

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

**EVALUACIÓN DE SEIS MATERIALES DE FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO MANEJO TRADICIONAL DE
CULTIVO, EN TRES LOCALIDADES: SANTA MARÍA IXHUATAN,
SANTA ROSA, QUEZADA Y MOYUTA JUTIAPA**

TESIS

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

POR

RIGOBERTO CARRILLO BLAS

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

DL
01
T(2342)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

| | |
|---------------|---|
| DECANO | Dr. Ariel Abderraman Ortiz López |
| VOCAL PRIMERO | Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila |
| VOCAL CUARTO | Br. Duglas Antonio Castillo Álvarez |
| VOCAL QUINTO | P. Agr. José Mauricio Franco Rosales |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes |

Guatemala, octubre de 2,006

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

Honorables miembros:

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

**EVALUACIÓN DE SEIS MATERIALES DE FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO MANEJO TRADICIONAL DE CULTIVO, EN TRES
LOCALIDADES: SANTA MARÍA IXHUATAN, SANTA ROSA, QUEZADA Y MOYUTA JUTIAPA**

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente llene los requisitos necesarios para su aprobación, es grato suscribirme.

Atentamente,



RIGOBERTO CARRILLO BLAS

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ACTO QUE DEDICO

- A: DIOS Por darme sabiduría y paciencia para alcanzar las metas planteadas
- MIS PADRES Rigoberto Carrillo
Manuela de Jesús Blas Álvarez
Por sus sabios consejos y sacrificios para mi formación
- MIS HERMANOS Luvia Marina, Mirna Lorena y Julio Rodolfo
Como muestra de afecto al cariño sincero
- MI ESPOSA Vivian Idalié Reyes López
Por su apoyo incondicional
- MIS HIJAS E HIJO Lourdes Victoria, Yoselin Marianela, Margaret Paola Carrillo Florián y Josué Emanuel Carrillo Reyes, por el tiempo que no pude compartir con ustedes.
- MI FAMILIA EN GENERAL Con mucho respeto.
- MIS AMIGOS Lucrecia Pocón Talé, Walter García Tello, Juan Carlos Morales, Carlos Humberto Godinez, Edgar Rodríguez, Angel Sandoval, especialmente a Lic. Anselma de Molina con gran aprecio y agradecimiento muy especial por su apoyo.

TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA

MOYUTA, JUTIAPA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA -ITA- BARCENA,
VILLA NUEVA

INSTITUTO BASICO SUBVENCIONADO DE MOYUTA

ESCUELA NACIONAL URBANA MIXTA DE MOYUTA

TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON A MI
FORMACIÓN.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES Ing. Agr. MSc Marco Tulio Aceituno Juárez
Ing. Agr. Juan José Castillo Montt
Por su ayuda brindada en la elaboración del
presente trabajo.

EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE AGRONOMIA
-IIA- DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-
Y LA UNIVERSIDAD REAL DE VETERINARIA Y
AGRICULTURA DE DINAMARCA -KVL-.

Por el apoyo brindado en la facilitación de
materiales genéticos para la elaboración del
presente trabajo.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| Índice de Figuras | iii |
| Índice de Cuadros..... | iv |
| Resumen..... | v |
| 1. Introducción..... | 1 |
| 2. Definición del problema..... | 2 |
| 3. Marco Teórico..... | 3 |
| 3.1 Marco conceptual | 3 |
| 3.1.1 Origen | 3 |
| 3.1.1.2 Descripción general..... | 3 |
| 3.1.3 Posición taxonómica..... | 8 |
| 3.1.4 Distribución geográfica..... | 8 |
| 3.1.5 Biología y ecología..... | 8 |
| 3.1.5.1 Crecimiento y Desarrollo | 8 |
| 3.1.5.2 La ecología..... | 9 |
| 3.1.5.3 Usos..... | 9 |
| 3.1.5.4 Producción y comercio internacional | 9 |
| 3.1.5.5 Descripción de las etapas de desarrollo | 10 |
| 3.1.5.6 Etapas de la fase vegetativa..... | 11 |
| 3.1.5.6.1 Etapa VO: Germinación..... | 11 |
| 3.1.5.6.2 Etapa VI: emergencia | 11 |
| 3.1.5.6.3 Etapa V2: hojas primarias..... | 12 |
| 3.1.5.6.4 Etapa V3: primera hoja trifoliada..... | 13 |
| 3.1.5.6.5 Etapa V4: tercera hola trifoliada..... | 14 |
| 3.1.5.6.6 Etapas de la fase reproductiva | 15 |
| 3.1.5.6.7 Etapa R5: prefloración..... | 15 |
| 3.1.5.6.8 Etapa R6: floración..... | 16 |
| 3.1.5.6.9 Etapa R7: Formación de las vainas | 17 |
| 3.1.5.6.10 Etapa R8: Llenado de las vainas | 18 |
| 3.1.5.6.11 Etapa R9: maduración..... | 19 |
| 3.1.6 Variedades utilizadas para la investigación | 20 |
| 3.1.6.1 Variedad ICTA Ligero | 20 |
| 3.1.6.2 Variedad Hunapú | 21 |
| 3.1.6.3 Variedad Altense | 21 |
| 3.1.6.4 Variedad ICTA Ostúa | 22 |
| 3.1.6.5 Variedad Texel | 22 |
| 3.1.6.6 Variedad Santa Gertrudis | 22 |
| 3.2 Marco referencial | 24 |
| 3.2.1 Santa María Ixhuateán, - Santa Rosa..... | 24 |
| 3.2.1.1 Ubicación geográfica | 24 |
| 3.2.1.2 Datos Históricos | 24 |
| 3.2.1.3 Economía | 24 |
| 3.2.1.4 Hidrografía | 25 |
| 3.2.1.5 Orografía..... | 25 |
| 3.2.1.6 Áreas protegidas | 25 |
| 3.2.1.7 Serie de Suelos..... | 25 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.2.1.8 | Condiciones Climáticas | 25 |
| 3.2.1.9 | Vías de comunicación: | 25 |
| 3.2.2 | Quezada – Jutiapa | 26 |
| 3.2.2.1 | Ubicación geográfica | 26 |
| 3.2.2.2 | Datos Históricos | 26 |
| 3.2.2.3 | Economía | 27 |
| 3.2.2.4 | Hidrografía | 27 |
| 3.2.2.5 | Orografía | 27 |
| 3.2.3 | Moyuta – Jutiapa | 27 |
| 3.2.3.1 | Ubicación | 27 |
| 3.2.3.2 | Datos Históricos | 28 |
| 3.2.3.3 | Economía | 28 |
| 3.2.3.4 | Hidrografía | 28 |
| 3.2.3.5 | Serie de Suelos: | 28 |
| 3.2.3.6 | Condiciones Climáticas: | 29 |
| 3.2.3.7 | Orografía | 29 |
| 3.2.3.8 | Uso de la Tierra | 29 |
| 4 | Objetivos | 30 |
| 4.2 | General | 30 |
| 4.2 | Específicos | 30 |
| 5 | Hipótesis | 31 |
| 6 | Metodología | 32 |
| 6.1 | Lugar y época | 32 |
| 6.2 | Material experimental | 32 |
| 6.3 | Factores evaluados | 32 |
| 6.4 | Diseño experimental | 32 |
| 6.5 | Modelos estadísticos | 32 |
| 6.5.1 | Modelo estadístico para bloques al azar simple | 33 |
| 6.5.2 | Modelo estadístico para la serie de experimentos repetidos en el espacio | 33 |
| 6.6 | Descripción de los tratamientos | 34 |
| 6.7 | Descripción de la unidad experimental | 35 |
| 6.8 | Manejo del experimento | 37 |
| 6.8.1 | Boleta para recopilación de información sobre el manejo del cultivo | 37 |
| 6.8.2 | Trazado del experimento | 41 |
| 6.8.3 | Las variables de respuesta fueron: | 41 |
| 7 | Resultados y Discusión de Resultados | 42 |
| 7.1 | Variable rendimiento teórico de frijol en Kgs-Ha. | 42 |
| 7.2 | Variable rendimiento experimental de frijol en Kgs-Ha. | 48 |
| 7.3 | Comparación entre el rendimiento teórico y el rendimiento experimental de frijol. | 55 |
| 8 | Conclusiones | 58 |
| 9 | Recomendaciones | 59 |
| 10 | Bibliografía | 60 |
| 11 | Anexos | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1 | Planta de frijol utilizando un soporte (trepadora) | 4 |
| Figura 2 | Planta de frijol con diferentes tipos de crecimiento | 4 |
| Figura 3 | Planta de frijol exponiendo su sistema radicular | 5 |
| Figura 4 | Planta de frijol, tipos de pilosidad (A) y (B) ramificación de los dos primeros nudos del tallo principal | 5 |
| Figura 5 | Planta de frijol exponiendo sus hojas primarias (A) y hoja trifoliada (B) | 6 |
| Figura 6 | Planta de frijol exponiendo su inflorescencia (A) y desarrollo de la triada floral (B) | 7 |
| Figura 7 | Semilla de frijol exhibiendo sus partes externas (A) e internas (B) | 7 |
| Figura 8 | Etapas VO: Germinación | 11 |
| Figura 9 | Cotiledones de la planta a nivel del suelo; iniciación de la Etapa V1 | 12 |
| Figura 10 | Iniciación de la Etapa V2; las hojas primarias están desplegadas. | 13 |
| Figura 11 | Iniciación de la Etapa V3; la primera hoja trifoliada está desplegada. | 13 |
| Figura 12 | Iniciación de la Etapa V4; la tercera hoja trifoliada está desplegada. | 14 |
| Figura 13 | 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. | 16 |
| Figura 14 | Iniciación de la Etapa R6; apertura de la primera flor. Se observa también un botón con abultamientos; es decir, próximo a abrir. | 17 |
| Figura 15 | Iniciación de la Etapa R7. La corola de la flor cuelga de la vaina o recién se ha desprendido. | 18 |
| Figura 16 | Etapas R8: ocurre el proceso de llenado de la vaina. | 19 |
| Figura 17 | Iniciación de la Etapa R9; cambio de color de las vainas. | 19 |
| Figura 18 | Etapas de desarrollo de una planta de frijol | 20 |
| Figura 19 | Diseño de la Parcela Experimental | 36 |
| Figura 20 | Rendimiento teórico de frijol en Kg./ha para el factor variedades de las medias. | 43 |
| Figura 21 | Rendimiento teórico de frijol en Kg./ha. para el factor localidad | 46 |
| Figura 22 | Rendimiento teórico de frijol en Kg./ha. de las variedades en las tres localidades. | 48 |
| Figura 23 | Rendimiento experimental de frijol en Kg./ha. | 50 |
| Figura 24 | Rendimiento experimental de frijol en Kg./ha., en las tres localidades. | 52 |
| Figura 25 | Rendimiento experimental de frijol en Kg./ha., en las tres localidades. | 54 |
| Figura 26 | Datos comparativos para variedades de rendimiento teórico y rendimiento experimental en Kg./ha. | 56 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|------------------|---|----|
| Cuadro 1 | Producción Nacional de Frijol | 10 |
| Cuadro 2 | Descripción de los tratamientos (Variedades) evaluados en cada localidad. | 34 |
| Cuadro 3 | Descripción de las actividades de Manejo Agrícola y Costo, en el cultivo de frijol en Santa María Ixhuatán, Santa Rosa. | 38 |
| Cuadro 4 | Descripción de las actividades de Manejo Agrícola y Costo, en el cultivo de frijol en Quezada, Jutiapa. | 39 |
| Cuadro 5 | Descripción de las actividades de Manejo Agrícola y Costo, en el cultivo de frijol en Moyuta, Jutiapa. | 40 |
| Cuadro 6 | Análisis de varianza para la variable rendimiento teórico en Kg./ha. | 42 |
| Cuadro 7 | Prueba de Tukey para el factor Variedad y la variable rendimiento teórico. | 43 |
| Cuadro 8 | Prueba de Tukey para el factor localidad de siembra para la variable rendimiento teórico de frijol en Kg./ha. | 45 |
| Cuadro 9 | Rendimiento teórico de frijol en Kg./ha para cada una de las localidades y por variedad. | 46 |
| Cuadro 10 | Análisis de varianza para la variable rendimiento experimental de frijol en Kg./ha. | 48 |
| Cuadro 11 | Prueba de Tukey para el factor variedad y la variable rendimiento experimental de frijol en Kg./ha. | 49 |
| Cuadro 12 | Prueba de Tukey para el factor localidad de siembra para la variable rendimiento experimental de frijol en Kg./ha. | 51 |
| Cuadro 13 | Rendimiento experimental de frijol en Kg./ha para cada una de las localidades. | 53 |
| Cuadro 14 | Datos comparativos para variedades de rendimiento teórico y rendimiento experimental en Kg./ha. | 55 |

RESUMEN

Evaluación de seis materiales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo manejo tradicional del cultivo en las localidades de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa; en Quezada y Moyuta Jutiapa.

Evaluation of six commons beans (*Phaseolus vulgaris* L.) materials using traditional crop management in Santa María Ixhuatán, Santa Rosa; en Quezada y Moyuta Jutiapa localities.

El cultivo de frijol en Guatemala es uno de los cultivos más importantes del país, siendo cultivado en cualquier región del mismo y empleando distintas tecnologías, las que dependen del tipo de productor. En la mayoría de los casos este cultivo se emplea como parte de la dieta de los guatemaltecos, por lo que es imprescindible en las poblaciones del área rural que lo emplean como medio de subsistencia. Dada la importancia del cultivo la investigación desarrollada forma parte del Proyecto Frijol FAUSAC/KVL, que persigue encontrar materiales de frijol promisorios y con buena adaptación en las distintas localidades donde éste se cultive.

Como un aporte a las comunidades del área rural y específicamente de la región oriental del país, se evaluaron las variedades ICTA Altense, Santa Gertrudis, ICTA Ostúa, ICTA Hunapú, ICTA Ligero y Texel bajo manejo tradicional de los agricultores de las localidades de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa; y en Quezada y Moyuta, Jutiapa. 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 cultivó.

Se determinó que las variedades Icta –Ligero (1641 kgs/ha) y Ostúa (1328 Kgs/ha) presentaron los mayores promedios de rendimiento sin diferencias estadísticas significativas entre sí, siendo superiores en cerca de 56 Kgs/ha con las variedades Hunapú, Texel y Altense, y en 168 Kgs/ha con la variedad Santa Gertrudis que presentó los menores promedios de rendimiento, sin embargo al analizar el comportamiento agronómico la variedad Icta Ligero fue más estable en las tres localidades mencionadas, con características agronómicas de adaptación, aceptables para su producción en dicha región en comparación con el resto de la variedades evaluadas. También se determinó que la localidad en la que se registró estadísticamente los mayores rendimientos fue en el municipio de Quezada (Jutiapa) con 2048 Kgs/ha siendo superior al rendimiento obtenido

en las localidades de Santa María Ixhuatán (Santa Rosa) (978 Kgs/ha) y Moyuta (Jutiapa) 831 Kgs/ha, estas últimas sin diferencias estadísticas entre sí. En el caso de la interacción Variedad-Localidad se determinó que no hubo diferencias estadísticas significativas aunque se observó mayor adaptación de la variedad Icta-Ligero, por lo que estadísticamente, la localidad no influyó en el rendimiento obtenido por cada una de las variedades, ya que no se encontró significancia en ésta.

1. Introducción

En Guatemala, el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un grano básico que constituye parte de la dieta principal de la población.

A pesar que se han generado en el país variedades sobresalientes de frijol, aun persiste entre los agricultores el uso generalizado de semillas tradicionalmente cultivadas.

Dentro de esta problemática de producción se encuentran los agricultores del Oriente del país que, en su mayoría utilizan suelos no muy fértiles y terrenos de topografía inclinada para el cultivo del frijol. Además, las áreas de cultivo en esta región están ubicadas en zonas donde los períodos de sequía son largos y la canícula es bien definida, ocurriendo durante la época crítica del desarrollo de estos granos.

Para darle solución a estos problemas, en 1973, fue creado el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, que realiza trabajos de mejoramiento para la obtención de nuevas variedades. Como resultado de estas investigaciones se han obtenido híbridos y variedades que, manejados con los paquetes tecnológicos que se recomiendan, han incrementado los rendimientos comparativamente con las semillas utilizadas tradicionalmente por los agricultores.

El inconveniente de los paquetes tecnológicos que se proponen es que requieren de una serie de actividades agrícolas y condiciones de manejo que en su mayoría los agricultores no pueden cumplir.

