. Análisis de Varianza para el rendimiento en grano kg./ha., de frijol.**

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C	SIGNIFICANCIA
Bloque (loc)	9	429273.22146250	47697.02460694	1.19	0.3234
Variedad	5	1931744.89157362	386348.97831472	9.66	0.0001
Localidad	2	409035.54278611	204517.77139305	5.11	0.0100
Varie*loc	10	850046.46998055	85004.64699806	2.12	0.0420
Error	45	1800582.74386246	40012.94986361		
Total	71	5420682.86966524			

CV 24.93 %

En el cuadro 16, podemos observar que sí existen diferencias significativas para las variedades evaluadas y las localidades. Además se puede apreciar que no existen diferencias significativas para el factor variedad por localidad, observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-andeva, que consiste en una prueba por el criterio de Duncan al 0.05 de significancia, para determinar cual de las localidades era la que mejor se comportaba, en cuanto a rendimiento en

grano, también cuales de los tratamientos están provocando estas diferencias. Los resultados se presentan en el cuadro 17:

**Cuadro 17. Prueba de Duncan para el factor variedad y la variable rendimiento experimental de frijol en kg./ha.**

<b>VARIEDAD</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DUNCAN 5%</b>
ICTA Texel	1,042.38	A
ICTA Hunapu	960.56	A B
ICTA Altense	828.94	B C
ICTA Ostúa	735.98	C
ICTA Santa Gertrudis	690.77	C D
ICTA Ligero	555.84	D

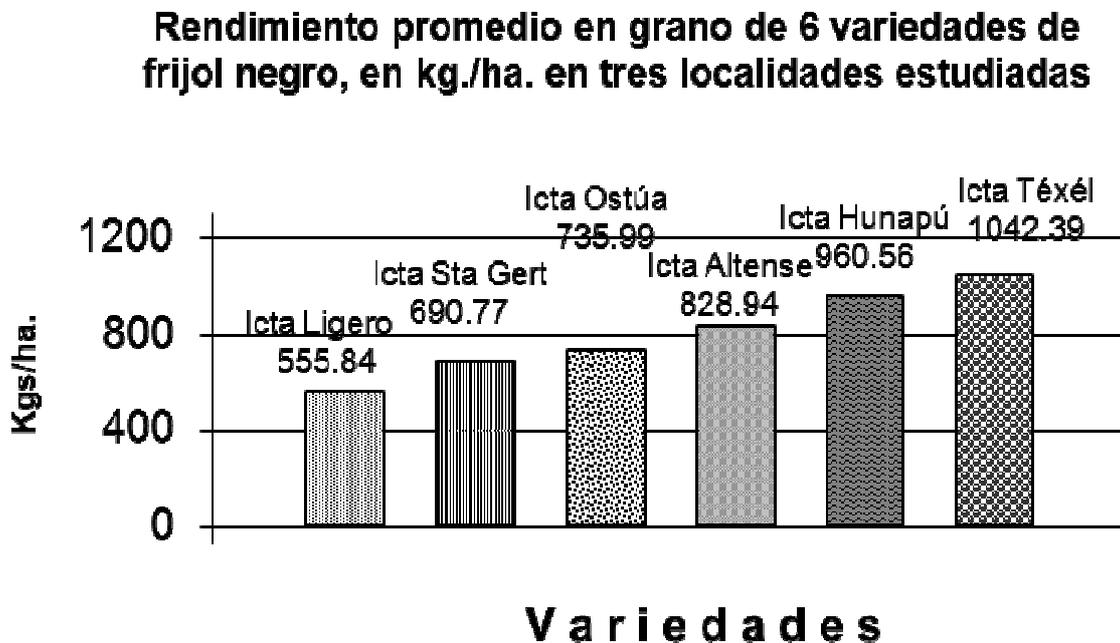
La prueba por el criterio de Duncan al 0.05 de significancia, formó un primer grupo que lo conforman las variedades ICTA Texel e I. Hunapú, presentando los mejores rendimientos, de los cuales el I. Texel es el que presenta el mejor rendimiento con un total de 1,042.38 kg./ha., e I. Hunapú con 960.56 kg./ha.

De los resultados de la prueba en el cuadro 16, se forma un segundo grupo con las variedades I. Altense, I. Ostúa e I. Santa Gertrudis con rendimientos de 828.94, 735.98 y 690.77 kg./ha respectivamente, estas tres variedades son estadísticamente iguales.

De la misma manera se pudo observar en el cuadro 16, la formación de un tercer grupo que es donde se encuentra el ICTA Ligero, el cual expresó el rendimiento más bajo relacionado a todos los tratamientos, en las tres localidades con un promedio de 555.81 kg./ha.

La figura 24, demuestra el comportamiento las 6 diferentes variedades evaluadas y sus respectivos valores de rendimiento promedio expresado en kg./ha., para las 3 localidades donde se realizaron los experimentos.

**Figura 24.** Comportamiento del rendimiento promedio de seis variedades de frijol, en grano, en kg/ha, de tres localidades estudiadas.



### 7.2.1. Comportamiento de Las Variedades en Las tres Localidades

El rendimiento en kg/ha, de cada una de las variedades, dependió de su respuesta a las condiciones climatológicas y edáficas de cada localidad, también a su resistencia o susceptibilidad a plagas y enfermedades, aunque éstas es de mencionar que no atacaron Intensamente, se menciona algunos de los factores que pudieron Incidir en la producción del cultivo y que incidió en la sumatoria de las tres localidades.

ICTA Texel:

Como se pudo apreciar en el análisis de varianza y la prueba de Duncan, y se observó de una mejor manera en la figura 24, al observar el cuadro número 17 esta variedad fue la mejor en dos de tres localidades estudiadas, expresando buen rendimiento en Kg./ha., al momento del desarrollo del experimento, se pudo observar que esta variedad, tiene buen potencial sobre todo porque es

resistente a plagas y enfermedades y se comporta aceptablemente en lugares de altitud de 1,300 msnm en adelante.

#### ICTA Hunapú

Esta variedad también se comportó aceptablemente en cuanto a rendimiento, su promedio en las tres localidades es 960.56 Kg./ha Permitiendo mencionar que es un material mejorado de buen tamaño de grano, resistente a plagas y que se comporta bien, desde altitudes que van desde los 1,200 msnm.

#### ICTA Altense:

En términos de las tres localidades la variedad Altense también se desarrolló aceptablemente, teniendo un promedio general de rendimiento de 828.94 kg./ha. Considerando que dos de las tres localidades donde se instaló el experimento superan los 1,300 msnm, Su tamaño de grano aceptable, resistente también a plagas y a enfermedades.

#### ICTA Ostúa

Esta variedad tubo un comportamiento casi similar en las tres localidades, su promedio general de producción en las tres localidades fue de 735.99 kg./ha, se desarrolla bien en términos generales, en altitudes con un rango de 1200 hasta 2000 msnm.

#### ICTA Santa Gertrudis

Fue la quinta en Cuanto a su comportamiento en las tres localidades, con un promedio de producción de 690.77 Kg. /ha. Lo que nos permite inferir que tiene un comportamiento desfavorable en altitudes mayores a 1,500 msnm.

#### ICTA Ligero

Esta variedad según se pudo apreciar, es de grano pequeño, pero agresiva en cuanto a su desarrollo de las diferentes fases fenológicas por la que atraviesa la planta de frijol, en las tres localidades se comportó de la misma manera obteniendo los resultados más bajos en cuanto a rendimiento en Kg./ha con 555.84.

### 7.2.2. Comparación del Comportamiento de las variedades para el Factor localidad:

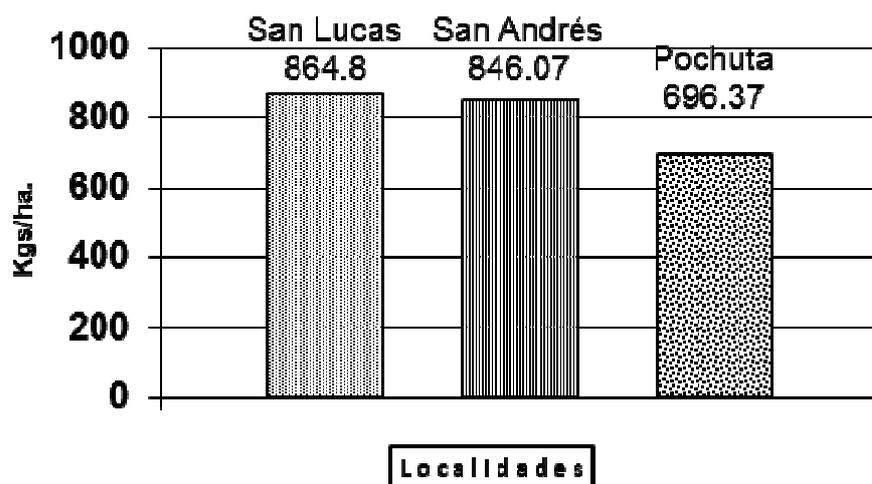
A continuación se procedió a efectuar la prueba múltiple de medias de Duncan con 0.05 de significancia para el factor localidad, esto debido a que presentó diferencia significativa en el análisis de varianza, para la variable rendimiento en grano expresado en kg./ha. Esto se determinó obteniendo el valor promedio de producción de todos los tratamientos para cada localidad.