El presente trabajo de investigación se estableció en las localidades de Santa María Ixhuatan, Santa Rosa; Quezada y Moyuta, Jutiapa, un experimento en bloques al azar con 6 tratamientos. El experimento forma parte del programa de investigación del Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA- de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, la Universidad Real de Veterinaria y Agricultura de Dinamarca -KVL- y, los patrocinadores / fundadores del "The challenge programme, HarverstPlus, and the DANIDA".

2. Definición del problema

Actualmente en Guatemala se hace evidente la falta de una alimentación y nutrición adecuada de la población. Por lo que 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 una inversión no muy grande.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) forma parte indispensable en la dieta diaria de la población guatemalteca permitiendo niveles aceptables de nutrición entre las personas que tienen una dieta razonablemente abundante de este grano básico, debido a su contenido de: 337 Kcal. de energía, 22 gramos de proteína, 1.6 gramos grasa, 60.8 gramos carbohidratos, 3.6 gramos ceniza, 8.6 miligramos calcio, 247 miligramos fósforo, 7.6 miligramos hierro, 0.5 miligramos tiamina, 0.19 miligramos riboflavina, 2.1 miligramos niacina, 3 miligramos vitamina C, 2 microgramos retinol equival, por cada 100 gramos de materia seca (INCAP).

Sin embargo el rendimiento de este cultivo no es muy alto (Rendimiento Promedio Nacional = 723.32 Kg-Ha. en 2,002) (8).

Algunas instituciones de investigación han logrado avances al desarrollar variedades con buenas características agronómicas y de rendimiento, sin embargo, estos al ser cultivados por el campesino no expresan completamente su potencial de producción. Lo anterior se debe a que los campesinos en su mayoría son de bajos recursos económicos, lo cual no les permite implementar los paquetes tecnológicos recomendados.

El presente trabajo de investigación y el Proyecto Frijol FAUSAC/KVL, tiene dentro de sus objetivos encontrar materiales de frijol que proporcionen los mejores resultados utilizando la tecnología propia del agricultor de cada zona y de esta manera apoyar la producción de frijol común.

3. Marco Teórico

3.1 Marco conceptual

El frijol es un alimento típico de la mayoría de los pueblos latinoamericanos. El grano seco es rico en proteínas que puede variar desde 18 hasta 35 por ciento, dependiendo de la variedad y de la localidad en donde se produzca (6).

3.1.1 Origen

Antiguamente los botánicos consideraban que el frijol era oriundo del Asia (China), y De Candolle, en el año 1883, lo calificó como de origen desconocido o incierto. Hoy en día se sabe que procede de México y de la zona central de Suramérica. Es posible que los mejicanos fueron los primeros en dominar su cultivo hace unos 5,000 años a. C. Sin embargo en el norte de Argentina se encuentra algunas formas silvestres, espontáneas, posiblemente antecesoras del frijol (*Phaseolus aborigineus* B.) (6).

3.1.1.2 Descripción general

Una forma muy general de diferenciar las plantas de frijol es por su hábito de crecimiento, el cual puede ser: determinado (enano) ó arbustivo, e indeterminado ó voluble, este generalmente se enrolla a un soporte. 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 (ver figura 1) (6).

Las plantas de crecimiento determinado, por lo general, permanecen erectas como arbolitos; las plantas indeterminadas están postradas o son rastreras si no tienen un apoyo vertical para treparse fácilmente por medio de sus zarcillos (6).

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 y Guatemala, donde comúnmente son asociadas con otros cultivos para darles soporte (ver figura 2) (6).

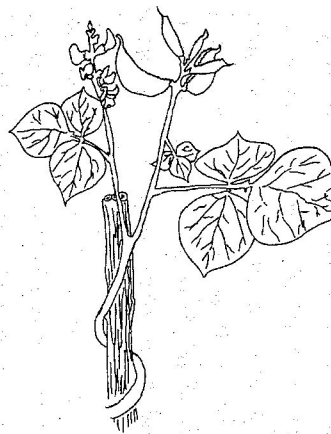


Figura 1 Planta de frijol utilizando un soporte (trepadora) (4).

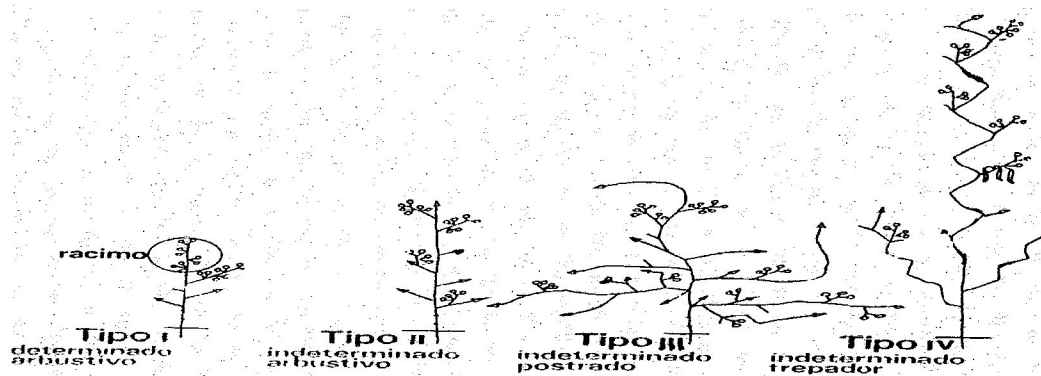


Figura 2 Planta de frijol con diferentes tipos de crecimiento (4).

El sistema radical del frijol está compuesto de una raíz principal y muchas ramificaciones laterales dándole la forma de un cono; estas ramificaciones o raicillas son bastante superficiales. Puede haber emisiones de raíces adventicias promovidas en la sección baja del hipocotilo. 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 (ver figura 3) (6).

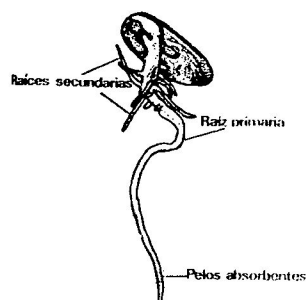


Figura 3 Planta de frijol exponiendo su sistema radicular (4).

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 (ver figura 4) (6).

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 (ver figura 5) (6).

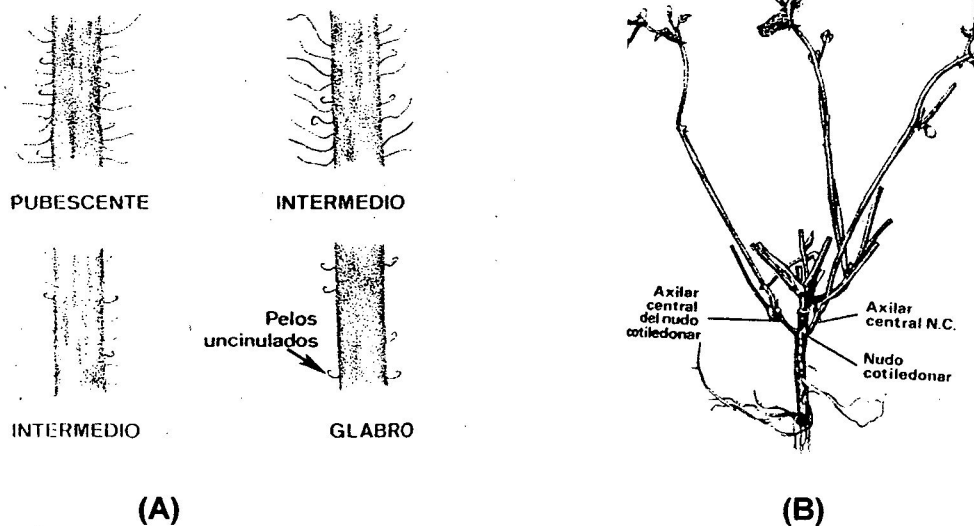


Figura 4 Planta de frijol, tipos de pilosidad (A) y (B) ramificación de los dos primeros nudos del tallo principal (4).

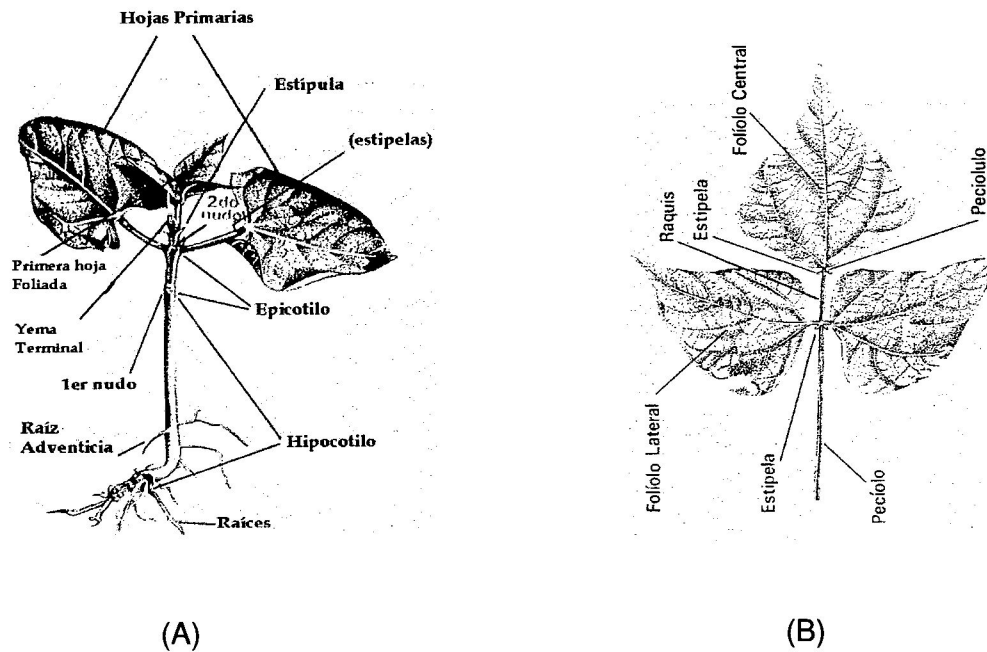


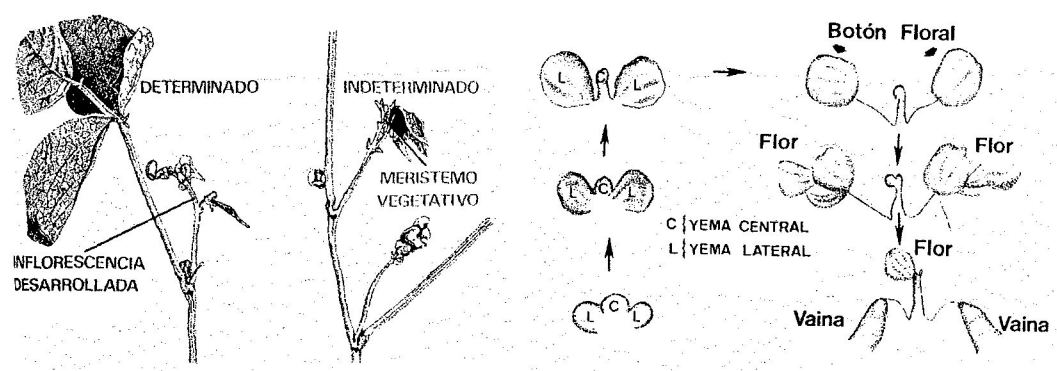
Figura 5 Planta de fríjol exponiendo sus hojas primarias (A) y hoja trifoliada (B) (4).

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 varietal (ver figura 6 A) (6).

La flor es típica y caracteriza a la familia, con estilo retorcido siguiendo la circunvalación de la quila (ver figura 6 B) (6).

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 (ver figura 6B) (6).

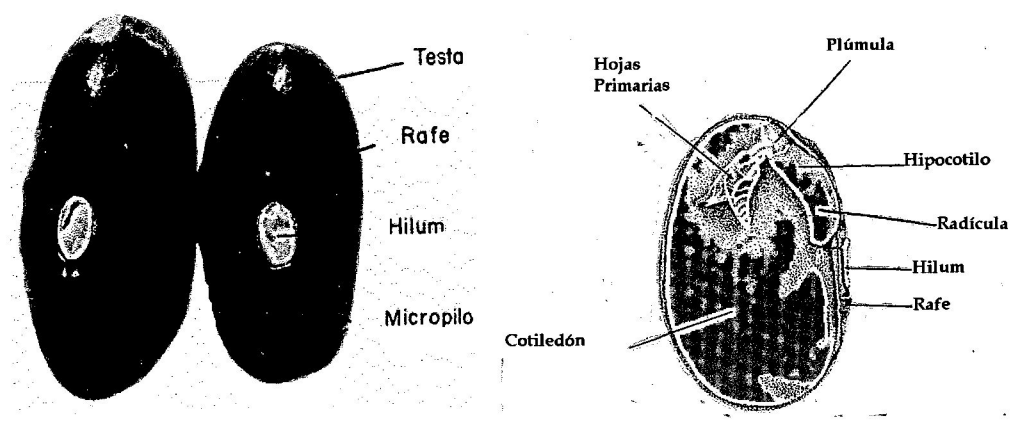
Los granos son de formas muy diversas: esféricas, redondas, arriñonadas, cilíndricas, y otras. Los colores pueden también variar mucho y además presentar matices con diferentes diseños. Los granos están constituidos por dos cotiledones, formados de tejido parenquimatoso con alto contenido de almidón y proteínas (ver figura 7) (6).



(A)

(B)

Figura 6 Planta de fríjol exponiendo su inflorescencia (A) y desarrollo de la triada floral (B) (4).



(A)

(B)

Figura 7 Semilla de fríjol exhibiendo sus partes externas (A) e internas (B) (4).

3.1.3 Posición taxonómica

| | |
|-----------|---------------------------|
| Reino: | Plantae |
| Subreino: | Embryobiontha |
| División: | Magnoliophyta |
| Clase: | Magnoliopsidae |
| Subclase: | Rosidae |
| Orden: | Fabales |
| Familia: | Fabaceae |
| Género: | Phaseolus |
| Especie: | <i>P. vulgaris</i> L. (3) |

3.1.4 Distribución geográfica

El frijol común es originario de las Américas y domesticado en México, Perú y Colombia hace 8,000 años. Ante Colón, era desconocido en el Viejo Mundo, pero después se ha convertido en un cultivo mejor en Europa y África. Es extensamente cultivado en muchas partes de los trópicos y subtropicos, y a lo largo de las regiones templadas. El frijol común es el cultivo del pulso principal a lo largo de América tropical y muchas partes de África tropical. Es un cultivo menor en la India y la mayoría de Asia tropical, donde se prefieren los pulsos indígenas (6).

3.1.5 Biología y ecología

3.1.5.1 Crecimiento y Desarrollo

Las plantillas normalmente emergen dentro de una semana después de sembrar a una temperatura de la tierra de 16 °C; a bajas temperaturas, ellas pueden subir a 2 semanas. Dos tipos de crecimiento son distinguidos: Determinante: en que el eje principal termina en una inflorescencia y no produce ningún nodo vegetativo después de florecer; e indeterminado. Determinante las plantas de frijol común tienen un eje central (el tallo principal) con 5-9 nodos y de dos a varias ramas que se levantan de los nodos más basales (1).

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. 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 (1).

3.1.5.2 La ecología

Para cada genotipo, hay un óptimo de fotoperíodo y temperatura dónde 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) (1).

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. El frijol común es susceptible a la salinidad (1).

3.1.5.3 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 común 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 (1).

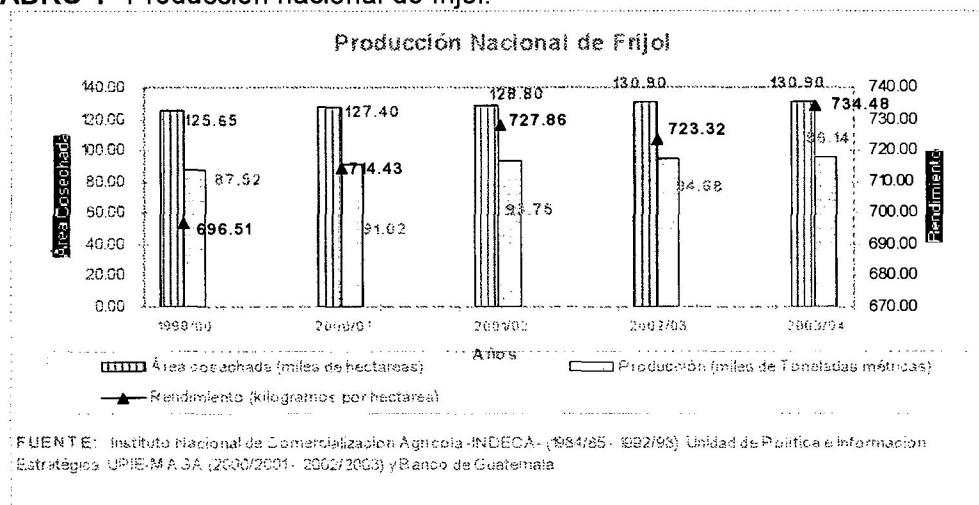
El frijol común puede usarse intercambiamente con el cowpea. Su uso es sin embargo complementario como el óptimo de temperatura para el cowpea es más alto que para el frijol común (1).

3.1.5.4 Producción y comercio internacional

La producción de frijol común es solo el 95% de la producción mundial total de frijol de *Phaseolus* que es 8.3 millones de toneladas, menos del 5% de la producción total es de las otras tres especies cultivadas (estimaciones de la producción mundial de frijoles secos en 1979) (1), Cuadro 1.

El frijol común se desarrolla extensivamente en cinco de las mayores áreas continentales: África Oriental, Norte, Oriente y América del Sur, Este de Asia, y Europa occidental y sur-oriental. Aproximadamente 30% de la producción mundial están en América tropical. Brasil por ser un país grande es el mayor productor mundial de frijol con 2.3 millones de toneladas (incluyendo algunos cowpeas) en el periodo de 1973-75 (1).

CUADRO 1 Producción nacional de frijol.



3.1.8. Descripción de las etapas de desarrollo

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 (Figura 18) (2).

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 (2).

3.1.8.1. Etapas de la fase vegetativa

La fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada (2).

3.1.8.1.1. Etapa VO: 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 (2).

La semilla absorbe agua inicialmente y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones (2).

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 (Figura 8). El hipocotilo también crece quedando los cotiledones al nivel del suelo. Termina en este momento la etapa de germinación (2).

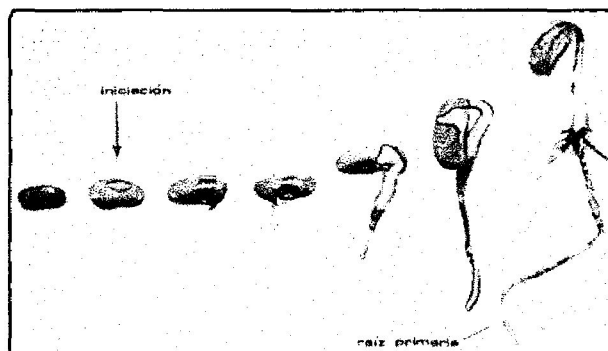


Figura 8

Etapa VO: Germinación

3.1.8.1.2. Etapa VI: emergencia

La etapa VI se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo (Figura 9); 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 (2).

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).

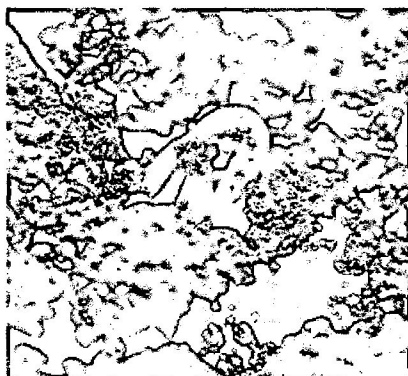


Figura 9
Cotiledones de la planta a nivel del suelo;
iniciación de la Etapa VI

3.1.8.1.3. Etapa V2: hojas primarias

La etapa V2 comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas (Figura 10). Para un cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica (2).

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 (2).

En esta etapa comienza el desarrollo vegetativo rápido de la planta durante el cual se formarán el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas (2).

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 (2).

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 (2).

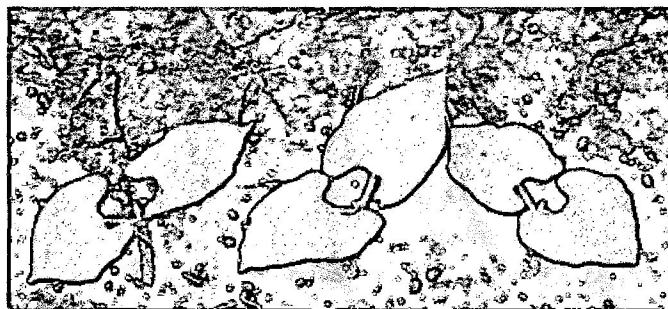


Figura 10
Iniciación de la Etapa V2; las hojas primarias están desplegadas.

3.1.8.1.4. Etapa V3: primera hoja trifoliada

La etapa V3 se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana (Figura 11). Cuando el 50% de las plantas de un cultivo presenta la primera hoja trifoliada desplegada, se inicia en éste la etapa V3 (2).

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 (2).

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 (2).

El tallo sigue creciendo, la segunda hoja trifoliada se abre y la tercera hoja trifoliada se despliega (2).



Figura 11
Iniciación de la Etapa V3; la primera hoja trifoliada está desplegada.

3.1.8.1.5. 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 des plegada 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 (Figura 12).

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 (2).

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 (2).

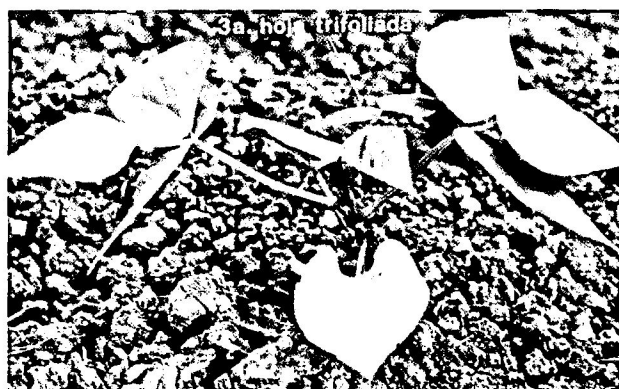


Figura 12
Iniciación de la Etapa V4; la
tercera hoja trifoliada está
desplegada.

3.1.5.6.6 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 (2).

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 de terminado, al empezar la fase reproductiva, cesa el desarrollo de nuevas estructuras vegetativas (2).

3.1.5.6.7 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 (2).

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 13) (2).

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 meristema vegetativo. 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 (2).

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 (2).

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 (2).

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 transforman en racimo terminal (2).

Los racimos se desarrollan produciendo botones, que al crecer adquieren su forma típica y la pigmentación según la variedad (2).

Un día antes de que ocurra el fenómeno de antesis (es decir, a apertura de la flor), el botón presenta algunos abultamientos característicos. Al final de este proceso se abre la flor (2).

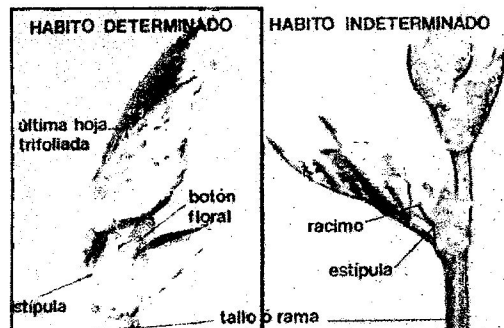


Figura 13

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.

3.1.8.1.8. 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 (Figura 14). 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 (2).

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 (2).

Dentro de cada racimo, la floración empieza en la primera inserción floral y continúa en la siguiente (2).

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 (2).



Figura 14

Iniciación de la Etapa R6; apertura de la primera flor. Se observa también un botón con abultamientos; es decir, próximo a abrir.

3.1.8.1.9. 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 (Figura 15) (2).

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 (2).

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 (2).



Figura 15

Iniciación de la Etapa R7. La corola de la flor cuelga de la vaina o recién se ha desprendido.

3.1.8.1.10. 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 (Figura 16) (2).

La vaina se alarga hasta los 10 ó 12 días después de la floración. El peso de las valvas aumenta hasta 15 a 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 (2).

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 (2).

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 (2).

Al finalizar esta etapa también se observa el inicio de la defoliación, comenzando por las hojas inferiores que se toman cloróticas y caen. El momento en que empieza la defoliación también depende del genotipo (2).

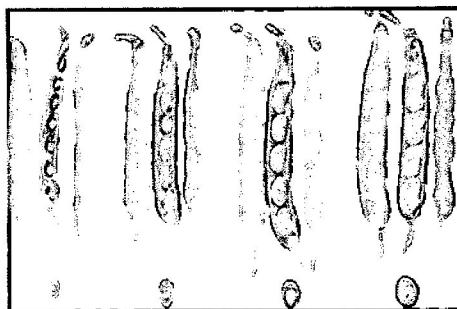


Figura 16

Etapa R8: ocurre el proceso de llenado de la vaina.

3.1.8.1.11. Etapa R9: maduración

La etapa R9 se considera como la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración (2).

Esta etapa se caracteriza por la decoloración y secado de las vainas (Figura 17). Un cultivo inicia esta etapa cuando la primera vaina inicia su decoloración y seca do, en el 50% de las plantas (2).

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 17 y el cultivo se encuentra entonces listo para la cosecha (2).

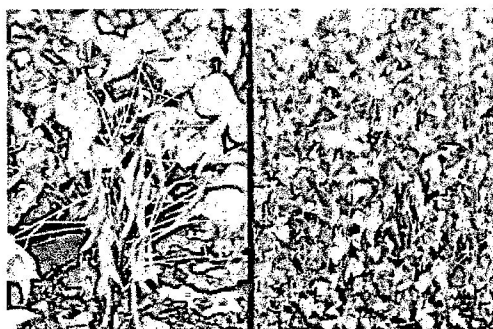


Figura 17

Iniciación de la Etapa R9; cambio de color de las vainas.

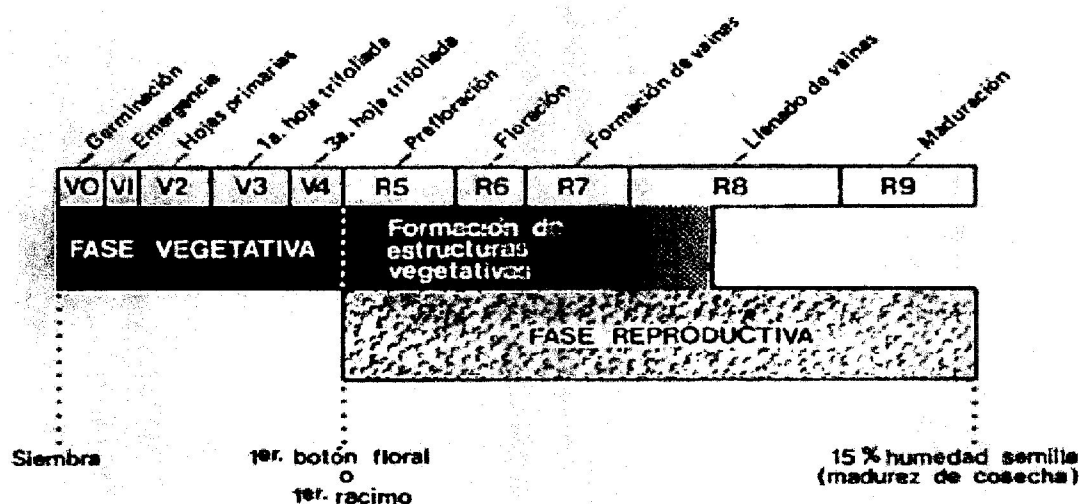


Figura. 18 Etapas de desarrollo de una planta de frijol.

3.1.9. Variedades utilizadas para la investigación

3.1.9.1. Variedad ICTA Ligero

ICTA Ligero es una variedad de frijón de grano de color negro, producto de la cruce entre las líneas DOR385 del CIAT y JU-90-4 del ICTA, la cuál fue realizada por el programa de frijón del ICTA en el Oriente de producción del 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 0.6 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 madures 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 (7).

Esta variedad se adapta bien hasta los 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 en asocio con maíz y sorgo. Es una variedad precoz (rápido crecimiento y desarrollo), lo cual permite a las siembras de primera (mayo-junio) escapar a los efectos de la canícula (7).

Se tiene conocimiento que el cultivar ICTA LIGERO, en la estación experimental de Jutiapa del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola 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 monocultivo (7).

3.1.6.2 Variedad Hunapú

De acuerdo con la descripción de variedades efectuada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, esta variedad fue desarrollada entre la Institución mencionada y el CIAT, que es el Oriente Internacional de Agricultura Tropical, dentro de las actividades del programa cooperativo de frijol para Oriente América, México y el Caribe PROFIJOL (7).

Hunapú proviene del 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 y antracnosis, forma plantas de buena altura, ramas espaciadas y las vainas convenientemente distribuidas; es decir, es una variedad que presenta una buena estructura de planta (7).

El resultado de esta cruce se denominó C132, la cuál 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 Hunapú (7).

3.1.6.3 Variedad 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 (7), esta variedad tuvo su origen, inicialmente en el cruzamiento entre un material denominado A320 proveniente del CIAT, y el material denominado GUATE 192, el cual fue proporcionado por ICTA. Este último material es resistente a Ascochyta, la cruce fue denominada C88 (7).

En 1983, 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 (7).

El color del grano es negro, hábito de crecimiento tipo indeterminado arbustivo, es tolerante a enfermedades como Ascochyta, antracnosis, roya y al picudo de la vaina, se adapta bien a altitudes entre 1800 y 2300 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 (7).

3.1.6.4 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 (7).

ICTA OSTUA, es una variedad resistente a enfermedades de hongos como lo son la roya, enfermedades virales como el mosaico dorado (7).

Según la descripción de variedades efectuada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), la variedad ICTA OSTUA es una variedad que puede iniciar su floración a los 37 días después de la siembra, puede llegar a madurar a los 69 días en promedio y puede llegar a cosecharse a los 77 días en promedio (7).

3.1.6.5 Variedad Texel

Es una variedad de frijol de grano color negro, es producida, certificada y comercializada por el ICTA. Esta según la descripción de variedades efectuada por el ICTA en 1992, (7), esta 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 Ascochyta y antracnosis, tiene un rendimiento promedio experimental de 1.63 toneladas por hectárea (7).

3.1.6.6 Variedad Santa Gertrudis

Este cultivar proviene de una cruce doble la cual fue realizada en el CIAT en el año de 1998, 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 *P.*

vulgaris, se le asigno el código Ju 90-2; en posteriores evaluaciones vino a conformar la variedad o cultivar ICTA SANTA GERTRUDIS (7).

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 siempre y cuando en la época seca se utilice riego (7).

La germinación en promedio inicia a los tres días, en tanto que la florescencia de color morado o lila, se observa de los 35 a 37 días después de la siembra. Las plantas son de hábito de crecimiento arbustivo indeterminado con guías cortas; estas pueden alcanzar una altura de 50 a 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, 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 (7).

3.2 Marco referencial

3.2.1 Santa María Ixhucatán, - Santa Rosa

3.2.1.1 Ubicación geográfica

El municipio de Santa María Ixhucatán, se encuentra situado en la parte este del departamento de Santa Rosa, en la Región IV o Región Sur-Oriente. Se localiza en la latitud 14° 11' 18" y en la longitud 90° 16' 39". Limita al Norte con el municipio de Cuilapa; al Sur con los municipios de San Juan Tecuaco y Chiquimulilla (Santa Rosa); al Este con el municipio de Oratorio (Santa Rosa); y al Oeste con el municipio de Chiquimulilla (Santa Rosa). Cuenta con una extensión territorial de 113 kilómetros cuadrados, y se encuentra a una altura de 1,290 metros sobre el nivel del mar, su clima es templado. Se encuentra a una distancia de 20 Kms. de la cabecera departamental de Santa Rosa y a 88 Kms. de la ciudad capital de Guatemala (7).

La municipalidad es de segunda categoría y cuenta con 17 aldeas y 23 caseríos. Las aldeas son: Chuchuapa, El Pital, La Laguna, San Pedro, El Corozal, El Platanar, Llano Grande, Santa Anita, El Cuje, El Zapote, Media Legua, El Irayol, Estanzuelas, Pineda, La Esperanza, La Fila y San Antonio (7).

3.2.1.2 Datos Históricos

Aunque se desconoce la procedencia aborigen de su nombre, en nahuatl podría traducirse como lugar de las palmeras o donde hay abundancia de ellas. El pueblo fue fundado por los españoles en la época colonial con el nombre de Todos Santos Ixhucatán, denominación que no conservó por mucho tiempo (7).

Al promulgarse la Constitución el 11 de diciembre de 1,879 se mencionó el municipio Ixhucatán, más tarde suprimido por acuerdo del 16 de mayo de 1,937 que lo anexaba como aldea a Santa María Ixhucatán (7).

3.2.1.3 Economía

Su economía se basa en la agricultura de productos como: café, caña de azúcar, maíz, papas y arroz; en su producción pecuaria tiene: crianza de ganado vacuno y porcino; y sus habitantes se dedican a la producción industrial de: la elaboración de panela, beneficio de café; y la producción artesanal de artículos de cerámica, tejas y ladrillos de barro, y cestería (7).