**Cuadro 18.** Prueba de Duncan para el factor localidad y la variable rendimiento de frijol en kg./ha.

VARIEDAD	MEDIA	Duncan 5% DE SIGNIFICANCIA
San Martín, San Lucas Tolimán.	864.80	A
San Andrés, Semetabaj	846.07	A
Pochuta, Chimaltenango	696.37	B

En el cuadro 18 se puede observar que la prueba de Duncan al 0.05 de significancia, separó a las localidades de tal manera, que las colocó en dos grupos. La localidad San Martín, se encuentra con el mayor rendimiento con 864.80 kg/ha, pero cercano a ésta, se tiene a San Andrés Semetabaj, con 846.07 kg/ha. Teniendo un patrón de rendimiento similar, y si comportándose diferente con la localidad de Pochuta, Chimaltenango, con el menor rendimiento 696.37 kg./ha.

**Figura 25** Rendimiento experimental de frijol en kg./ha. En las tres localidades



Como se puede apreciar en la figura anterior el rendimiento en kg./ha., fue diferente para cada una de las localidades, según se puede observar en la figura anterior en la localidad de Pochuta, fue

en donde menores valores de producción expresaron las variedades en términos generales. En contra posición las localidades de San Lucas y San Andrés, las dos del departamento de Sololá, se comportaron de manera similar según se puede apreciar en el cuadro 18.

#### **7.2.2.1 Localidad de San Lucas Tolimán, Sololá.**

La localidad de San Martín, San Lucas Tolimán, fue donde se obtuvieron los mejores resultados, con 864.80 Kg./ha., promedio de todas las variedades, algunos de los factores que pudieron haber incidido a que esto sucediera, fueron: el rápido y homogéneo crecimiento, no hubo presencia de plagas que hayan sido altamente dañinas, la fertilización que se implementó por parte del agricultor fue aceptable, es de mencionar que el agricultor encargado de dirigir esta parcela experimental, tiene aceptable experiencia en el manejo del cultivo del frijol, las condiciones de suelo son favorables para el desarrollo del cultivo.

#### **7.2.2.2 Localidad de San Andrés Semetabaj, Sololá**

Esta localidad tubo un comportamiento similar en cuanto a rendimientos de grano, con una media de 846.97 kg./ha comportándose casi similar en términos generales de todas las variedades a la parcela experimental de San Lucas Tolimán, tampoco en esta comunidad existieron plagas que provocaran daños significativos, las condiciones de suelo también son buenas, y la experiencia del agricultor también era aceptable.

#### **7.2.2.3 Localidad de Pochuta Chimaltenango.**

En esta localidad fue donde menor rendimiento promedio se obtuvo, con 696.37 algunos de los factores que pudieran haber incidido, fueron la poca experiencia que tenía el agricultor en la siembra de este grano, el manejo que el agricultor le haya brindado al manejo del experimento y las condiciones climáticas que imperaron en esa época, en la zona donde se estableció el experimento.

### **7.3 Estudio de las Diferentes Etapas Fenológicas de las Seis Variedades.**

El cultivo del frijol con las 6 variedades estudiadas, en cada una de las tres localidades donde se realizaron los experimentos, presentó ciclos de crecimiento diferentes, es decir que en cada una de las localidades, se sembraron el mismo día todas las repeticiones, pero diferentes días entre localidades, desde el momento de la siembra, hasta la fecha de corte de las vainas de la planta se

obtuvieron ciclos que fueron entre 78 días y 110 días, en el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos.

En los tres cuadros siguientes 19, 20 y 21 el comportamiento fenológico de los tratamientos estudiados, pero cada uno se discute por separado para cada localidad.

El cuadro 19, permite observar el comportamiento de las 6 variedades de frijol negro, en lo que se refiere a los días que emplea cada tratamiento, en las diferentes fases que componen su desarrollo, desde los días a la germinación, hasta que se realizaron los cortes de la cosecha.

Como se puede apreciar en el cuadro 19, muestra que las 6 variedades tienen un comportamiento casi similar, en sus diferentes fases de crecimiento, sobresaliendo la variedad ICTA Ligero, con un promedio de 86 días finales, hasta cuando se realizó la cosecha. En segundo lugar se puede apreciar que las variedades ICTA Ostúa, es la que mejor se comportó en cuanto a tiempo de desarrollo, estableciéndose que para que suceda la cosecha, deben transcurrir desde el momento de la siembra 97 días en promedio. El comportamiento de las variedades ICTA Santa Gertrudis e ICTA Altense, fueron similares al establecerse 97 días en promedio, hasta el momento de su cosecha después de haberse sembrado. Finalmente se encuentran las variedades ICTA Hunapú e ICTA Texel respectivamente, con promedios de desarrollo de 98.25 y 99.75 días respectivamente, para que suceda la cosecha.

El comportamiento de las seis variedades en estudio expresado en días, es casi similar y como se puede observar por la uniformidad de los datos obtenidos, no fue necesario practicar el análisis de varianza correspondiente, ya que se consideró diferencias no significativas entre los mismos. Para tener una mejor referencia se presenta la figura 26, donde se observan los días promedio que sucedieron entre la siembra, las diferentes etapas fenológicas y la cosecha de cada uno de los materiales mejorados, a los cuales se les realizó el estudio, observándose el orden, de los tiempos utilizados por cada material vegetativo mejorado.

Estos resultados ayudan a estudiar y explicar que el comportamiento observado en la localidad de Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango pueda deberse al manejo, atención que el productor le brindó al cultivo, y a las condiciones climáticas que predominaron en zona, entre los meses de Abril y Septiembre del año 2005.

Al observar y comparar los resultados del cuadro 16, los rendimientos expresados en Kg./ha., se puede apreciar que los mejores resultados ofrecidos son: ICTA Texel, ICTA Hunapú, ICTA Altense, e ICTA Ostúa e ICTA Santa Gertrudis, sin embargo al contrastarlos con los tiempos que

estos utilizan para completar su ciclo de vida, son ICTA Ostúa e ICTA Santa Gertrudis los que mejores comportamientos presentan en cuanto a tiempo utilizado desde el momento de su siembra, hasta la cosecha, por lo que para esta localidad, serian los tratamientos a recomendar fisiológicamente.

**Cuadro 19: Comportamiento en días de 6 variedades de frijol, comunidad: Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.**

Tratamientos Variedades	Siembra	Días a la germinación	Días a la Emer- gencia	Días a las hojas primarias	Días a la primera hoja trifoliada	Días a la tercera hoja trifoliada	Días a la pre- floración	Días a la floración	Días a la forma- ción de vainas	Días al llenado de vainas	Días a la madura- ción	Cosecha
<b>ICTA Ostúa</b>	0	4.75	7	8	14.25	20.75	23.75	31.75	50.5	56.5	82.5	<b>94.5</b>
<b>ICTA Ligero</b>	0	3.5	7	9	14.5	22	25	33.5	51.75	56.25	82	<b>86</b>
<b>ICTA Santa. Gertrudis</b>	0	6	7.	9.25	13.75	22	25	33	52	58	85	<b>97</b>
<b>ICTA Hunapú</b>	0	4.75	7	10.75	15	21.75	24.75	32.75	52.5	58.5	85.75	<b>98.25</b>
<b>ICTA Altense</b>	0	4.5	7	10.75	15.25	21.75	24.75	32.75	51.5	57.5.	84	<b>97</b>
<b>ICTA Texel</b>	0	3.75	7	9.75	16.25	24	27	35	54.25	60.25	87.75	<b>99.75</b>

Figura 26. Comportamiento fenológico de las 6 variedades de frijol, Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.