3.2.1.4 Hidrografía

Este municipio está bañado por los ríos: Aguacinapa, El Barro, El Pital, Jocomico, La Campana, Las Flores, Las Vueltas, Los Apantes, Margaritas, Santa Bárbara y Utena; los riachuelos: El Cuje, el Platanar, La Caparrosa, La Vegona, Los Hatillos, Ojo de Agua, de Chuchuapa; las quebradas Noalco, pineda, pito, La Muerta, Bejucal, Carrizal, El Cuje, el Injerto, El Pedernal, El Pital, El Raicero, El Zorrillo, Escarcha, Grande, Honda, La Mina, Las Ollas, Laguna Verde y Macuzul; y la laguna Los Apantes (7).

3.2.1.5 Orografía

Cuenta con el volcán Cruz Quemada y los cerros: Chiltote El Chino, del Zapote, El Cerrillo, Coyolito, el Copal, Encinalon, El Zarzal, La Consulta, La Laguna, Los Achiotes (7).

3.2.1.6 Áreas protegidas

Cuenta con la Reserva Biológica Volcán Cruz quemada, Superficie no definida, administrada por CONAP (7).

3.2.1.7 Serie de Suelos

Según Simmons (9), los suelos del área de estudio pertenecen a la serie de suelos comapa; son profundos, bien drenados, desarrollados sobre rocas máficas en un clima seco. Ocupan relieves de suavemente ondulados a ondulados a altitudes medianas en el sureste de Guatemala. Están asociados con los suelos Mongoy pero ocupan relieves más suaves, son más profundos y están libres de piedra, mientras que los Mongoy ocupan relieve más inclinados, son menos profundos y son pedregosos. Se asemejan a los Culmá pero estos también son pedregosos.

3.2.1.8 Condiciones Climáticas

Las condiciones climáticas de esta zona son muy variables por la influencia de los vientos, con una velocidad promedio de 2.7 Km/hr. pero predomina el clima semicalido sin estación seca y fría bien definida. (9)

Está área posee una temperatura anual máxima de 30 °C y una mínima de 17 °C con una precipitación anual de 2100 mm, y una humedad relativa del 76%.

3.2.1.9 Vías de comunicación:

Cuenta con la carretera CA-2, es accesible por camino de terracería, 9 Kms. a la Carretera Interamericana CA-2 (7).

3.2.2 Quezada – Jutiapa

3.2.2.1 Ubicación geográfica.

El municipio de Quezada, se encuentra situado en la parte Oeste del departamento de Jutiapa, en la Región IV o Región Sur-Oriental. Se localiza en la latitud 14° 16' 16" y en la longitud 90° 02' 17". Limita al Norte con los municipios de Casillas (Santa Rosa) y Jutiapa (Jutiapa); al Sur con los municipios de Jalpatagua y Jutiapa (Jutiapa); al Este con el municipio de Jutiapa (Jutiapa); y Oeste con los municipios de San José Acatempa y Jalpatagua (Jutiapa). Cuenta con una extensión territorial de 84 kilómetros cuadrados, y se encuentra a una altura de 980 metros sobre el nivel del mar, por lo que su clima es generalmente templado. La distancia de esta cabecera municipal a la Ciudad de Jutiapa es de 19 kilómetros (7).

La municipalidad es de 3ra. Categoría, cuenta con un Pueblo que es la cabecera municipal Quezada, 13 aldeas, 16 caseríos y los parajes: El Porvenir, Los Cerritos y Quebrada Seca. Las Aldeas son: Buena Vista, Don Diego, El Júcaro, El Jocote, El Pinito, El Retiro, El Salitrillo, La Brea, Las Quebradas, Los Potrerillos, San Fernando y Santa Gertrudis (7).

3.2.2.2 Datos Históricos

Creado por acuerdo gubernativo del 18 de junio de 1897. Durante el período hispánico era hacienda y el gobierno la adquirió por acuerdo gubernativo del 3 de noviembre de 1886, para repartirla entre quienes poseían terrenos de la misma (7).

En este municipio nació José Milla y Vidaurre, a cuya familia perteneció la antigua Hacienda Quezada, hoy municipio de Quezada (7).

En los límites de las antiguas haciendas: El Sitio y Quezada, se encuentra un cerro llamado Las Flores, en cuya cima existe una amplia gruta. En otro punto del mismo cerro, llamado el Peñón, se dio, en tiempo de la conquista, por los indios del antiguo reino de Mita a los conquistadores españoles, una batalla cuya tradición se conserva entre los indígenas (7).

En una parte del llano de Quezada, que comúnmente se llama Llano de Paz, se encuentran algunas ruinas y sepulcros de los indios, principalmente, en el lugar destinado hoy, al cultivo de algodón (7)."

3.2.2.3 Economía

La mayoría de la población se dedica al cultivo de maíz, frijol, arroz, yuca de almidón, caña de azúcar, maicillo, tomate, papas y tabaco. Algunos elaboran productos artesanales de jarcia, muebles de madera de cedro, teja y ladrillo de barro (7).

3.2.2.4 Hidrografía.

El municipio de Quezada es bañado por la vertiente de varios ríos, entre los cuales están: De Los Muertos, Las Lajas, Paz, Tempisque, Trapichito y Ulumina; así también atraviesan su territorio las quebradas Agua Escondida, Del Muerto, El Pinito y otras; el riachuelo Esquivel y los zanjones: El Pucal, Los Aposentos y Paso Hondo (7).

3.2.2.5 Orografía

Se conforma principalmente por las montañas: Corral Falso, Quebradas de las Mulas y Rincón Grande; así como por los cerros: Buena Vista, Cabrera, Cumbres Altas y otros más que en total son 13 los cerros que se encuentran altivos dentro de su territorio (7).

3.2.3 Moyuta – Jutiapa

3.2.3.1 Ubicación

El municipio de Moyuta, se encuentra situado en la parte Sur del departamento de Jutiapa, en la Región IV o Región Sur-Oriental. Se localiza en la latitud $14^{\circ} 02' 16''$ y en la longitud $90^{\circ} 05' 00''$. Limita al Norte con los municipios de Oratorio y San Juan Tecuaco (Santa Rosa); al Sur con la República de El Salvador y el Océano Pacífico; al Este con los municipios de Jalpatagua, Conguaco (Jutiapa) y con la República de El Salvador; y Oeste con el municipio de Pasaco (Jutiapa). Cuenta con una extensión territorial de 380 kilómetros cuadrados, y se encuentra a una altura de 1,282.96 metros sobre el nivel del mar, por lo que su clima es generalmente templado - semifrío. La distancia de esta cabecera municipal a la Ciudad de Jutiapa es de 63 kilómetros (7).

La municipalidad es de 2da. Categoría, cuenta con un Pueblo que es la cabecera municipal Moyuta, 38 aldeas, 51 caseríos, 7 parajes y la Lotificación Urbana Montufar. Las aldeas son: Barranca Honda, Bethania, Buena Vista, Ciudad Pedro de Alvarado, Colonia Montufar, El Arenal, El Chagüite, El Nanzal, El Obraje, El Paraíso, El Pinito, El Pino de Santa Cruz, Monterrico, Palos Abrazados, Poza del Llano, San Cayetano, Valle Nuevo, El Quequexque, El Rosario, El Sacamil, El Salamar, El Sitio, El Toro, Garita Chapina, La Ceiba, La Montaña, La Nueva, Las Cofradías, La Cuarentiuna,

Las Hilas, Las Lomas, Las Tablas, Los Achiotes, San Antonio Miramar y San Isidro (7).

3.2.3.2 Datos Históricos

Su etimología: Antes Moyutla, voz náhuatl que es colectivo de moyotl = mosquito, zancudo; o sea lugar donde abundan los mosquitos. Se desconoce el nombre que haya tenido con antelación (7).

Se desconoce desde cuando existe Moyuta como poblado, pero por el año de 1740 fue mencionado por Alonso Crespo, El Justicia Mayor del Partido de Escuintla, como San Juan Moyuta (7).

El Bachiller Domingo Juarros, anotó en el año 1800 en su Compendio de la Historia de la Ciudad de Guatemala, que Moyuta pertenecía al curato de Conguaco, en el entonces partido de Guazacapán (7)

Por decreto gubernativo del 8 de mayo de 1852, se creó el departamento de Jutiapa, y Moyuta se mencionó como uno de sus municipios (7).

3.2.3.3 Economía

Moyuta realiza muchas de sus transacciones comerciales con la República de El Salvador, basándose en la producción agrícola de maíz, frijol, café, frutas, caña de azúcar, arroz, ajonjolí, papa, algodón y chile. También se dedican a la crianza de ganado vacuno; a la producción de sal, la que se obtiene de alrededor de 16 salinas; y algunos de sus habitantes se dedican a la elaboración de productos artesanales como: panela, cestería, muebles de madera, trenzas y sombreros de palma, teja y ladrillo de barro (7).

3.2.3.4 Hidrografía

Moyuta cuenta con una gran cantidad de vertientes que bañan su territorio, siendo estos: las lagunetas: El Jocotillo, El Muchacho, El Tule, El Zarzal, Las Hojas y San Juan; 18 ríos entre los cuales están: Agrio, Paz que sirve de límite con El Salvador, Negro, El Zope y Las Carretas; 9 riachuelos; 13 quebradas; el canal de Chiquimulilla; la Barra Del Jiote, la Bocana Del Paz; estero El Negro, los zanjones: del Jiote, El Negro, La Danta y La Mocha (7).

3.2.3.5 Serie de Suelos:

(a) Los suelos de Moyuta pertenecen a los denominados suelos de la altiplanicie central y miscelánea, los primeros comprenden el 84% del departamento de Jutiapa. Gran parte del terreno es pedregoso e inclinado, apto solamente para cultivos perennes, bosque y pastos. Dentro de los suelos misceláneos se incluyen todas las áreas donde no domina ninguna

clase en particular de suelo, donde alguna característica o factor limita su uso agrícola permanente (9).

3.2.3.6 Condiciones Climáticas:

(b) La zona de vida es un segmento del bosque húmedo subtropical templado. En esta zona la precipitación pluvial oscila entre 1,100 – 1,349 mm. La biotemperatura media anual, varía entre 20-26 °C. La topografía es de relieve ondulado, accidentado y escarpado (9).

3.2.3.7 Orografía

La orografía de este lugar la constituyen las montañas: El Cuilotillo, El Maguey, El Melonar, El Quequexque, El Toro, La Nueva, San Andrés y San Antonio. Sobresale especialmente el Volcán Moyuta; También se encuentran rodeando su territorio, los cerros: Chile Danta, de las Horas, El Volcán, El Zapote, Gordo, La Cincuya, La Ventana, Las Cruzadillas y Las Lavaderas (7).

3.2.3.8 Uso de la Tierra

Grupo: cultivos, sub-grupo: cultivos perennes, detalle: café (9).

4 Objetivos

4.1 General

Evaluar seis materiales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo manejo tradicional de cultivo, en tres localidades del Oriente de Guatemala.

4.2 Especificos

- 4.2.1 Evaluar el rendimiento de grano en Kgs-Ha de seis materiales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en las localidades de Santa Maria Ixhuatan, Santa Rosa; Quezada y Moyuta, Jutiapa..
- 4.2.2 Obtener información acerca de las etapas de desarrollo y componentes del rendimiento de seis materiales de frijol evaluados en tres localidades: Santa Maria Ixhuatan, Santa Rosa; Quezada y Moyuta, Jutiapa.
- 4.2.3 Obtener información respecto al manejo que los agricultores realizaron en el cultivo de frijol, en las diferentes localidades evaluadas.

5 Hipótesis

- 5.1 Por lo menos una de las variedades de frijol a evaluar se comportará de manera diferente a las demás en cuanto a rendimiento de grano en Kgs-Ha., etapas de desarrollo de la planta y componentes de rendimiento.
- 5.2 Por lo menos en una de las localidades en las que se efectuará la investigación existirá un comportamiento diferente a las demás localidades en cuanto a rendimiento de grano en Kgs-Ha., etapas de desarrollo de la planta y componentes de rendimiento.
- 5.3 Existe interacción entre las variedades de frijol a evaluar y la localidad en donde se estén cultivando dichas variedades en cuanto a rendimiento de grano en Kgs-Ha., etapas de desarrollo y componentes de rendimiento.

6 Metodología

6.1 Lugar y época

La investigación se realizó en tres localidades productoras de frijol en el Municipio de: Santa María Ixhuatan, Santa Rosa; Quezada y Moyuta, Jutiapa., la que se llevo a cabo de octubre del año 2004 a abril del año 2005.

6.2 Material experimental

- Seis variedades de frijol común
- Fungicidas
- Insecticidas
- Fertilizantes
- Estacas de madera
- Machete
- Azadón
- Cinta métrica de 50 metros
- Pita

6.3 Factores evaluados

Se evaluaron dos factores siendo los siguientes:

Factor A: Materiales de frijol, que son: ICTA Ligero, ICTA Ostúa, Santa Gertrudis, Hunapú Texel y Altense.

Factor B: Localidades: Que son Santa María Ixhuatan, Santa Rosa; Quezada y Moyuta, Jutiapa..

6.4 Diseño experimental.

En el trabajo de investigación se utilizó 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, realizando un análisis de series de experimentos repetidos en el espacio.

6.5 Modelos estadísticos

Se utilizaron dos modelos estadísticos, el primero fue el de bloques al azar simple, para analizar los datos de cada localidad, posteriormente se utilizó un análisis de series de experimentos repetidos en el espacio para estudiar la interacción existente entre el material de frijol 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
 μ = Media general del experimento
 τ_i = Efecto del i ésima variedad de frijol común
 β_j = Efecto del j ésimo bloque
 ε_{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.
 μ = Media general del experimento.
 L_i = Efecto de la iésima localidad.
 $\beta_{j(i)}$ = Efecto del jésimo bloque anidado en la iésima localidad.
 T_k = Efecto del késimo tratamiento (variedad de frijol común).
 LT_{jk} = Efecto de la interacción entre la localidad y las variedades de frijol común.
 ε_{ijk} = Error experimental.

6.6 Descripción de los tratamientos

Las seis variedades constituyen los tratamientos a evaluar pero repetidos en cada localidad, y se detallan en el cuadro 2, a continuación:

CUADRO 2 Descripción de los tratamientos (Variedades) evaluados en cada localidad.

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

6.7 Descripción de la unidad experimental

La unidad experimental constituyo una parcela de 3.0 metros de ancho por 9.0 metros de largo (27.0 metros cuadrados), la distancia de siembra fue 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 elimino 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 tuvo un área de 162.0 metros cuadrados (9.0 metros de largo por 18.0 metros de ancho). 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 fue de 324.0 metros cuadrados. El área total del experimento, (lo cultivado más las calles) fue de 756.0 metros cuadrados en cada localidad Figura (19).

Var. Santa Gertrudis



Var. Hunapu



Var. Altense



Var. Texel



Var. Ligero



Var. Ostúa



FAUSAC/KVL



42.0 mts

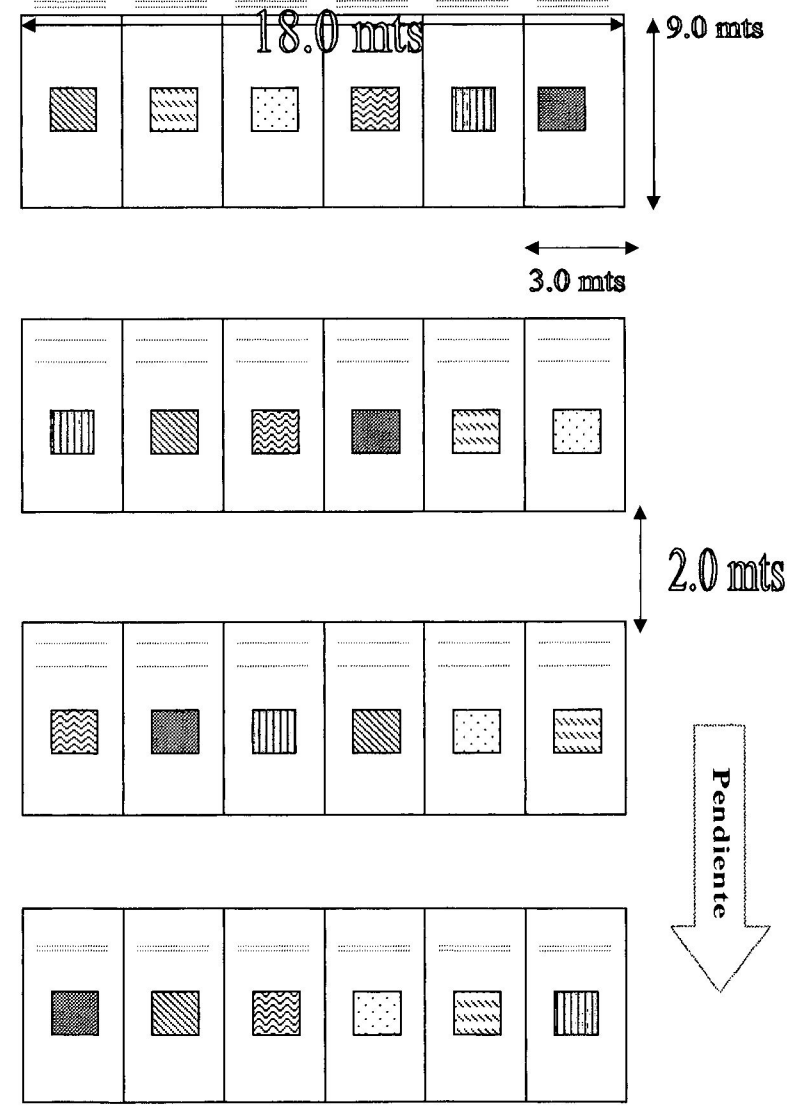


Figura 19 Diseño de la Parcela Experimental

PROYECTO DE INVESTIGACION EN GENETICA Y FENOTIPADO DE LA RAZA SANTA GERTRUDIS
Biblioteca Central

6.8 Manejo del experimento

6.8.1 Boleta para recopilación de información sobre el manejo del cultivo

Esta boleta se desarrollo con la finalidad de recopilar información de todas las actividades que el agricultor guatemalteco realiza en el cultivo de frijol, esto fue en cada localidad donde se realizó el experimento.

A cada boleta se le asignó un código:

| CÓDIGO | SIGNIFICADO |
|---------------|--------------------|
|---------------|--------------------|

| | |
|-------------|---|
| BRIF-SMI-SR | Boleta de Recolección de Información de Frijol, Santa Maria Ixhuatan, Santa Rosa. Cuadro 3. |
|-------------|---|

| | |
|-----------|---|
| BRIF-Q-JU | Boleta de Recolección de Información de Frijol, Quezada, Jutiapa. Cuadro 4. |
|-----------|---|

| | |
|-------------|--|
| BRIF-MOY-JU | Boleta de Recolección de Información de Frijol, Moyuta, Jutiapa. Cuadro 5. |
|-------------|--|

Formato: BRIF-SMI-SR**Cuadro 3 Descripción de las actividades de Manejo Agrícola y Costo, en el cultivo de frijol en Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.**

| Localidad | SANTA MARIA IXHUATAN, SANTA ROSA | |
|----------------------------------|--|-----------------|
| Actividad | Forma en que el agricultor realiza la actividad | Costos Q. |
| Preparación del terreno | Esta se hizo de forma manual, se realizó una limpia, utilizando jivo ¹ (herramienta curva), luego el material vegetal se colocó en los callejones. | 200.00 |
| Siembra | Las variedades fueron establecidas en unidades experimentales de 9 metros de largo por 3 metros de ancho, sembradas por posturas a un distanciamiento de 0.70 metros entre surcos y 0.20 metros entre posturas, teniendo así 14 surcos de 30 posturas estas con 2 granos cada una. | 150.00 |
| Fertilización | Se hicieron 2 tipos de fertilización, la primera se hace junto con la siembra, esta es de tipo granular, utilizando el fertilizante 15-15-15 a una dosis de 4 qq/Ha. La segunda es una fertilización foliar utilizando Bayfolan, esta se hizo en la etapa de prefloración del cultivo, con aportación mayoritaria de Nitrógeno. | 150.00 |
| Control de malezas | MANUAL. Esta se hizo 2 veces en el ciclo, y la fecha se estima según las condiciones ambientales y la proliferación de las mismas, pero esta es esencial en las primeras etapas de crecimiento, cuando el cultivo no es capaz de competir con las malezas. | 250.00 |
| Control de plagas y enfermedades | Se realizó control de tortuguilla, utilizando para ello bomba de mochila, con producto químico Lannate. No se realizó ningún control para enfermedades. | 150.00 |
| Cosecha | La cosecha se hizo manual, iniciando con el arranque de las plantas para luego realizar un aporreo el que permitió el obtener el grano de frijol. | 200.00 |
| | TOTAL Q | 1,100.00 |

¹ Herramienta curva utilizada para realizar limpias en los cultivos, en el oriente del país.

Formato: BRIF -Q-JU

Cuadro 4 Descripción de las actividades de Manejo Agrícola y Costo, en el cultivo de frijol en Quezada, Jutiapa.

| Localidad | QUEZADA, JUTIAPA | |
|----------------------------------|---|----------------|
| Actividad | Forma en que el agricultor realiza la actividad | Costos |
| Preparación del terreno | Se realizo una limpia con machete para cortar las malezas existentes, luego las mismas se colocaron en montículos para posteriormente quemarlos. | 250.00 |
| Siembra | La variedades fueron establecidas en unidades experimentales de 9 metros de largo por 3 metros de ancho, sembradas por posturas a un distanciamiento de 0.60 metros entre surcos y 0.10 metros entre posturas, teniendo así 14 surcos de 30 posturas estas con 2 granos cada una. | 150.00 |
| Fertilización | Se hicieron 2 tipos de fertilización, la primera se hizo a los 8 días de germinada la planta, esta es de tipo granular, utilizando el fertilizante 16-20-0 a una dosis de 4 qq/Ha.. | 150.00 |
| Control de malezas | MANUAL. Se hicieron 2 limpieas utilizando azadón para la actividad por ciclo, y la fecha se estima según las condiciones ambientales y la proliferación de las mismas, pero esta es esencial en las primeras etapas de crecimiento, cuando el cultivo no es capaz de competir con las malezas. | 200.00 |
| Control de plagas y enfermedades | Se realizo control de tortuguilla en forma química, utilizando para ello bomba de mochila y el producto químico Tamaron. No se realizo ningún control para enfermedades: | 300.00 |
| Cosecha | La cosecha se hizo manual, iniciando con el arranque de las plantas para luego realizar un aporreo el que permitió el obtener el grano de frijol. . | 250.00 |
| | TOTAL Q | 1300.00 |

Formato: BRIF-MOY-JU

Cuadro 5 Descripción de las actividades de Manejo Agrícola y Costo, en el cultivo de frijol en Moyuta, Jutiapa.

| Localidad | MOYUTA, JUTIAPA | |
|----------------------------------|--|-----------------|
| Actividad | Forma en que el agricultor realiza la actividad | Costos |
| Preparación del terreno | Esta se hizo de forma manual, se realizó una limpia, utilizando para ello jivo (herramienta curva), luego el material vegetal se colocó en los callejones. | 250.00 |
| Siembra | Las variedades fueron establecidas en unidades experimentales de 9 metros de largo por 3 metros de ancho, en esta localidad no se estableció la distancia de siembra entre surcos, tampoco entre plantas ya que por las condiciones del terreno no lo permitió (por la pedregosidad existente), por postura se colocaron 2 granos. | 100.00 |
| Fertilización | Se hizo 1 fertilización, a los 10 días después de realizada la siembra, esta es de tipo granular, utilizando el fertilizante 16-20-0 a una dosis de 3 qq/Ha. | 100.00 |
| Control de malezas | MANUAL. Esta se hizo 2 veces en el ciclo, y la fecha se estima según las condiciones ambientales y la proliferación de las mismas, pero esta es esencial en las primeras etapas de crecimiento, cuando el cultivo no es capaz de competir con las malezas. | 300.00 |
| Control de plagas y enfermedades | Se realizó control de las plagas tortuguillas y babosas (caracol) en forma química, utilizando para ello bomba de mochila y el producto químico Tamaron, para el control de las tortuguillas y para el control de las babosas se colocaron cebos de caracolex. No se realizó ningún control para enfermedades. | 400.00 |
| Cosecha | La cosecha se hizo manual, iniciando con el arranque de las plantas para luego realizar un aporreo el que permitió el obtener el grano de frijol. | 200.00 |
| | TOTAL Q | 1,350.00 |

6.8.2 Trazado del experimento

El trazo del experimento se realizó cuando el terreno ya estaba preparado. Para obtener los ángulos rectos necesarios se utilizó el método de Pitágoras. Para hacer las mediciones de las distancias, se utilizó cinta métrica. Las parcelas se delimitaron con estacas de madera en los vértices y con rafia 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, se procedió a la identificación de cada parcela con etiquetas emplastadas, de acuerdo al tratamiento que le correspondió a cada una.

6.8.3 Las variables de respuesta fueron:

Rendimiento experimental de grano al 15% de humedad en Kgs-Ha

Peso de una semilla

Semillas/vaina

Vainas/planta

Planta/m²

Rendimiento teórico

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

Análisis estadístico

7 Resultados y Discusión de Resultados

A continuación se presentan los resultados y la discusión de los mismos.

7.1 Variable rendimiento teórico de frijol en Kgs-Ha.

El rendimiento teórico del frijol es una de las principales variables de esta investigación porque integra componentes del rendimiento como lo son: peso de una semilla, semillas por vaina, vainas por planta y plantas por metro cuadrado, por lo que nos muestra rendimientos potenciales influidos por los manejos y ambientes específicos de cada localidad.

Con los resultados obtenidos del experimento de la variable rendimiento teórico de frijol en Kgs-Ha., se realizó un análisis de varianza cuyos resultados se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable rendimiento teórico en Kgs-Ha.

| F.V. | G.L | S.C. | C.M. | F.C | SIGNIFICANCIA |
|--------------|-----|-----------|----------|-------|---------------|
| BLOQUE (LOC) | 9 | 19114322 | 2123813 | 1.72 | 0.1111 |
| VARIEDAD | 5 | 20363193 | 4072638 | 3.31 | 0.0125 |
| LOCALIDAD | 2 | 45130380 | 22565190 | 18.33 | 0.0001 |
| VARIE*LOC | 10 | 24086417 | 2408641 | 1.96 | 0.0619 |
| ERROR | 45 | 55412338 | 1231385 | | |
| TOTAL | 71 | 164106652 | | | |

c.v. 37.90395%

Como se puede observar en el cuadro anterior, existen diferencias significativas para las variedades y las localidades de siembra, no encontrándose diferencias significativas para la interacción entre variedades por localidad. Por lo que se procedió a efectuar la prueba múltiple de medias de Tukey, tanto para el factor variedades como para el factor localidades. Las que se presentan a continuación en los cuadros 7 y 8.

Cuadro 7 Prueba de Tukey para el factor variedad y la variable rendimiento teórico de frijol en kg-Ha.

| VARIEDAD | MEDIA | TUKEY 5% DE SIGNIFICANCIA |
|-----------------|-------|---------------------------|
| Santa Gertrudis | 3777 | A |
| ICTA Ligero | 3297 | A |
| Altense | 3076 | A |
| Hunapu | 2764 | A |
| Texel | 2501 | A |
| Ostúa | 2148 | B |

En el cuadro 7 se puede observar que se formaron dos grupos en el cual el primer grupo esta formado por las variedades de Santa Gertrudis, ICTA Ligero, Altense, Hunapu y Texel; teniendo el mejor resultado la variedad Santa Gertrudis con un rendimiento teórico de 3777 Kgs-Ha., además se formo un segundo grupo identificado con la variedad Ostúa que presento el rendimiento teórico mas bajo con 2148 Kgs-Ha.

Los resultados descritos anteriormente se pueden visualizar de mejor manera en la figura 20, en la que se muestran las diferentes variedades evaluadas y sus respectivos valores de rendimiento teórico expresado en Kgs-Ha., sin diferenciar las localidades donde fueron cultivadas.

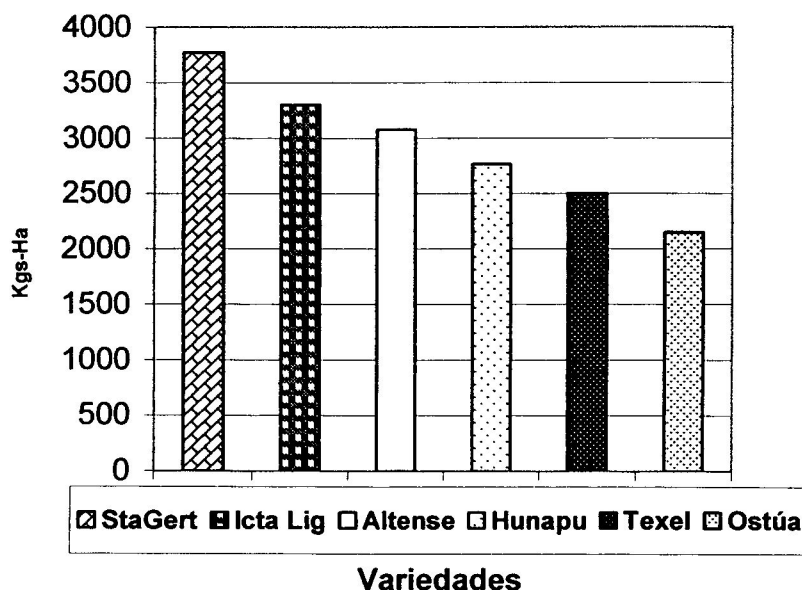


Figura 20. Rendimiento teórico de frijol en Kgs-Ha para el factor variedades de las medias.

La posición de cada variedad en el rendimiento teórico se debe a los datos de sus niveles de producción tomados en el campo, los cuales oscilaron de la siguiente forma:

- A. **Santa Gertrudis** Esta Variedad es la que mejor comportamiento presento, siendo muy resistentes a plagas y enfermedades, como el picudo de las vainas y el mosaico dorado. Se pudo observar que la altura sobre el nivel del mar le favoreció a esta variedad, ya que presento un mejor rendimiento teórico con los siguientes niveles en promedio: 25.08 plantas por metro cuadrado, 10.16 vainas por planta, 8 semillas por vaina y el peso de una semilla de 0.0001925 Kgrs.
- B. **ICTA Ligero** Es una variedad muy precoz, por esta característica no fue afectada por la canícula ya que presenta un ciclo mas corto de producción que el resto de variedades, favoreciendo en la producción de vainas con un promedio de 11.83, numero de granos por vaina con promedio de 6.08, 23.08 plantas por metro cuadrado y un peso de semilla de 0.0001925; respondiendo a los niveles deseados de producción.
- C. **Altense** Esta variedad fue afectada por plagas como la tortuguilla y minador de la hija, aunque presento buenos resultados de producción en los lugares de Quezada y Moyuta, se observó que es afectada por la altura sobre el nivel del mar ya que presento un crecimiento indeterminado, produciendo un número reducido de vainas por planta con un promedio de 8.41, 24 plantas por metro cuadrado, 7 semillas por vaina y un peso de semilla de 0.000225 Kgs.
- D. **Hunapu** Presento características idóneas para el consumo final como es el color y tamaño del grano, se vio afectada por plagas como lo son la tortuguilla, picudo de la vaina y babosas, no así por enfermedades ya que es muy resistente a las provocadas por hongos, se encontró una media de 22.33 plantas por metro cuadrado, 8.50 vainas por planta, 6.66 semillas por vaina y un peso de semilla de 0.000220 kgs.
- E. **Texel** Se vio afectada por plagas como: Tortuguillas, babosas y picudo de la vaina, también por enfermedades como la roya, viéndose reducida la producción de vainas en un promedio de 7, 19.75 plantas por metro cuadrado, 6.08 semillas por vaina y un peso de semilla de 0.00024 kgs.
- F. **Ostúa** Esta variedad es de crecimiento determinado tipo arbustivo, se vio afectada por plagas como el picudo de la vaina babosas y tortuguillas, las cuales dañificaron el follaje, redujeron el número de plantas por metro cuadrado en un promedio de 22.08, 7.08 vainas por planta , 7.33 semillas por vaina y un peso de semilla de 0.000189 Kgs.

A continuación se procedió a efectuar la prueba múltiple de medias de Tukey para el factor localidad, esto debido a que presentó diferencia significativa en el análisis de varianza para la variable rendimiento teórico expresado en Kgs-Ha, Cuadro 8.

Cuadro 8 Prueba de Tukey para el factor localidad y la variable rendimiento teórico de frijol en Kgs-Ha.

| VARIEDAD | MEDIA | TUKEY 5% DE SIGNIFICANCIA |
|-------------|-------|---------------------------|
| QUEZADA | 3902 | A |
| MOYUTA | 2917 | B |
| SANTA MARIA | 1962 | C |

En el cuadro 8 se observa que la prueba de Tukey separa a las localidades de tal manera que indica que las tres localidades son diferentes. La localidad Quezada se encuentra con el mayor rendimiento teórico con 3902 Kgs-Ha., Moyuta se encuentran con 2917 Kgs-Ha. y con menor rendimiento la localidad de Santa Maria Ixhuatan con un rendimiento teórico de 1962 Kgs-Ha. Entre las localidades de Quezada con un rendimiento teórico de 3902 Kgs-Ha. y Moyuta con un rendimiento de 2917 Kgs-Ha. se aprecia una diferencia de 985 Kgs-Ha y entre la localidad Moyuta y Santa Maria Ixhuatán se observa una diferencia de 955 Kgs-Ha.