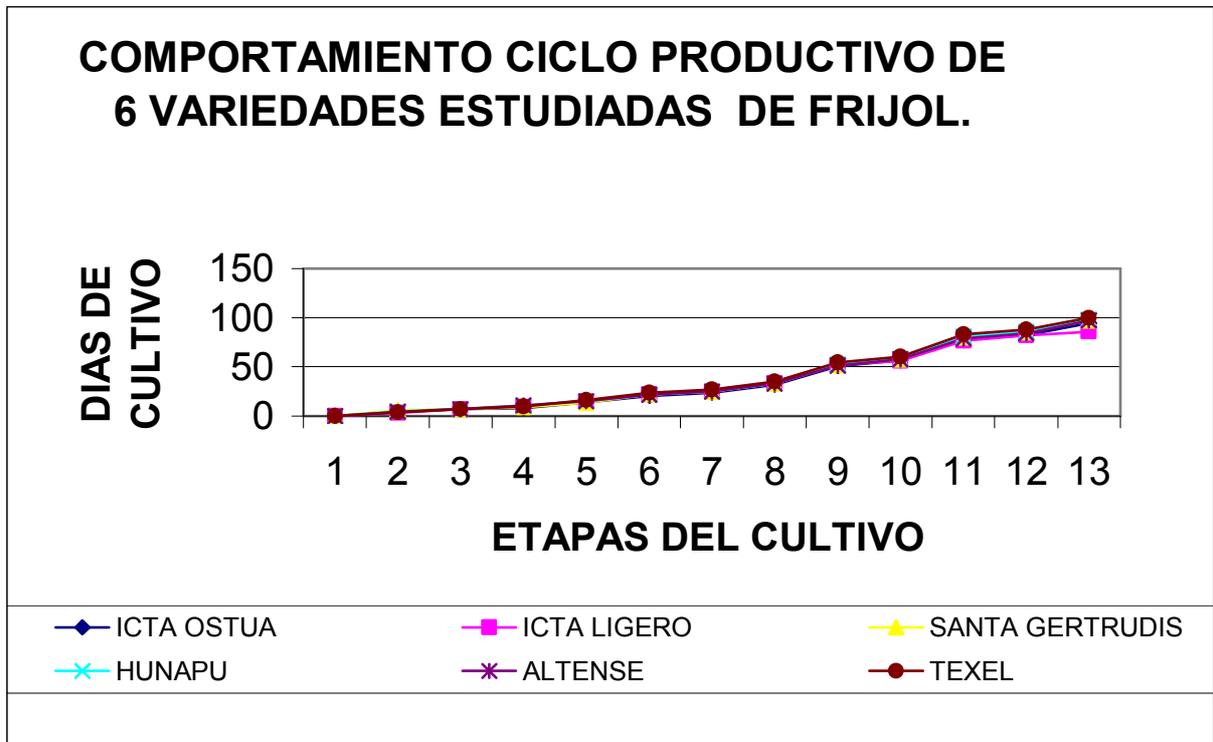
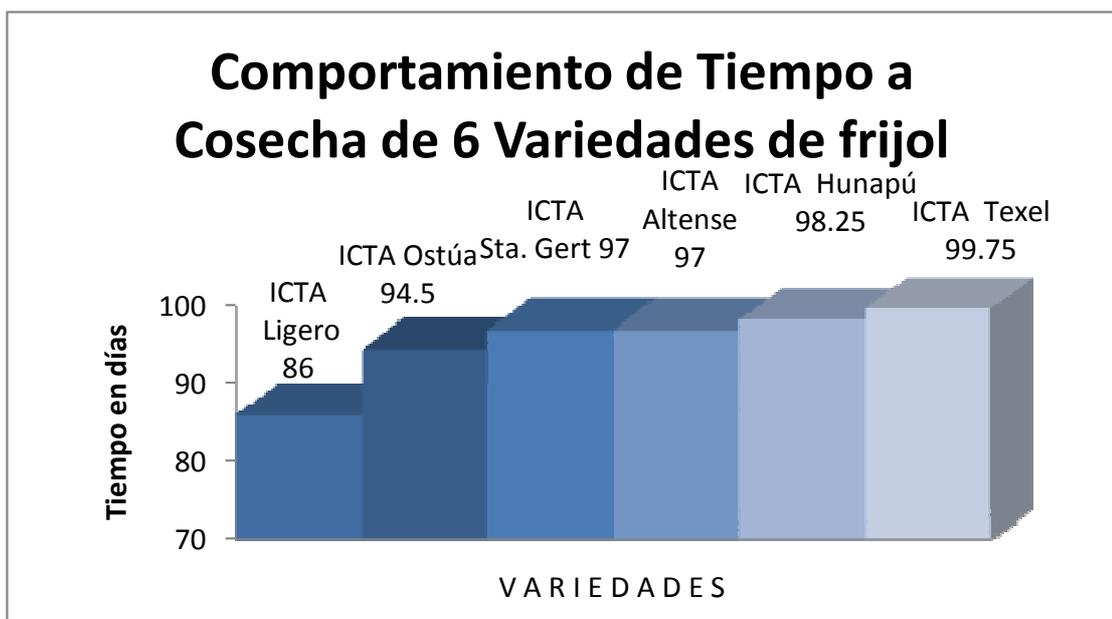


Figura 27. Comportamiento días a cosecha utilizado por las 6 variedades de frijol, Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.



El Cuadro 19, presenta los resultados obtenidos en la localidad de la comunidad, Caliaj, en el municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá, en lo que se refiere a días promedio que transcurrieron para cada variedad, en sus diferentes etapas fenológicas y su tiempo final de cosecha. Como podemos observar en el cuadro 19 también podemos decir que el comportamiento de todos los materiales vegetativos de frijol es uniforme. En el cuadro 19 y la Figura 28 se puede apreciar que la variedad ICTA Ligero, es la que sigue predominando con un promedio de 92 días entre la siembra de esta variedad y la cosecha de sus granos.

En segundo orden de importancia se puede observar que las variedades ICTA Ostúa e ICTA Santa Gertrudis, obtuvieron los segundos mejores tiempos en lo que se refiere a desarrollo, estableciéndose que para que suceda la cosecha, deben transcurrir desde el momento de la siembra 97 días en promedio, aproximadamente para las dos variedades.

El comportamiento de la variedad ICTA Texel, es la que ocupa el tercer lugar en orden de importancia, en lo que se refiere a los días desde su siembra, hasta su cosecha con 104 días en promedio. Finalmente las variedades ICTA Altense e ICTA Hunapú, son las que más tiempo utilizan para completar su ciclo de vida llegándose 107.25 y 109.25 días en promedio para la cosecha desde su siembra.

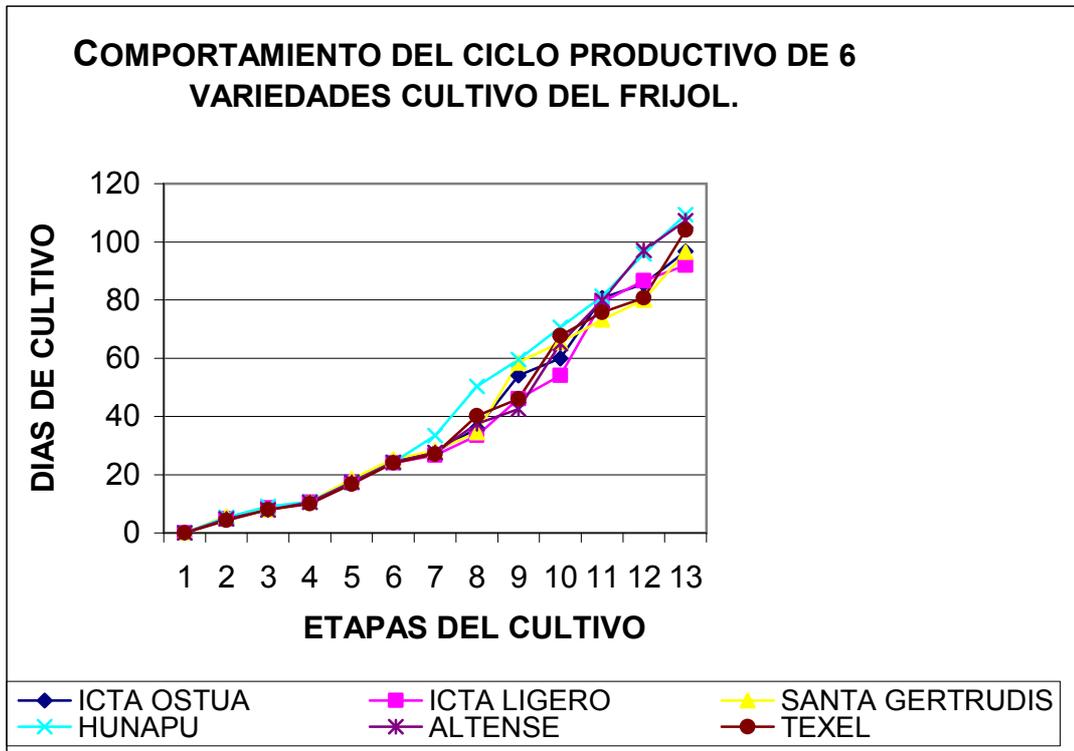
Al observar el comportamiento de todos los materiales y relacionarlos con la variable de respuesta Rendimiento de grano en (kg./ha.) Podemos decir que los tratamientos ICTA Téxel, ICTA. Hunapú, e ICTA Altense, son los que mejores resultados presentan y al compararlos en la figura 29, podemos observar que presentan un comportamiento uniforme, por lo que se recomienda a los tres tratamientos tanto para producción como en la reducción de días transcurridos entre la siembra y la cosecha.

Por último mencionar que este experimento estuvo afectado por el manejo y atención que el productor le brindó al cultivo también y a las condiciones climáticas que predominaron en zona, entre los meses de Abril y Septiembre del año 2,005.