En el cuadro 7, la localidad Quezada presenta el mejor rendimiento colocándose en el primer lugar con una diferencia de 1940 Kgs-Ha, con respecto a la localidad Santa Maria Ixhuatán que es la presenta el menor rendimiento de las tres localidades.

Lo que indica que en Quezada y Moyuta las condiciones de suelo y clima contribuyeron para que las variedades como Santa Gertrudis, ICTA ligero y Hunapu, obtuvieron los mejores resultados en el ANDEVA, cabe mencionar que en Quezada los suelos son profundos, franco arcillosos con buena fertilización y topografía plana, contribuyendo estas características a obtener un rendimiento mejor que el resto de las variedades evaluadas.

En la figura 21, aparecen los resultados obtenidos en las localidades evaluadas, para la variable rendimiento teórico de frijol en Kgs-Ha., pudiéndose apreciar de una manera más fácil la diferencia en los mismos.

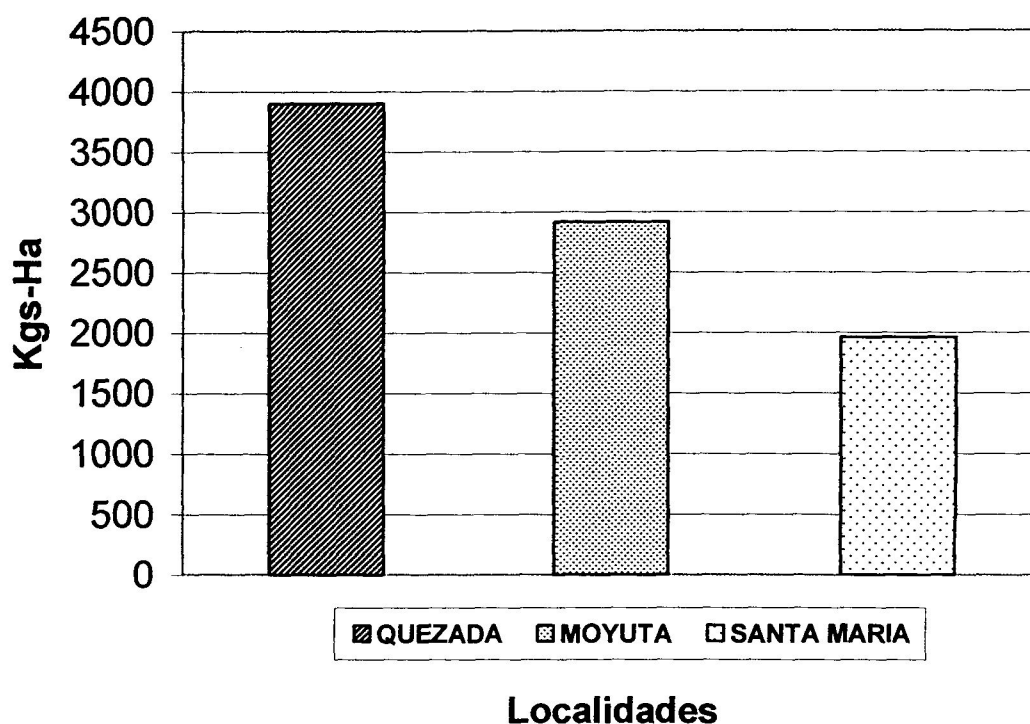


Figura 21. Rendimiento teórico de frijol en Kgs-Ha.

Con el propósito de observar de mejor manera el análisis que se realizó al rendimiento teórico en Kgs-Ha, de las variedades evaluadas por localidad de siembra se realizó el cuadro 9.

Cuadro 9 Rendimiento teórico de frijol en Kgs-Ha. para cada una de las localidades y por variedad.

| Variedad | Localidad | | | Media |
|-----------------|-----------|---------|-------------|-------|
| | Moyuta | Quezada | Santa Maria | |
| Santa Gertrudis | 3085 | 6053 | 2193 | 3777 |
| ICTA Ligero | 3025 | 5095 | 1770 | 3297 |
| Altense | 3695 | 3405 | 2127 | 3075 |
| Hunapu | 2570 | 3565 | 2158 | 2764 |
| Texel | 2626 | 3010 | 1868 | 2501 |
| Ostúa | 2503 | 2282 | 1659 | 2148 |

Se puede observar que cada una de las variedades presento un comportamiento diferente en cada localidad.

- A. **Variedad Santa Gertrudis** Esta variedad se comporto como la que mejor resultado presenta en cuanto a la media del rendimiento teórico se refiere, con un resultado de 3777 Kgs-Ha, además se aprecia que fue la primera mejor en las localidades de Quezada y Santa Maria Ixhuatán con un rendimiento de 6053 y 2193 Kgs-Ha. respectivamente y como la tercera en rendimiento teórico en la localidad de Moyuta con 3085 Kgs-Ha. Se observo que esta variedad se adapta a cualquier localidad y diversas condiciones climáticas y de suelo; obteniendo los mejores resultados de producción en cuanto al rendimiento teórico se refiere.
- B. **Variedad ICTA Ligero** Se encuentra como la segunda mejor variedad en cuanto a rendimiento teórico medio se refiere con 3297 Kgs-Ha., pero encontrándose como la segunda mejor en las localidades de Quezada y Moyuta con rendimientos de 5095 y 3025 Kgs-Ha respectivamente y en el quinto lugar en las localidad de Santa Maria Ixhuatán con rendimiento teórico de 1770 Kgs-Ha., lo que nos indica que esta variedad es potencialmente apta para casi cualquier localidad bajo condiciones de manejo adecuadas.
- C. **Variedad Altense** Se presenta como la tercer mejor variedad tanto en media de rendimiento con 3695 Kgs-Ha., así como en la localidad de Moyuta con 3695 Kgs-Ha., como cuarto mejor lugar en la localidad de Quezada y Santa María Ixhuatán con 3405 Kgs-Ha. Y 2127 Kgs-Ha respectivamente.
- D. **Variedad Hunapu** Se encuentra en cuarto lugar en cuanto a rendimiento teórico medio se refiere con 2764 Kgs-Ha. Pero se encuentra en tercer lugar en las localidades de Quezada y Santa María Ixhuatán con 3565 Kgs-Ha, y 2158 Kgs-Ha respectivamente. Es una variedad muy resistente a enfermedades fungosas, pero las plagas del lugar la afectan en gran medida reduciendo la producción.
- E. **Variedad Texel** Se encuentra en quinto lugar en cuanto a rendimiento teórico medio se refiere con 2501 Kgs-Ha., así como en las localidades de Moyuta y Quezada con un rendimiento de 2626 y 3010 Kgs-Ha respectivamente y en el cuarto lugar en la localidad de Santa María Ixhuatán con 1868 Kgs-Ha., Lo que indica que en lugares altos, y húmedos esta variedad tiene potencial.
- F. **Variedad Ostúa** Se encuentra como la última variedad en cuanto a rendimiento teórico medio se refiere con 21483 Kgs-Ha, encontrándose también en la última en las localidades de Moyuta, Quezada y Santa María Ixhuatán con un rendimiento de 2503, 2282 y 1659 respectivamente. Lo que prácticamente permite concluir que la variedad mencionada estadísticamente no es recomendable para esta zona, debido a que las plagas existentes del lugar hacen que los niveles de producción sean bajos, Figura 22.

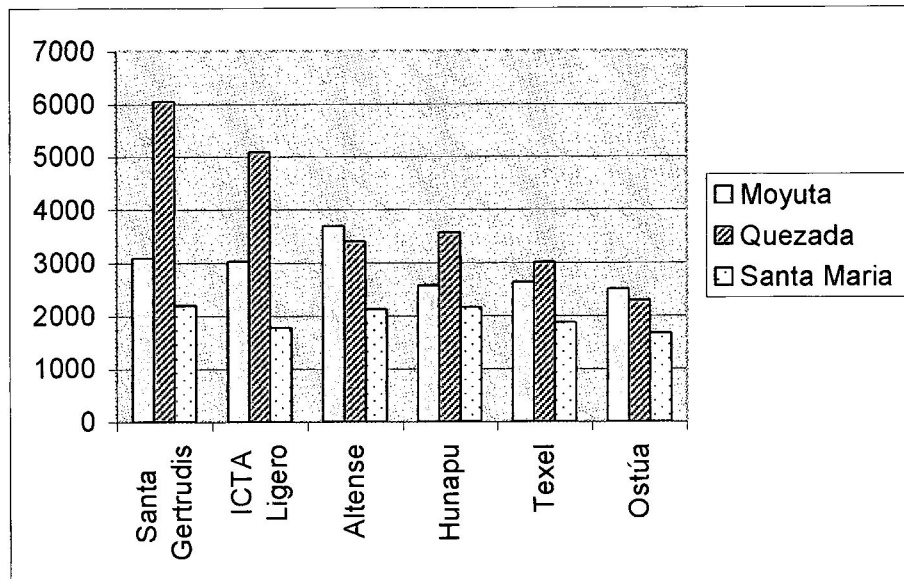


Figura 22 Rendimiento teórico de frijol en Kg-Ha, de las variedades en las tres localidades.

7.2. Variable rendimiento experimental de frijol en Kgs-Ha.

Con los resultados obtenidos del experimento de la variable rendimiento experimental de frijol en Kgs-Ha., se realizó el análisis de varianza cuyos resultados se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7 Análisis de varianza para la variable rendimiento experimental de frijol en Kgs-Ha.

| F.V. | G.L | S.C. | C.M. | F.C | SIGNIFICANCIA |
|--------------|-----|----------|----------|--------|---------------|
| Bloque (loc) | 9 | 800066 | 88896 | 1.97 | 0.0662 |
| Variedad | 5 | 2461806 | 492361 | 10.89 | 0.0001 |
| Localidad | 2 | 21177334 | 10588667 | 234.25 | 0.0001 |
| Varie*loc | 10 | 2891837 | 289183 | 1.14 | 0.213 |
| Error | 45 | 2034108 | 45202 | | |
| Total | 71 | 29365153 | | | |

Cv 16.53245

Como se puede observar en el cuadro anterior, existen diferencias significativas para las variedades evaluadas y las localidades. Además en el análisis de varianza anterior, no se encontró diferencia significativa en la interacción entre variedad y localidad, Por lo que se procedió a efectuar la prueba múltiple de medias de Tukey, tanto para el factor variedad como para el factor localidad, la cual se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11 Prueba de Tukey para el factor variedad y la variable rendimiento experimental de frijol en Kgs-Ha.

| VARIEDAD | MEDIA | TUKEY 5% |
|-----------------|-------|----------|
| ICTA Ligero | 1641 | A |
| Ostúa | 1388 | A |
| Hunapu | 1255 | B |
| Texel | 1199 | B |
| Altense | 1143 | B |
| Santa Gertrudis | 1087 | C |

La prueba de medias de Tukey forma un primer grupo que lo conforman las variedades ICTA Ligero y Ostua presentando el mejor rendimiento experimental ICTA ligero con un total de 1641 Kgs-Ha. Y Ostua con 1388 Kgs-Ha.

Un segundo grupo lo forma la prueba de medias de Tukey con las variedades Hunapu, Texel y Altense con rendimientos de 1255 Kgs-Ha., 1199 Kgs-Ha y 1143 Kgs-Ha respectivamente, estas tres variedades son estadísticamente iguales.

En un tercer grupo tenemos a la variedad Santa Gertrudis con el rendimiento experimental mas bajo en relación al primer y segundo grupo.

Los resultados descritos anteriormente se pueden visualizar mejor en la figura 23, en la que se muestran las diferentes variedades evaluadas y sus respectivos valores de rendimiento expresado en Kgs-Ha., sin diferenciar las localidades donde fueron cultivadas.

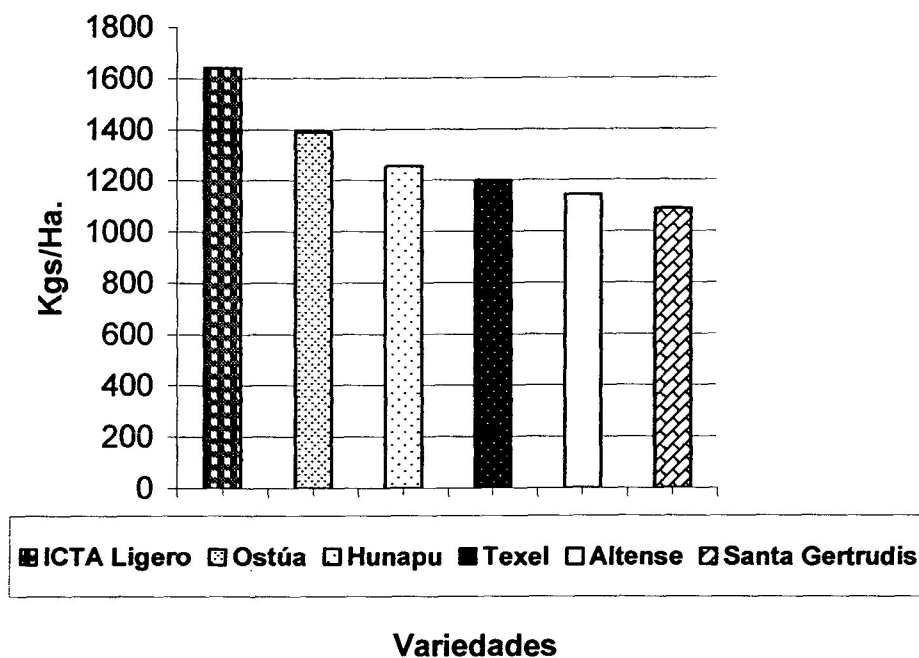


Figura 23. Rendimiento experimental de frijol en Kgs-Ha.

La posición en rendimiento experimental de cada variedad dependió de su respuesta a las condiciones climatológicas y edáficas de cada localidad, también a su resistencia o susceptibilidad a plagas y enfermedades; ya que el manejo de cultivo fue el mismo para cada variedad, esto en cuanto a preparación del terreno, siembra utilizando el mismo distanciamiento, fertilización utilizando la misma fórmula, control de malezas en ninguna localidad se utilizó químico, todo fue un control manual, control de plagas y enfermedades se refirió. Expresando el comportamiento de cada variedad en la gráfica anteriormente mostrada, donde se observa desde la variedad de mejor rendimiento hasta la variedad de menor rendimiento, Cuadro 12.

- A. **ICTA Ligero** Es una variedad muy precoz, por esta característica no fue afectada por la canícula ya que presenta un ciclo mas corto de producción que el resto de variedades, favoreciendo en la producción de vainas con un promedio de 16 y numero de granos por vaina con promedio de 6, respondiendo a los niveles deseados de producción, es una variedad que fue creada específicamente para el Oriente del país, de allí los resultados obtenidos.
- B. **Ostúa** Esta variedad es de crecimiento determinado tipo arbustivo, fue afectada por plagas del lugar como las babosas y tortuguillas, las cuales dañificaron el follaje, redujeron el número de plantas por metro cuadrado, pero la variedad es buena productora de vainas por planta lo que le favoreció en promedio de rendimiento experimental.

- C. **Hunapu** Presento características idóneas para el consumo final como es el color y tamaño del grano, se vio afectada por plagas como lo son la tortuguilla, picudo de la vaina y babosas, no así por enfermedades ya que es muy resistente a las provocadas por hongos.
- D. **Texel** Se vio afectada por plagas como: Tortuguillas, babosas y picudo de la vaina, también por enfermedades como la roya, viéndose reducida la producción de vainas afectando la producción de la misma
- E. **Altense** Esta variedad fue afectada por plagas como la tortuguilla y minador de la hija, aunque presento buenos resultados de producción en los lugares de Quezada y Moyuta, se observó que es afectada por la altura sobre el nivel del mar ya que presento un crecimiento indeterminado, produciendo un número reducido de vainas por planta, viéndose afectado el rendimiento.
- F. **Santa Gertrudis** Esta Variedad es la que mejor comportamiento presento, siendo muy resistentes a plagas y enfermedades, como el picudo de las vainas y el mosaico dorado. Se pudo observar que la altura sobre el nivel del mar le favoreció a esta variedad, el resultado se vio afectado por causas físicas ya que un semoviente invadió los límites del experimento, afectando el desarrollo fisiológico de la plantación.