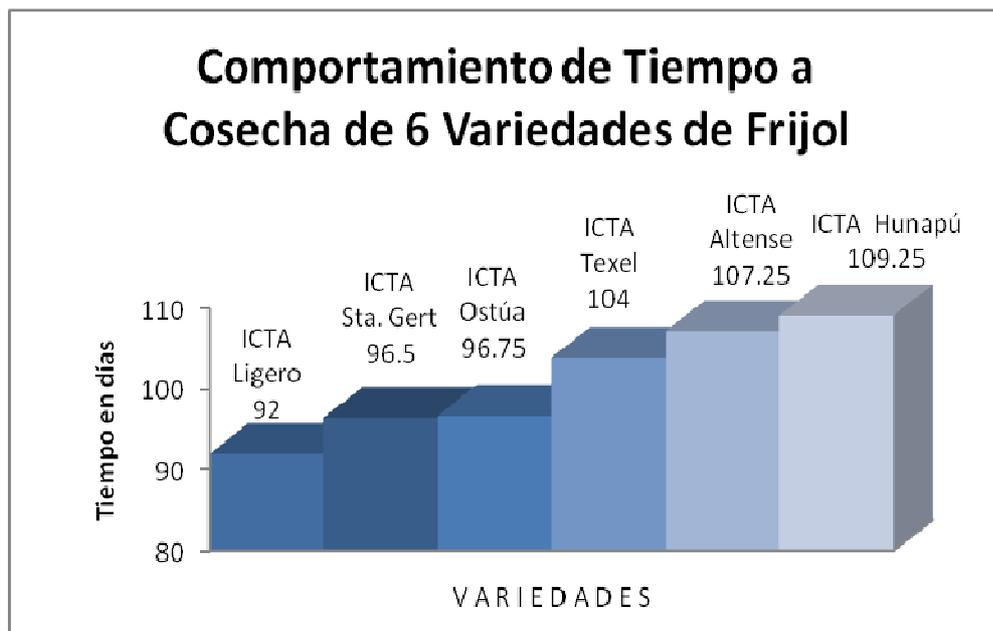
**Cuadro 20. Comportamiento en días de 6 variedades de frijol, comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.**

Tratamientos Variedades	Siembra	Días a la germinación	Días a la Emergencia	Días a las hojas primarias	Días a la primera hoja trifoliada	Días a la tercera hoja trifoliada	Días a la prefloración	Días a la floración	Días a la formación de vainas	Días al llenado de vainas	Días a la maduración	Cosecha
<b>ICTA Ostúa</b>	0	5.25	8.25	10.5	17.75	24.75	27.5	36	54	60	85.5	<b>96.75</b>
<b>ICTA Ligero</b>	0	4.75	8.5	10.5	17.25	24	26.75	33.5	46	54	86.5	<b>92</b>
<b>ICTA Sta. Gertrudis</b>	0	5.75	8	10.75	18.5	25.25	28.25	34.5	58.5	65.5	80	<b>96.5</b>
<b>ICTA Hunapú</b>	0	5.25	9	10.75	17.5	24.25	33.5	50.25	59.5	70.5	95.75	<b>109.25</b>
<b>ICTA Altense</b>	0	4.75	7.75	10.5	17.5	24.25	27.5	37.5	42.5	65	97	<b>107.25</b>
<b>ICTA Texel</b>	0	4.25	8	10	16.75	24	27	40.25	46	67.75	80.75	<b>104</b>

**Figura 28.** Comportamiento fenológico de las 6 variedades de frijol, comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.



**Figura 29.** Comportamiento Días a Cosecha Utilizado por las 6 variedades de frijol, comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.



El cuadro 21, presenta los resultados obtenidos en la localidad de la comunidad de San Martín, en el municipio de San Lucas Tolimán, Sololá, en lo que se refiere a días promedio que transcurrieron para cada variedad, en sus diferentes etapas fenológicas y su tiempo final de cosecha. Al observar los valores presentes en el cuadro 21, podemos decir que el comportamiento de estos materiales vegetativos mejorados son similares. En la figura 30, se puede apreciar que la variedad ICTA ligero e ICTA Texel, son las que predominaron en cuanto al tiempo utilizado entre la siembra de esta variedad y la cosecha de sus granos con un promedio de 79 días.

En tercer orden de importancia se puede observar que la variedad Santa Gertrudis, presentó un tiempo de 91 días, en lo que se refiere a desarrollo, y tiempo que debe transcurrir para su cosecha.

El comportamiento de las variedades ICTA Hunapú, ICTA Altense, e ICTA Ostúa presentan comportamientos similares, puesto que cada uno utiliza en promedio 96, 99, 100 días, para completar sus ciclos,

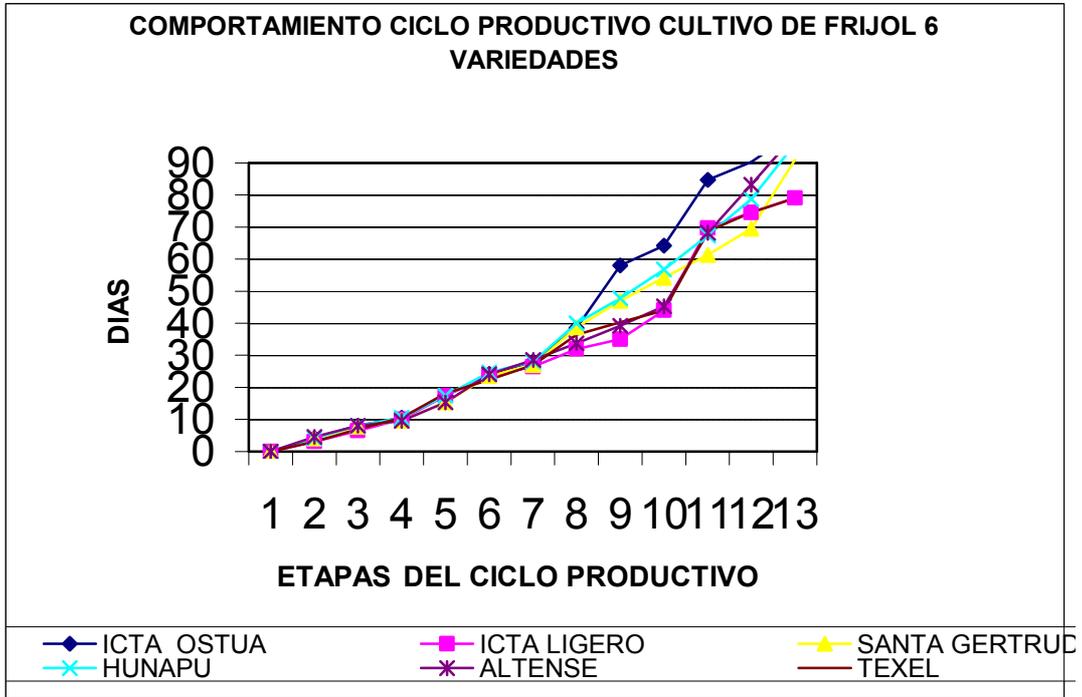
Al observar el comportamiento de todos los materiales y relacionarlos con la variable de respuesta rendimiento de grano en (kg./ha), podemos decir que los tratamientos, ICTA. Hunapú, e ICTA Altense, fueron los que mejores resultados presentan con valores de 997.09, y 975.52 kg./ha. Los mismos muy cercanos en sus comportamientos en días a cosecha, por lo que estas variedades fisiológicamente se pueden recomendar, para ser sembradas con fines de mejoramiento en el rendimiento, no así en cuanto a los días de cosecha, ya que son superados por la variedad Texel, con valores de 1,256.41 kg./ha y 79 días la cual es la mejor en cuanto al rendimiento productivo y el tiempo que utiliza para completar su ciclo productivo para la comunidad de San Martín.

Por último mencionar que estos experimentos estuvieron afectados por el manejo y atención que los productores le brindaron al cultivo en las tres localidades, y a las condiciones climáticas que predominaron en zona, entre los meses de Abril y Septiembre del año 2,005.