Cuadro 12. Prueba de Tukey para el factor localidad de siembra para la variable rendimiento experimental de frijol en Kgs-Ha.

| VARIEDAD | MEDIA | TUKEY 5% |
|-------------|-------|----------|
| QUEZADA | 2048 | A |
| SANTA MARIA | 978 | B |
| MOYUTA | 831 | B |

La prueba de medias de tukey separa las localidades de tal manera que nos indica que existen dos grupos, donde el primer grupo esta formado por la localidad Quezada la cual presenta el mejor rendimiento experimental con 2048 Kgs-Ha. El segundo grupo esta formado por las localidades Santa Maria Ixhuatan y Moyuta, las cuales presentan rendimientos de 978 y 831 Kgs-Ha. respectivamente. Existiendo diferencia entre el primer y segundo grupo de hasta 1217 Kgs-Ha.

Para tener una mejor apreciación de los resultados de rendimiento experimental por localidad se construyó la figura 24.

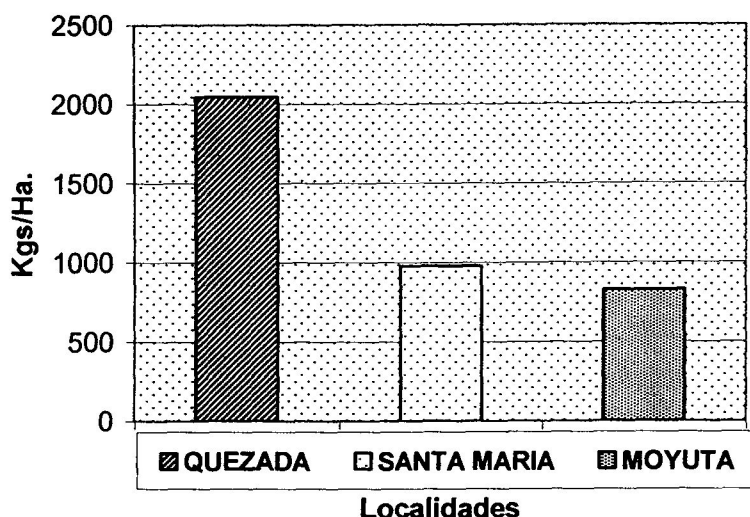


Figura 24. Rendimiento Experimental de frijol en Kg-ha en las tres localidades.

- A. **Localidad Quezada** Se encuentra como la mejor localidad en cuanto a rendimiento experimental medio se refiere con 2048 Kgs-Ha. nos demuestra que la mejor variedad fue ICTA ligero con un rendimiento de 2567 kg-ha, esta localidad presenta suelos profundos, bien drenados, fértiles y topografía ondulada.
- B. **Localidad Santa María Ixhuatán** Se encuentra como la segunda mejor de las localidades en cuanto a rendimiento experimental medio se refiere con 978 kg-ha, en donde la mejor variedad fue ICTA ligero con un rendimiento de 1683 kg-ha, en esta localidad se presentó el problema de invasión por un semoviente afectando el rendimiento de las unidades experimentales presentes.
- C. **Localidad Moyuta** Se encuentra como la última localidad en rendimiento experimental con 831 kg-ha, esta localidad presenta problemas de pedregosidad, pendiente pronunciada, suelos degradados y poco profundos, que en determinado momento pudieron afectar el rendimiento de las diferentes variedades establecidas.

Para tener una visión mas clara de los anteriores resultados se genero el cuadro 13 con los datos que nos permite conocer el comportamiento de las diferentes variedades en las tres localidades de siembra en base a su rendimiento experimental de frijol expresado en Kgs-Ha.

Cuadro 13. Rendimiento Experimental de frijol en Kg-ha para cada una de las tres localidades.

| Variedad | Localidad | | | Media |
|-----------------|-----------|---------|-------------|-------|
| | Moyuta | Quezada | Santa Maria | |
| ICTA Ligero | 673 | 2567 | 1683 | 1641 |
| Ostúa | 1136 | 1809 | 1220 | 1388 |
| Hunapu | 842 | 2104 | 821 | 1255 |
| Texel | 715 | 2062 | 821 | 1199 |
| Altense | 841 | 1936 | 652 | 1143 |
| Santa Gertrudis | 778 | 1810 | 673 | 1087 |

- A. Variedad ICTA Ligero** Se encuentra como la mejor variedad en cuanto a rendimiento experimental medio se refiere con 1641 Kgs-Ha., también se encuentra como la mejor variedad en las localidades de Quezada y Santa María Ixhuatan con rendimientos de 2567 y 1683 Kgs-Ha respectivamente y en el último lugar en la localidad de Moyuta con rendimiento experimental de 673 Kgs-Ha.
- B. Variedad Ostúa** Se encuentra como la segunda mejor variedad en cuanto a rendimiento experimental medio se refiere con 1388 Kgs-Ha, encontrándose también en primer lugar en la localidad de Moyuta con 1136 Kgs-Ha, se encuentra ocupando el segundo lugar en la comunidad de Santa María Ixhuatán con 1220 Kgs-Ha. pero en el último lugar en la localidad de Quezada con 1809 Kgs-Ha.
- C. Variedad Hunapu** Se encuentra en el tercer lugar en cuanto a rendimiento experimental medio se refiere con 1255 Kgs-Ha. Pero también se encuentra en tercer lugar en las localidades de Quezada y Moyuta con 3565 Kgs-Ha y 842 Kgs-Ha. respectivamente; y como la segunda mejor variedad en Santa María Ixhuatán con 1220 Kgs-Ha.
- D. Variedad Texel** Se encuentra en cuarto lugar en cuanto a rendimiento experimental medio se refiere con 1199 Kgs-Ha., Se encuentra como la tercer mejor variedad en las localidades de Quezada y Santa María Ixhuatán con 2062 y 821 Kgs-Ha respectivamente, pero localizada en la última casilla en la localidad de Moyuta con 715 Kgs-Ha.

Ixhuatán con 2062 y 821 Kgs-Ha respectivamente, pero localizada en la última casilla en la localidad de Moyuta con 715 Kgs-Ha.

- E. **Variedad Altense** Se encuentra como la quinta mejor variedad en cuanto a rendimiento medio experimental se refiere con 1143 Kgs-Ha., pero se encuentra como la segunda mejor en la localidad de Moyuta con 841 Kgs-Ha., se encuentra en la cuarta posición en la localidad de Quezada y en la última casilla en la localidad de Santa María Ixhuatán con 1936 y 652 Kgs-Ha. respectivamente.
- F. **Variedad Santa Gertrudis** Esta variedad se encuentra como la última de las variedades evaluadas en cuanto a rendimiento experimental se refiere con 1087 Kgs-Ha, pero se localiza en la cuarta posición en rendimiento experimental en las localidades de Moyuta y Santa María Ixhuatán con 778 y 673 respectivamente, y en el último lugar se encuentra la localidad de Quezada con un rendimiento de 1810 Kg-ha..

Con el objetivo de observar el comportamiento de las variedades en las diferentes localidades se creo la figura 25.

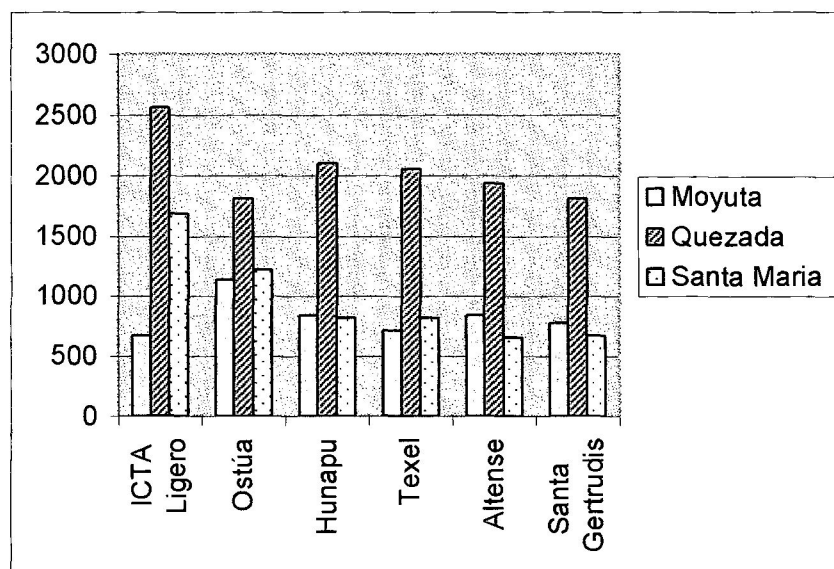


Figura 25 Rendimiento experimental de frijol en Kg-Ha en las tres localidades

7.3 Comparación entre el rendimiento teórico y el rendimiento experimental de frijol.

A continuación se discutirán los resultados de rendimiento teórico comparado con rendimiento experimental, expresado en Kilogramos por hectárea, para las seis variedades evaluadas, Cuadro 14.

Cuadro 14. Datos comparativos para variedades de rendimiento teórico y rendimiento experimental en Kgs-Ha.

| Variedades | Media en Kgs-Ha. | | Diferencia |
|-----------------|------------------|--------------|------------|
| | Teórico | Experimental | |
| Altense | 3075 | 1143 | 1932 |
| Hunapú | 2764 | 1255 | 1509 |
| ICTA Ligero | 3297 | 1641 | 1656 |
| Ostúa | 2148 | 1388 | 760 |
| Santa Gertrudis | 3777 | 1087 | 2690 |
| Texel | 2501 | 1199 | 1302 |

La diferencia marcada entre los resultados experimentales y teóricos son notables debido a que los resultados teóricos son potencializados debido a que se toma en cuenta las variables de respuesta expuestas en el presente trabajo siempre bajo la influencia del manejo agronómico de la localidad y la incidencia ecológico del entorno.

Para ilustrar la posición de cada variedad por localidad se presenta la figura 26.

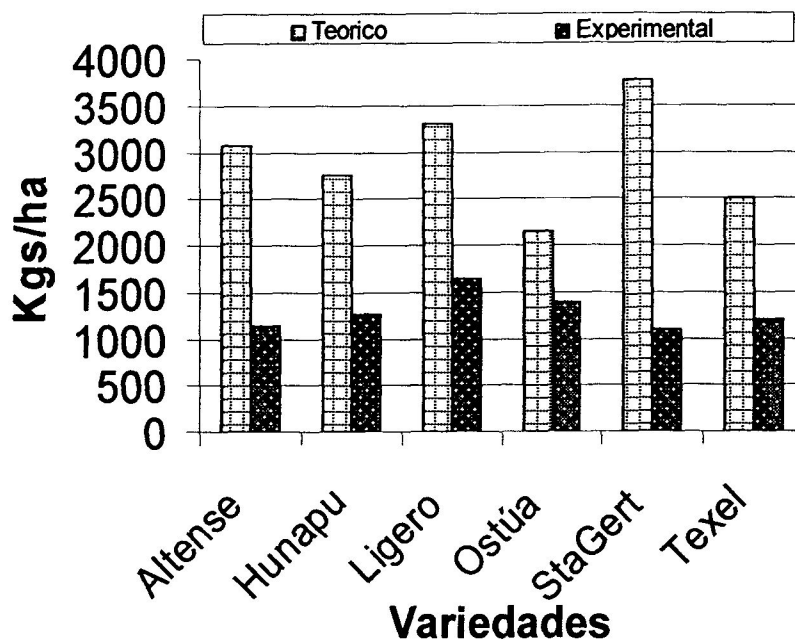


Figura 26. Datos comparativos para variedades de rendimiento teórico y rendimiento experimental de frijol en Kg-Ha.

Variedades

- A. **Santa Gertrudis** se encuentra en el primer lugar en rendimiento teórico con 3777 Kgs-Ha., pero en el último lugar en rendimiento experimental con 1087 Kgs-Ha.; la razón de la diferencia de 2690 Kgs-Ha. Se debe a que los datos obtenidos de las variables respuesta: plantas por metro cuadrado, vainas por planta, semillas por vaina y peso de semilla, se tomaron de la unidad experimental en forma representativa (para el cálculo de rendimiento teórico), por el contrario el rendimiento experimental es el resultado de datos de la totalidad de cada unidad experimental, la diferencia en rendimiento se debe a que dicha variedad en las localidades de Moyuta y Santa María Ixhuatán presentó problema de pérdida de plantas por el exceso de agua de lluvia, afectando a esta variedad ya que se disminuyó la cantidad de plantas por unidad experimental; además se presentó el inconveniente de la pedregosidad como limitante, ya que se dificulta el manejo del cultivo y se disminuye la densidad de

plantas por unidad experimental.; seguido de Santa Gertrudis se encuentra la variedad

- B. **ICTA ligero** en un segundo lugar con un rendimiento teórico de 3297 Kgs-Ha. y en primer lugar en el rendimiento experimental, esto se explica ya que es una variedad adaptada a la región del Oriente del país, precoz, que contribuye a que el ciclo sea mas corto que el resto de las variedades evaluadas, teniendo la ventaja que el producto final se obtiene en un tiempo mas corto, la planta se expone menos a la cantidad de agua de lluvia, ayudando esto a que disminuya la posibilidad de perdidas de plantas por plagas y enfermedades. Por ser una planta de crecimiento determinado fue de fácil manejo para el agricultor al momento de realizar las prácticas agronómicas que se le aplicaron a cada unidad experimental.
- C. **Altense** se colocó como la tercera mejor variedad en rendimiento teórico y quinto en el rendimiento experimental, esto debido a que la variedad se generó para localidades con mayor altitud que el de las localidades de siembra, lo que permite un mayor desarrollo vegetativo, pero no así en rendimiento comparativamente hablando con las que mejor adaptadas están al medio.
- D. **Hunapu** se colocó en cuarto lugar en rendimiento teórico y tercera mejor variedad en rendimiento experimental, ya que fue afectada por plagas como: picudo de la vaina, babosas y tortuguillas; que contribuyeron a disminuir el rendimiento comparativamente hablando con las anteriores.
- E. **Texel** se encuentra en el quinto lugar en base a rendimiento teórico pero en cuarto lugar en rendimiento experimental, se vio afectada por enfermedades y plagas del lugar.
- F. **Ostúa** se encuentra en último lugar en rendimiento teórico y último en rendimiento experimental, debido a las características que presentó dicha variedad en las diferentes localidades de siembra.



8. Conclusiones

Existen diferencias entre las seis variedades evaluadas tanto para rendimiento teórico como para rendimiento experimental, en donde la variedad Santa Gertrudis fue la que mejor resultado teórico presentó.

En las tres localidades de siembra evaluadas también existen diferencias en relación al rendimiento experimental, resultando que la variedad ICTA ligero es la que presentó el mejor resultado.

Las variedades Hunapú, Altense y Texel, a pesar de ser materiales que fueron creadas para localidades con condiciones diferentes a las del oriente del país, presentaron resultados aceptables aunque no los deseados ya que se encuentran por debajo del rendimiento experimental de las variedades que son más utilizadas en el medio como los son el ICTA ligero y Ostúa.

Las variedades que presentaron los mejores resultados en Kgs-Ha son ICTA ligero, Ostúa y Hunapú; con 1641, 1388 y 1255, respectivamente.

Las variedades que presentaron los más bajos rendimientos son: Texel con 1199 Kgs-Ha, Altense con 1143 Kgs-Ha y por último Santa Gertrudis con 1087 Kgs-Ha.

Dentro de las tres localidades de siembra evaluadas Quezada es la que presentó el mejor rendimiento en Kgs-Ha ya que presenta condiciones idóneas para la producción de frijol como lo son la profundidad del suelo, topografía plana y condiciones climáticas adecuadas, siendo la variedad ICTA ligero la que prevaleció en el resultado.

No existió interacción entre las variedades y las localidades.

9 Recomendaciones

Tomando en cuenta la variable de rendimiento experimental en cada una de las localidades se recomienda:

En la localidad de Quezada utilizar ICTA Ligero, utilizando siempre el mismo paquete tecnológico de la región.

En la localidad de Santa María Ixhuatán también se recomienda utilizar la variedad ICTA Ligero.

En la localidad de Moyuta utilizar la variedad Ostúa, utilizando las prácticas agronómicas de la región.

10. Bibliografía.

1. CABI (Common Wealth Agriculture International, UK). 1998. Crop protection compendium. UK. 1 CD.
2. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of of classification of Flowering plants. New York, Columbia University Press. The New York Botanical garden. 1261 pag.
3. Héctor, F; Ospina, O. 1981. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia, CIAT. 50 p..
4. IICA, CR. 1989. Compendio de agronomía tropical. Costa Rica. Tomo 2, p. 2 – 20. (Investigación y Desarrollo no. 12).
5. INE (Instituto Nacional de Estadística, Gt). 1997. Atlas conozcamos Guatemala. Guatemala. 1 CD.
6. INDECA (Instituto Nacional de Comercialización Agrícola, Gt). 1984/85 - 1992/93, Unidad de Política e Información Estratégica UPIE-MAGA 2000/2001 - 2002/2003 y Banco de Guatemala.
7. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Gt). 2000. Mapas temáticos digitales de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000. Color. 1 CD.