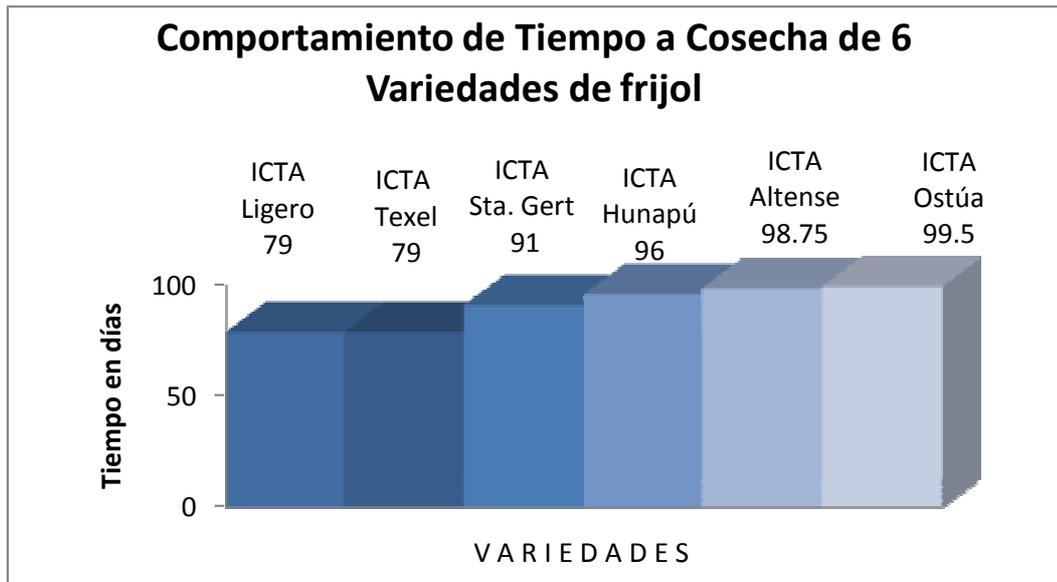
**Cuadro 21. Comportamiento en días de 6 variedades de frijol negro, comunidad San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.**

Tratamientos Variedades	Siembra	Días a la germinación	Días a la Emergencia	Días a las hojas primarias	Días a la primera hoja trifoliada	Días a la tercera hoja trifoliada	Días a la prefloración	Días a la floración	Días a la formación de vainas	Días al llenado de vainas	Días a la maduración	Cosecha
<b>ICTA Ostúa</b>	0	4.25	8	10.5	17.5	24.25	28	38.5	58	64.25	90.25	<b>99.5</b>
<b>ICTA Ligero</b>	0	3	6.5	10	17.5	23.5	26.5	32	35	44	74.5	<b>79</b>
<b>ICTA Sta. Gertrudis</b>	0	4	7.75	9.75	15.25	23.5	27	38.75	47	54.25	69.5	<b>91</b>
<b>ICTA Hunapú</b>	0	4.25	8	10.5	17.5	24.75	28	40	47.75	56.75	78.75	<b>96</b>
<b>ICTA Altense</b>	0	4.5	8	9.5	17.25	24	28.5	33.75	39.25	45.25	83.25	<b>98.75</b>
<b>ICTA Texel</b>	0	3	7	10.5	18	22.5	27	36.5	40.25	44	74.5	<b>79</b>

**Figura 30.** Comportamiento fenológico de las 6 variedades de frijol, comunidad San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.



**Figura 31.** Comportamiento días a cosecha utilizado por las 6 variedades de frijol, Comunidad San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.

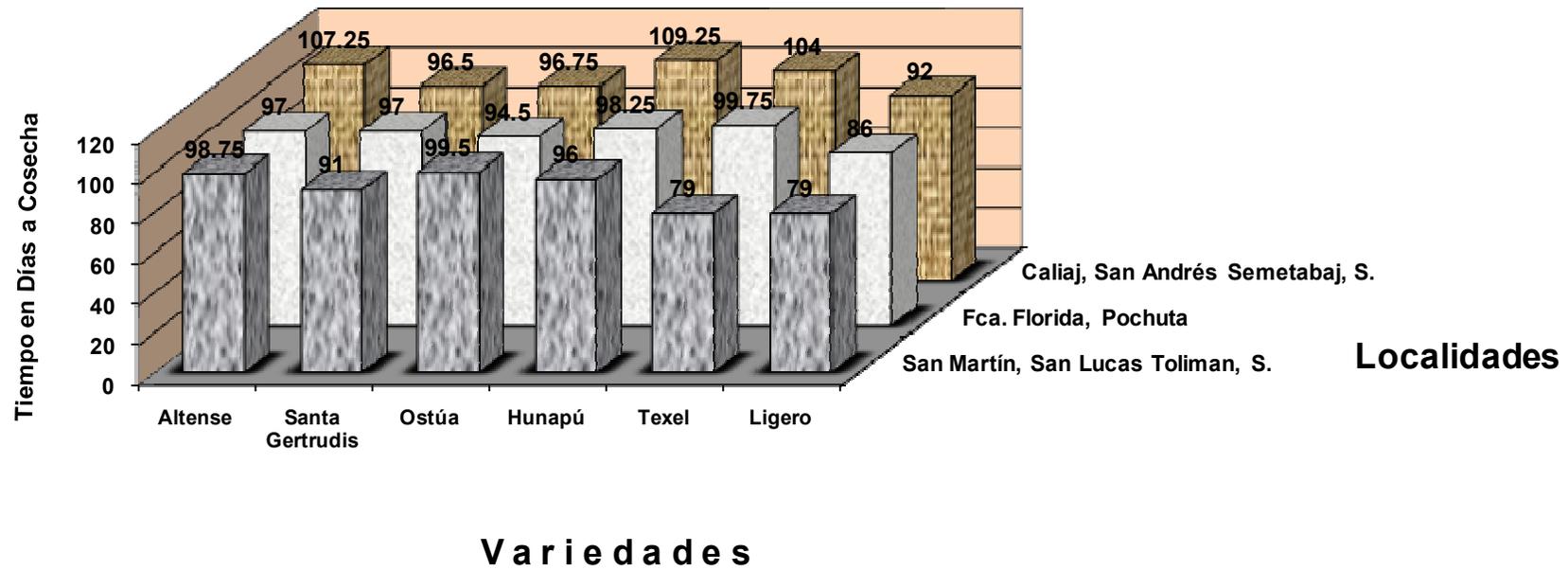


En el cuadro 22, se presentan los resultados del comportamiento en días promedio, de cada una de las variedades estudiadas por localidad, comparando los días que transcurrieron entre la siembra y la cosecha, se puede apreciar efectivamente, que en la localidad de San Martín fue donde menor tiempo utilizan en promedio todas las variedades estudiadas, para completar su ciclo productivo con un valor de 90.54 días. Mientras que en la comunidad de Finca Pochuta, Chimaltenango, se tiene un patrón de comportamiento promedio de 95.41 días para todas las variedades estudiadas y por último la localidad del cantón Caliaj, en San Andrés Semetabaj, es en donde más tiempo utilizan los materiales vegetativos estudiados para su desarrollo, con un valor promedio de 101 días aproximadamente. Esto puede observarse mejor en la figura 32.

**Cuadro 22. Tiempos promedios estimados a cosecha de 6 variedades de frijol, de 3 localidades diferentes, Pochuta, Chimaltenango, San Lucas Tolimán y San Andrés Semetabaj, Sololá.**

<b>Localidades</b>	<b>ICTA Hunapú</b>	<b>ICTA Altense</b>	<b>ICTA Ostúa</b>	<b>ICTA Santa Gertrudis</b>	<b>ICTA Texel</b>	<b>ICTA Ligero</b>	<b>Media</b>
<b>Finca Florida, Pochuta</b>	98.25	97	94.5	97	99.75	86	95.41
<b>San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.</b>	98.25	98.75	99.5	91	79	79	90.54
<b>Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá</b>	109.25	107.25	96.75	96.5	104	92	100.96

Figura 32. Comparación de los días utilizados para completar el ciclo productivo en tres localidades, cultivo del frijol.



#### 7.4 Recopilación de información sobre el manejo tradicional del cultivo

**Cuadro 23.** Descripción de los métodos locales de siembra del cultivo del frijol, Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.

<b>Localidad</b>	<b>Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.</b>
<b>Nombre del Agricultor.</b>	Genaro Enrique Pérez, 49 años, originario de Samayac, del departamento de Suchitepéquez.
<b>Actividad</b>	<b>Forma en que el agricultor realiza la actividad</b>
Preparación del terreno	El agricultor realizó de forma manual, utilizando un machete para eliminar las malezas y retiró las mismas del lugar donde se realizó la siembra, además se utilizó azadón para voltear el suelo y dejarlo listo para la siembra.
Siembra	Al estar el terreno limpio, sin materiales vegetales se colocaron guías con pitas (puesto que el terreno era plano), colocando los surcos a cada 0.50 metros en forma lineal y a cada 0.10 metros entre plantas utilizando por postura 2 granos de semilla en cada una. Lo que representó un promedio de 60 plantas por 1 metro cuadrado, aproximadamente.
Fertilización	Se realizó la primera al momento de la siembra utilizando 0.50 qq., de 10-50-00. Esto se aplicó uniformemente sobre toda el área experimental.  La segunda se realizó a los 15 días después de la siembra, utilizando 0.70 qq., de 20-20-00 aplicado uniformemente sobre toda el área de la parcela experimental.
Control de malezas	Las mismas se realizaron, de forma manual, utilizando un machete, durante 3 veces a lo largo de todo el ciclo del cultivo.
Control de plagas y enfermedades	Para evitar el control sobre todo de plagas se realizaron dos aplicaciones, la primera a los 5 días después de que habían germinado las semillas de frijol, utilizando el producto de síntesis Bayfolán, 250 centímetros cúbicos (cc)., Aplicado con bomba de Mochila de 4 galones. La segunda aplicación se realizó utilizando el producto de síntesis Malathión, utilizando 3 centímetros cúbicos, en bomba de 4 galones. Aplicando uniformemente sobre toda el área experimental.
Cosecha	La cosecha se realizó cortando toda el área de las unidades experimentales, sin hacer manojos, colocándolo en costales y en nylons para ser secados en la casa del productor.

**Cuadro 24.** Descripción de los métodos locales de siembra del cultivo del frijol, cantón Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.

<b>Localidad</b>	<b>Cantón Caliaj, San Andrés semetabaj, Sololá.</b>
<b>Nombre del Agricultor.</b>	Anacleto Paraval Tuc, 37 años. Originario de Cantón caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.
<b>Actividad</b>	<b>Forma en que el agricultor realiza la actividad</b>
Preparación del terreno	Se prepara el suelo, removiéndolo con azadón el suelo, incorporando todas las malezas presentes en el área del estudio, a cada 3 años se prepara el terreno aplicando 20 qq. De abono orgánico.
Siembra	Se realizan dejando distanciamientos de 0.40 metros entre surcos y 0.10 metros entre plantas, colocando de 2 a 3 granos de semilla por postura. Lo que representa 60 plantas por metro cuadrado aproximadamente.
Fertilización	El agricultor mencionó que únicamente utiliza, 20 libras de 15-15-15, aproximadamente por cuerda, puesto que según él, esto enferma a las plantas, cuando se aplica demasiada cantidad.  El abono Orgánico estaba compuesto de restos de cosechas, plantas verdes y estiércol de ganado bovino y de aves de corral, todo composteado.
Control de malezas	Generalmente se realizan 3 limpiezas a lo largo de todo el ciclo del cultivo, pero esto según comentó el agricultor, depende mucho de la presencia de las malezas.
Control de plagas y enfermedades	El agricultor al momento de la siembra, desinfecta el suelo haciendo una mezcla de ajo crudo machacado (1 libra), con hojas de albahaca y de la planta flor de muerto, disuelto en 3 litros de agua, aplicando 1 litro de esta mezcla en una bomba de 4 galones, también lo utiliza para el control de la tortuguilla, que es la plaga más representativa de la zona. Enfermedades no se tienen únicamente la que él denomina Argeño, pero según él, solo ataca cuando las lluvias son intensas.
Cosecha	Se arranca toda la planta del suelo, se asolea y se aporrea posteriormente. Puede ser llevado en costales o en nylons.

**Cuadro 25.** Descripción de los métodos locales de siembra del cultivo del frijol, cantón San Martín San Lucas Tolimán, Sololá.

<b>Localidad</b>	<b>Cantón San Martín, San Lucas Tolimán, departamento de Sololá.</b>
<b>Nombre del Agricultor.</b>	Martín Cutuj, 60 años, Originario de Cantón San Martín, San Lucas Tolimán, departamento de Sololá.
<b>Actividad</b>	<b>Forma en que el agricultor realiza la actividad</b>
Preparación del terreno	La característica de los terrenos de la zona, son de pendientes que oscilan entre el 30 y 60%, por lo que generalmente los productores preparan su suelo, revolviéndolo con azadón, incorporando todas las malezas presentes al suelo, al mismo tiempo formaron camellones de suelo de un ancho de 0.40 metros * 0.30 metros de altura colocados en contra de la pendiente, dejando calles de 0.20 metros entre camellón y camellón.
Siembra	Se realiza sobre los camellones con distanciamientos de 0.1*0.2 metros, es de mencionar que el 0.1 metros se utiliza entre posturas y el 0.2 metros se utiliza entre surcos. Se utilizan 3 granos de semilla por postura. Lo que representa alrededor de 144 plantas de frijol por metro cuadrado.
Fertilización	Se realizaron 2 fertilizaciones, la primera a los 15 días después de la siembra utilizando 0.50 qq., 20-20-00. La segunda al momento del inicio de la floración, utilizando 0.50 qq., de 15-15-15.
Control de malezas	Se realizó manualmente, alternando en algunos lugares donde se puede con azadón, realizando en total 3 limpiezas durante todo el ciclo del cultivo.
Control de plagas y enfermedades	Utilizó el producto de síntesis Folidol, para el control de plagas, aplicando 1 centímetro cúbico. En bomba de 4 galones, realizando aplicaciones a cada 8 días, después de la emergencia de las plantas.
Cosecha	La cosecha se hizo manual, iniciando con el arranque de las plantas, realizando manojos con pitas, fue llevado hasta la vivienda del productor y posteriormente ser aporreado cuando ya estaba seco.

## 8 CONCLUSIONES.

1. Para las 6 variedades evaluadas de frijol *P. vulgaris L.*, existen diferencias en cuanto al rendimiento en grano expresado en kg./ha.
2. Las variedades que mejor se comportaron en las tres localidades fueron, ICTA Texel con 1,042.38 kg./ha, ICTA Hunapú con 960.56 kg./ha ya que éstos fueron los que lograron las mayores producciones.
3. Las variedades ICTA Altense e ICTA Ostua, presentaron un comportamiento similar, de producción, con 828.94 y 735.98 kg./ha., respectivamente, constituyéndose como el segundo grupo en variedades más productoras del estudio.
4. Las variedades ICTA Santa Gertrudis e ICTA Ligero, fueron las variedades que menor rendimiento en promedio expresaron en las tres localidades, con valores de producción de 690.77 y 55.84 kg./ha. respectivamente.
5. De las tres localidades donde se realizó el experimento, las comunidades de San Martín en San Lucas Tolimán y la de San Andrés Semetabaj, ambas del departamento de Sololá, fueron las que mejores resultados en promedio, obteniendo valores de rendimiento de 864.80 y 846.07 kg./ha., no habiendo diferencias entre éstas y sí con la comunidad de Finca Florida, en Pochuta, Chimaltenango que expresó 696.37 kg./ha.
6. En la comunidad de San Martín, San Lucas Toliman, Sololá fue donde menor tiempo promedio, tuvieron las 6 variedades de frijol para desarrollar su ciclo de cultivo, teniendo un tiempo de 90.54 días, seguido de Pochuta, Chimaltenango, con 95.41 días y finalmente San Andrés Semetabaj, en donde en promedio las 6 variedades utilizaron 100.96 días en promedio, para completar las etapas desde la siembra hasta la cosecha.
7. La variedad que menos tiempo tarda para completar su ciclo productivo en las tres localidades donde se realizó el estudio, fue ICTA Ligero. El ICTA Texel, es la variedad que menos tiempo utilizó para completar su ciclo productivo en la comunidad de San Martín, San Lucas Tolimán con 100 días aproximadamente. En la comunidad Caliaj de San Andrés Semetabaj, la variedad ICTA Hunapú utilizó 110 días aproximadamente e ICTA

Ostúa utilizó 100 días para completar su ciclo de cultivo en la comunidad de San Martín, San Lucas Toliman, Sololá, siendo estas las más tardías.

8. En cuanto a los métodos de siembra utilizados por los agricultores de cada localidad, no existe diferencias en lo referente a las labores culturales, se determinó que aunque se utilizan distanciamientos de siembra y formas espaciales diferentes, el número de plantas por metro cuadrado es de 60, en las localidades de Pochuta, Chimaltenango y San Andrés Semetabaj, sin embargo para la Comunidad de San Martín, San Lucas Tolimán, el número de plantas sembradas por metro cuadrado es 144.

## **9 RECOMENDACIONES**

1. Si se desea obtener buenos rendimientos de frijol en la finca florida, utilizar las variedades ICTA Texel e ICTA Hunapú.
  
2. Utilizar las variedades ICTA Texel, ICTA Hunapú e ICTA Altense, para la producción de frijol en grano, en las localidades de comunidad Caliaj, San Andrés Semetabaj y comunidad San Martín en el municipio de San Lucas Tolimán, ambas del departamento de Sololá.
  