Anexo 1 Fenología de seis variedades de frijol.

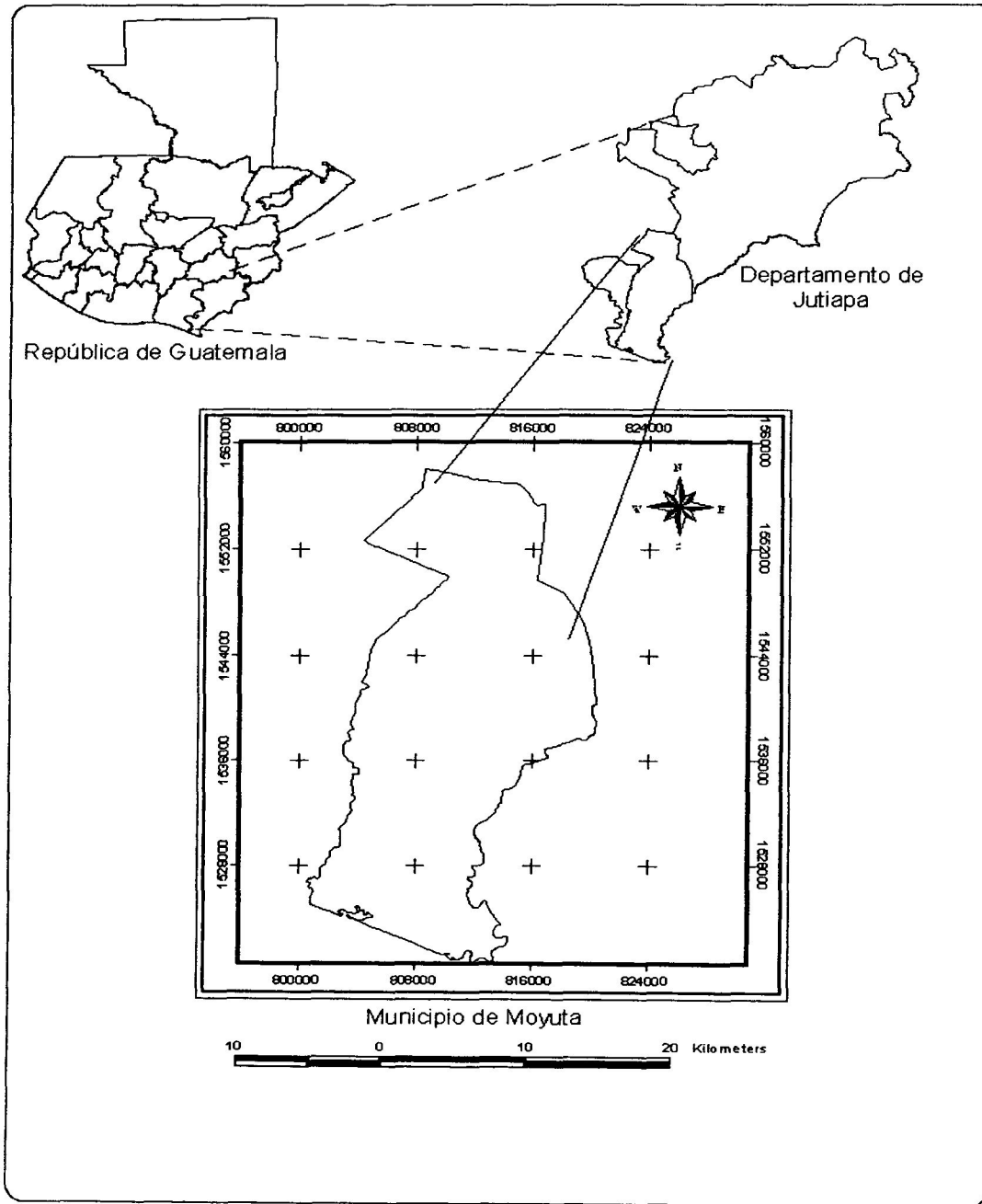
| LOCALIDAD MOYUTA | TEXEL | SANTA GERTRUDIS | ALTENSE | OSTUA | HUNAPU | ICTA LIGERO |
|-----------------------------------|--------------|------------------------|----------------|--------------|---------------|--------------------|
| Días a la germinación | 6 | 5 | 7 | 6 | 6 | 4 |
| Días al primer par de hojas | 10 | 16 | 14 | 13 | 13 | 6 |
| Días a la primera hoja trifoliada | 14 | 25 | 22 | 22 | 21 | 12 |
| Días a la prefloración | 21 | 37 | 30 | 32 | 26 | 22 |
| Días a la floración | 29 | 41 | 38 | 40 | 34 | 28 |
| | | | | | | |
| LOCALIDAD QUEZADA | TEXEL | SANTA GERTRUDIS | ALTENSE | OSTUA | HUNAPU | ICTA LIGERO |
| Días a la germinación | 7 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| Días al primer par de hojas | 15 | 15 | 12 | 12 | 13 | 6 |
| Días a la primera hoja trifoliada | 22 | 24 | 20 | 19 | 22 | 11 |
| Días a la prefloración | 28 | 35 | 28 | 28 | 29 | 20 |
| Días a la floración | 31 | 39 | 31 | 31 | 33 | 26 |
| | | | | | | |
| LOCALIDAD SANTA MARIA | TEXEL | SANTA GERTRUDIS | ALTENSE | OSTUA | HUNAPU | ICTA LIGERO |
| Días a la germinación | 8 | 6 | 7 | 7 | 6 | 5 |
| Días al primer par de hojas | 15 | 16 | 15 | 16 | 13 | 11 |
| Días a la primera hoja trifoliada | 23 | 26 | 22 | 24 | 22 | 17 |
| Días a la prefloración | 29 | 27 | 32 | 31 | 26 | 21 |
| Días a la floración | 34 | 32 | 39 | 39 | 35 | 25 |
| | | | | | | |

En el anexo 1 podemos observar que la variedad **ICTA ligero** es la que presenta la menor cantidad de días en todas las etapas fonológicas durante su fase vegetativa, en virtud de que es una variedad muy precoz; y la más tardía es la variedad que fue la que mas días presento en todas sus etapas fonológicas. Ya que es una variedad específica para la zona oriental.

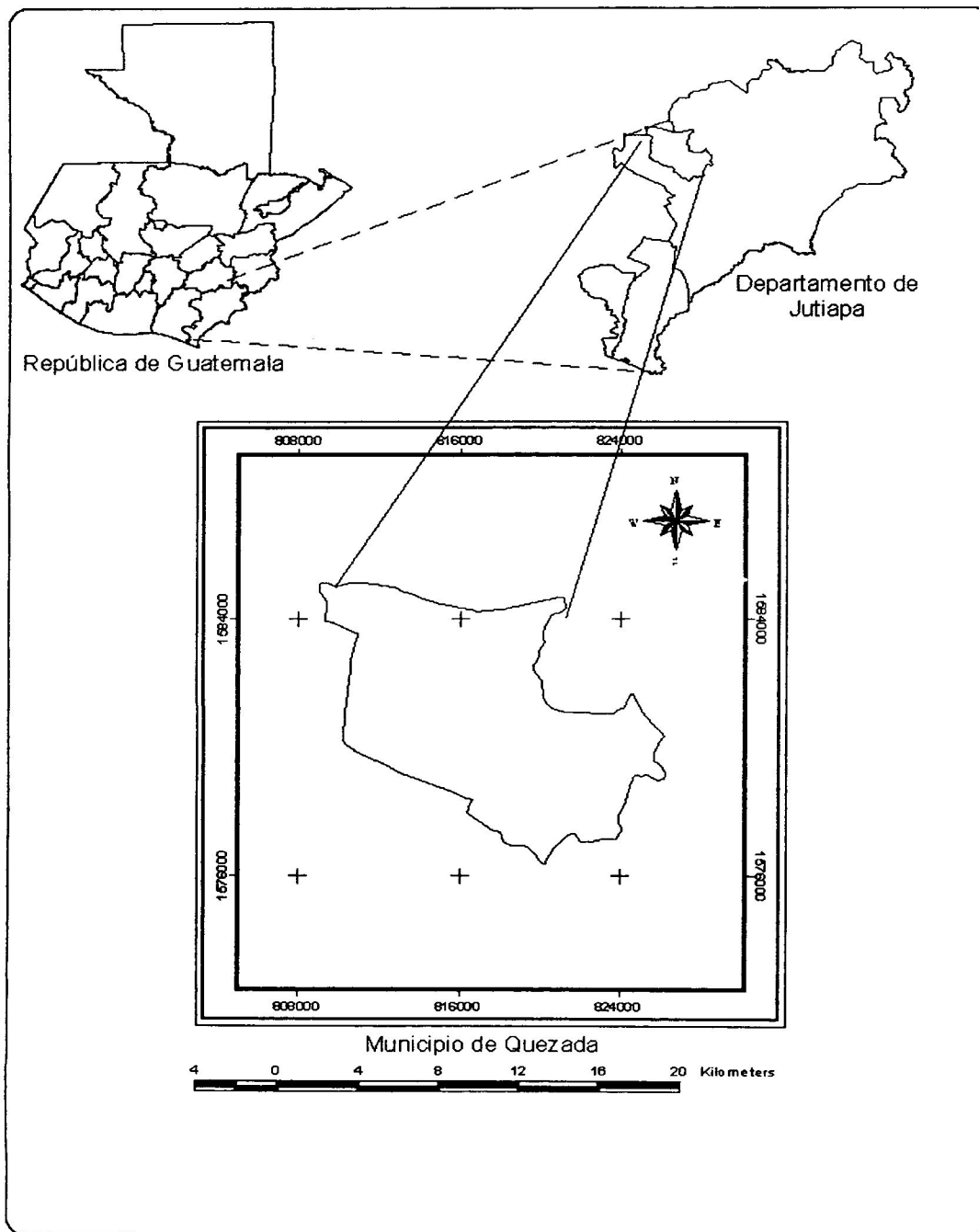
En segundo lugar se encuentran las variedades **Texel, Altense y Hunapu**, estas variedades son específicas para el altiplano, alturas que van desde los 1800 a 2300 msnm, y las localidades donde se evaluaron se encuentran en el rango de 600 a 1200 msnm, por lo que se ve bien marcada la diferencia de altura en metros sobre el nivel del mar, las variedades en mención tuvieron un ciclo mas corto hasta la etapa de floración, debido a que las condiciones climáticas en el Oriente del país, razón por la cual se vieron afectadas acelerando el proceso de la planta, acortando su ciclo fenológico.

Por último tenemos las variedades **Ostua y Santa Gertrudis**, las cuales se catalogan como materiales de ciclo tradicional para esta zona del Oriente ya que fueron producidas para esta localidad por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, como variedades que requerían condiciones de comportamiento de invierno muy especiales como lo son mm de lluvia, horas luz y temperatura; por lo que se encuentran dentro del proceso de desarrollo normal del ciclo fonológico para éstas.

Anexo 2 Mapa Localización Geográfica del área de estudio, Moyuta departamento de Jutiapa

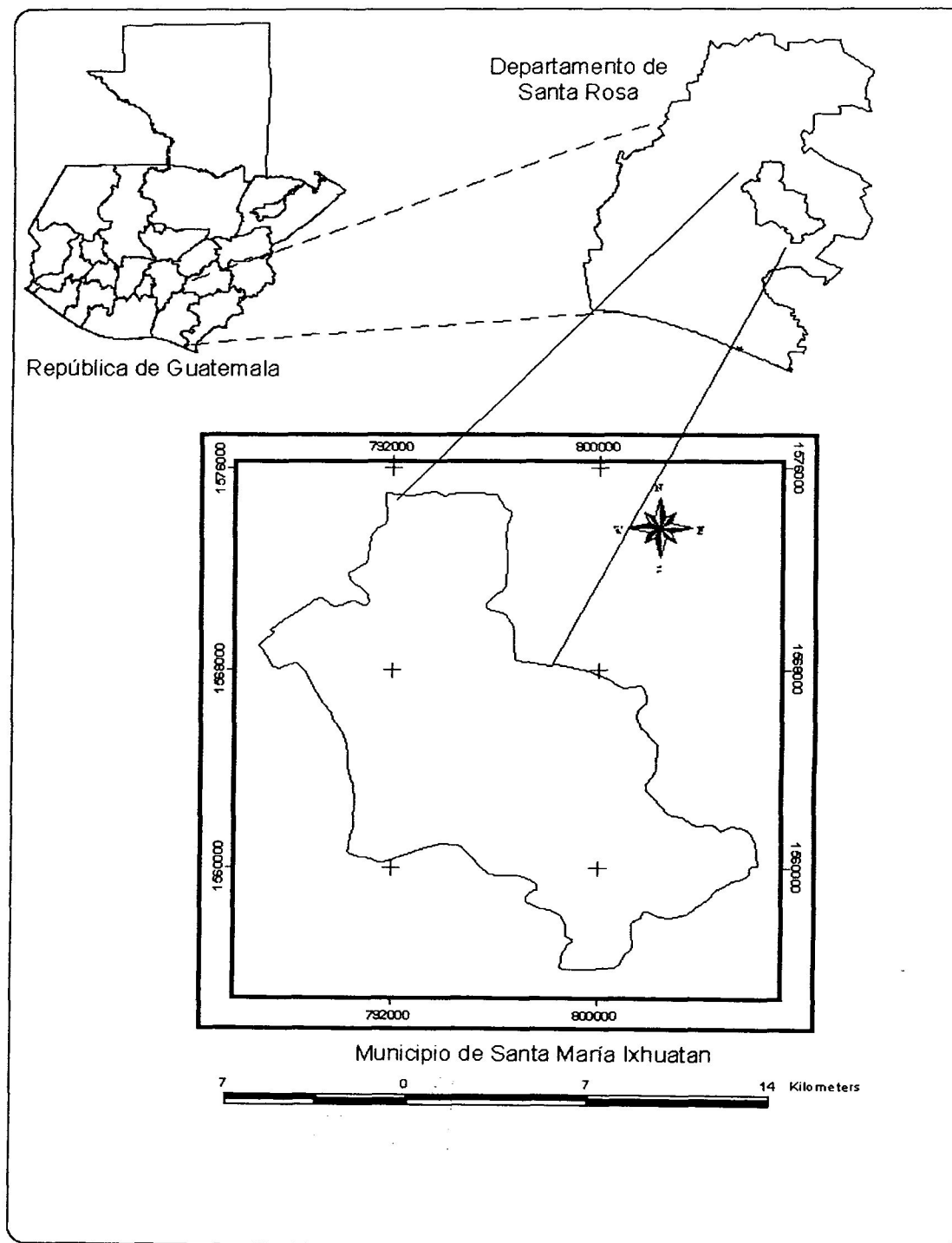


Anexo 3 Mapa Localización Geográfica del área de estudio, Quezada departamento de Jutiapa



(9)

Anexo 4 Mapa Localización Geográfica del área de estudio, Santa María Ixhuatan departamento de Santa Rosa.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA - FAUSAC -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES - IIA -



REF. Sem. 09/2006

LA TESIS TITULADA:

"EVALUACION DE SEIS MATERIALES DE FIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO MANEJO TRADICIONAL DE CULTIVO EN TRES LOCALIDADES: SANTA MARIA IXHUATAN, SANTA ROSA, QUESADA Y MOYUTA, JUTIAPA"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

RIGOBERTO CARRILLO BLAS

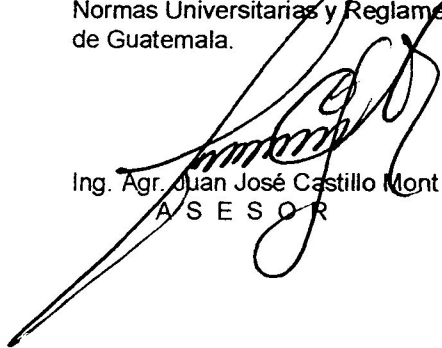
CARNE:


9316474

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Walter García Tello
Ing. Agr. Oscar Ernesto Medinilla
Ing. Agr. Carlos Humberto Godínez

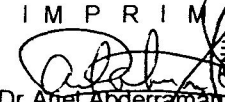
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
ASESOR


Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno Juárez
ASESOR


Dr. David Monterroso Salvatierra
DIRECTOR DEL IIA




Dr. Abel Abderramán Cruz López
DECANO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DMS/nm
c.c. Archivo
IIA
Control Académico