3. Divulgar la información generada en esta investigación, a fin de que esté disponible para el uso del agricultor de la zona en donde se desarrolló el estudio.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, E. 2003. Informe de coyuntura: frijol, El Salvador (en línea). El Salvador, Ministerio de Agricultura. Consultado 5 mar 2005. Disponible en [www.mag.gob.sv/html/publicaciones/Economica/Coyuntura/jul-dic2003/06-frijol-022003.pdf](http://www.mag.gob.sv/html/publicaciones/Economica/Coyuntura/jul-dic2003/06-frijol-022003.pdf)
2. Beaver, JS; Rosas S, J. 2002. Investigación colaborativa de frijol en Centroamérica y El Caribe (en línea). Honduras. Consultado 14 abr 2005. Disponible en [www.Phaselieu.cesga.es/beaver.pdf](http://www.Phaselieu.cesga.es/beaver.pdf)
3. Bravo, FP; Morales, JJ. 1995. Estudio de un cobertizo cerrado (tipo Quonset) en una localidad tropical (en línea). Venezuela. Consultado 20 abr 2005. Disponible en: [www.redpau-fpolar.info.ve/fagro/v21-12/v211a010.html.elclima](http://www.redpau-fpolar.info.ve/fagro/v21-12/v211a010.html.elclima)
4. CABI (Commonwealth Agriculture Bureau International, UK). 1998. Crop protection compendium. UK. 1 CD.
5. Cárdenas Q, H; Gómez B, C; Díaz N, J; Camarena M, F. 2000. Evaluación de calidad de la proteína de 4 variedades mejoradas de frijol (en línea). Perú. Consultado 5 mar 2005. Disponible en: [w.w.w.google.com/Search2hl=es&q=Evaluacion+de+calidad+de+la+proteina+de+4+variedades+de+frijol&lr=](http://w.w.w.google.com/Search2hl=es&q=Evaluacion+de+calidad+de+la+proteina+de+4+variedades+de+frijol&lr=)
6. CIAT, CO. 1987. Sistemas estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart Van Schoonhoven y Marcial A. Pastor Corrales comp. Colombia. 417 p.
7. Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, US, Columbia University Press / The New York Botanical Garden. 1261 p.
8. Cruz, JR De la. 1,973. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 83 p.
9. Escalante, JA; Escalante, LE; Rodríguez, GM. 2001. Producción de frijol en dos épocas de siembra en Iguala, Guerrero (en línea). México. Consultado 14 abr 2005. Disponible en [www.chapingo.mx/terra/contenido/19/4/art309-315.pdf](http://www.chapingo.mx/terra/contenido/19/4/art309-315.pdf)
10. Escoto Gudiel, ND. 2004. El cultivo del frijol (en línea). Honduras, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Consultado 14 abr 2005. Disponible [www.saq.gob.hn/dicta/paginas/guia\\_frijol.htm](http://www.saq.gob.hn/dicta/paginas/guia_frijol.htm)
11. Galván, TM; Kohashi, SJ; García, EA; Jiménez, P; Martínez V, E; Ruiz P, L. 2000. Déficit hídrico en planta, acumulación de biomasa y área foliar en tres etapas vegetativas en frijol común (en línea). México. Consultado 14 abr 2005. Disponible en [www.Web.inifap.gob.mx/publicaciones/ciencia/resumen%20atm-292.htm](http://www.Web.inifap.gob.mx/publicaciones/ciencia/resumen%20atm-292.htm)
12. Héctor F, O. 1981. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia, CIAT. 50 p.

13. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 1992. Recomendaciones técnicas agropecuarias para los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla. Guatemala. p. 45-49.
14. \_\_\_\_\_. 1996a. ICTA Chapina, ICTA Santa Gertrudis, dos variedades de frijol negro resistentes al virus del mosaico dorado, adaptables al trópico bajo de Guatemala. Guatemala. 6 p. (Publicación Técnica no. 34).
15. \_\_\_\_\_. 1996b. ICTA Altense, ICTA Hunapú, dos nuevas variedades de frijol para el altiplano de Guatemala. Guatemala. 6 p. (Publicación Técnica no. 33).
16. \_\_\_\_\_. 1998. ICTA Ligero, nueva variedad de frijol negro precoz y resistente a mosaico dorado. Guatemala. 6 p. (Publicación COSUDE / PROFRIJOL).
17. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Atlas hidrológico: inventario del recurso agua en Guatemala. Guatemala. 69 p.
18. IICA, CR. 1989. Compendio de agronomía tropical. Costa Rica. tomo 2, p. 2-20. (Investigación y Desarrollo 12).
19. López Bautista, EA. 2009. Diseño y análisis de experimentos: fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, Facultad de Agronomía. 170 p.
20. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Oficina de Políticas y Estrategias, SV). 2004. Informes sobre CAFTA: frijol (en línea). El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Oficina de Políticas y Estrategias. Consultado 5 mar 2005. Disponible en: [www.agronegocios.gob.sv/tlc/news/docs/frijol.pdf](http://www.agronegocios.gob.sv/tlc/news/docs/frijol.pdf)
21. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Cartografía digital temática de la República de Guatemala escala 1/250,000. Guatemala. 1 CD.
22. Marcano, JE. 2004. Factores limitantes y ley del mínimo (en línea). República Dominicana, Educación Ambiental en la República Dominicana. Consultado 20 abr 2004. Disponible en: [www.Jmarcano.com/nociones/minimo.html](http://www.Jmarcano.com/nociones/minimo.html)
23. Ministerio de Economía, SV. 2003. Estudio de mercados de productos étnicos en Estados Unidos: caso de estudio: frijol rojo salvadoreño (en línea). El Salvador. Consultado 5 mar 2005. Disponible en: [minec.gob.sv/default.asp?ACT=24&id=0&dir=Ky=gHOLSJOH&Cat=FEIDZEOX·UQK&ITEM=4ipJykbpewb](http://minec.gob.sv/default.asp?ACT=24&id=0&dir=Ky=gHOLSJOH&Cat=FEIDZEOX·UQK&ITEM=4ipJykbpewb)
24. Moreno, TH. 2002. Teorías actuales del envejecimiento (en línea). Revista ARS Médica 8(8). Consultado 20 abr 2005. Disponible <http://escuela.med.puc.cl/publ/ArsMedica/Ars8/Art04.html>
25. PROFRIJOL (ICTA, Proyecto de Mejoramiento del Frijol, GT). 2000. Aportes de mayor impacto (en línea). Guatemala. Consultado 14 abr 2005. Disponible en [www.guate.net/profrijol/aportes.html](http://www.guate.net/profrijol/aportes.html)

26. SEGEPLAN (Secretaria General del Consejo Nacional de Planificación Económica, GT); FUNCEDE (Fundación Centroamericana de Desarrollo, GT. 1994. Diagnostico del municipio de San Andrés Semetabaj. Guatemala. 46 p.
27. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1,000 p.

**11    A P E N D I C E**

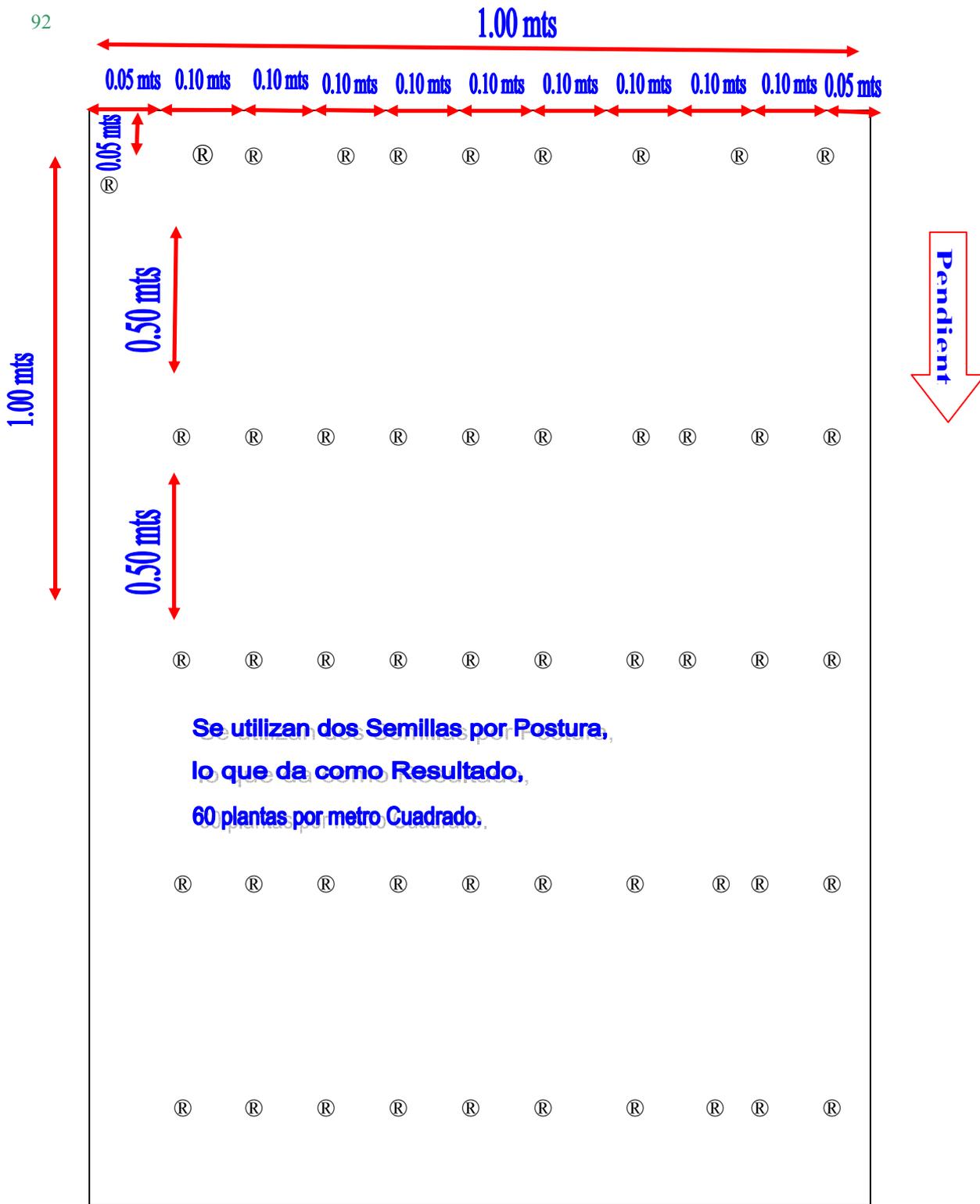


Figura 33 A. Croquis que muestra el arreglo Espacial de la siembra de Frijol en Comunidad “Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango.

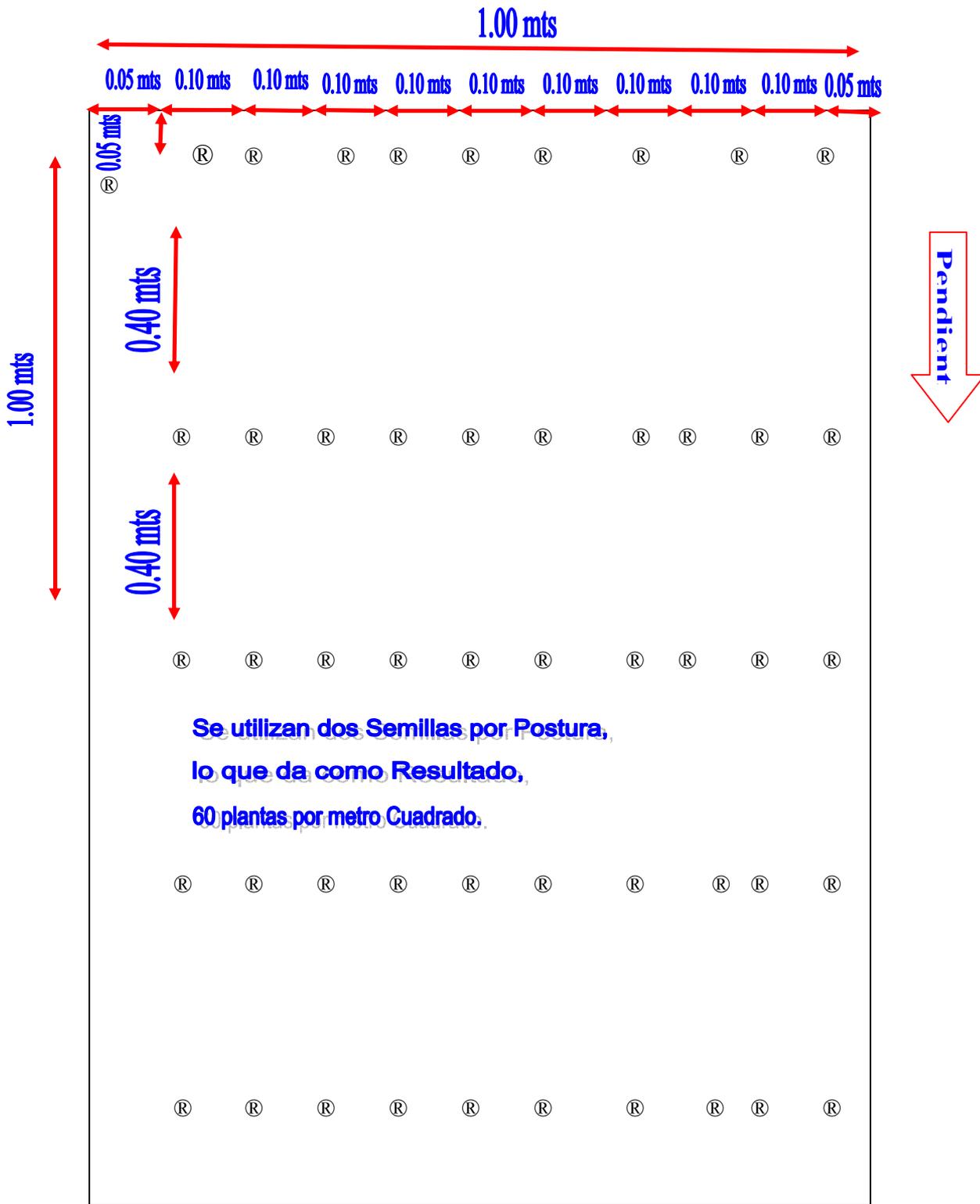


Figura 34 A. Croquis que muestra el arreglo Espacial (distanciamientos) de Siembra de Frijol en Comunidad “Cantón Caliaj, Departamento de Chimaltenango.

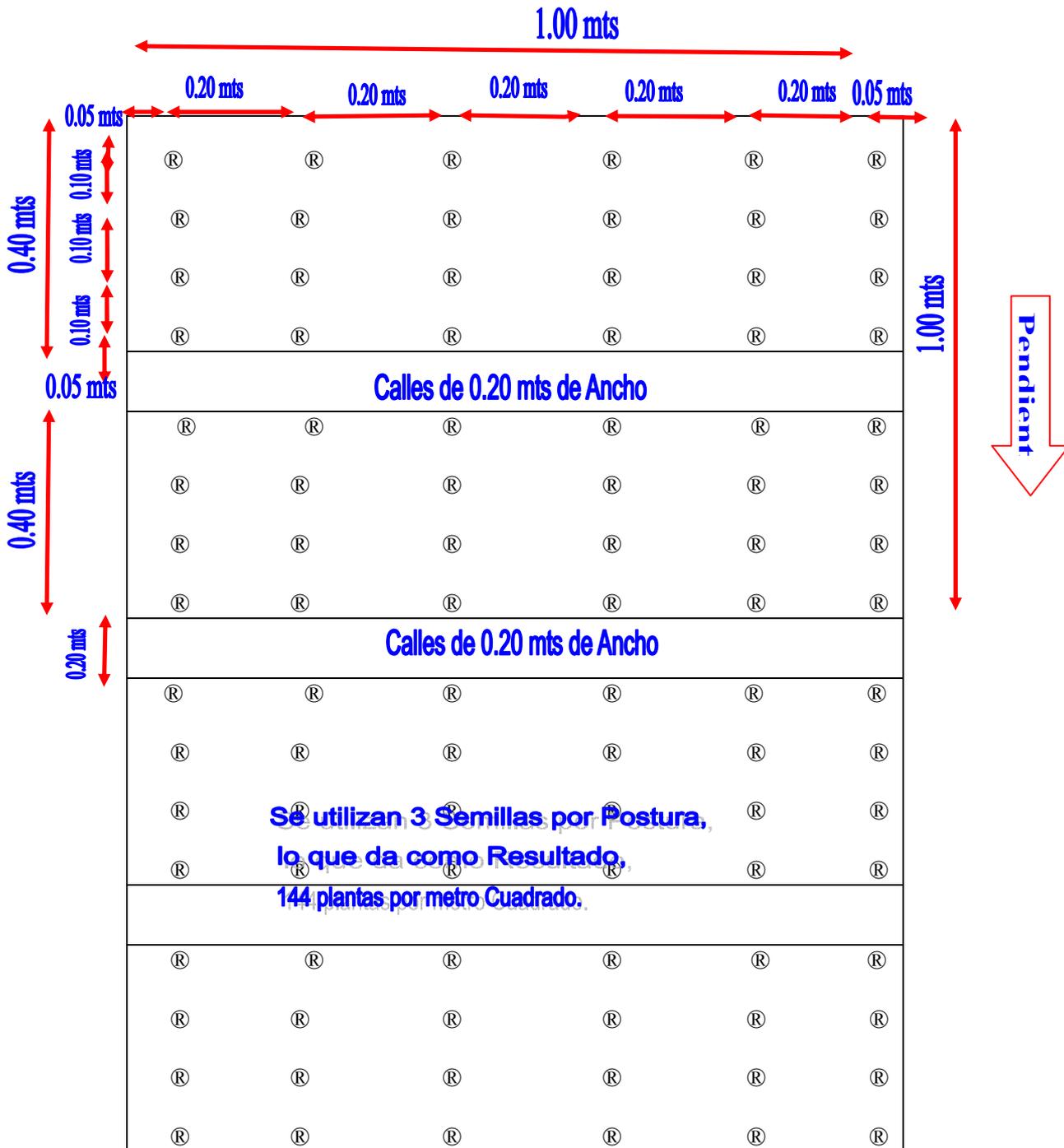


Figura 35 A. Croquis que muestra el arreglo Espacial (distanciamientos) de Siembra de Frijol en Comunidad “Cantón San Martín, Departamento de Sololá.