

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS  
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN  
AGRICULTURA SOSTENIBLE.**



**TESIS:**

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y TOLERANCIA A ENFERMEDADES DE DIEZ GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN DOS LOCALIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS DE SAN MARCOS Y QUETZALTENANGO**

**ESTUDIANTE:**

**VLADIMIR GUADALUPE GONZALEZ BRAVO**

**ASESORES:**

**Dr. Luis Fernando Aldana  
Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Velásquez Anzueto**

**SAN MARCOS, FEBRERO DE 2015.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS  
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN  
AGRICULTURA SOSTENIBLE.**



**TESIS:**

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y TOLERANCIA A  
ENFERMEDADES DE DIEZ GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus  
vulgaris L.*), EN DOS LOCALIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS DE SAN  
MARCOS Y QUETZALTENANGO.**

**ESTUDIANTE:**

**VLADIMIR GUADALUPE GONZALEZ BRAVO**

**ASESORES:**

**Dr. Luis Fernando Aldana  
Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Velásquez Anzueto**

**SAN MARCOS, FEBRERO DE 2015.**

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

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO**

DIRECTORA

Licda. Eugenia Elizabeth  
Makepeace

REPRESENTANTE DE DOCENTES

Ing. Aldo Mario Tobar  
Gramajo

REPRESENTANTE DE DOCENTES

Lic. German Neftalí  
Castañón

REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

Br. Reina Myrez Barrios  
Solano

REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

Br. Rafael Antulio Mérida  
Rodríguez

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

**MIEMBROS DE COORDINACIÓN ACADÉMICA**

Lic. Edwin René del Valle	Coordinador Académico
Ing. Jorge Robelio Juárez González	Coordinador Carrera Técnico en Producción Agrícola e Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible
Lic. Francisco Leonardo Hernández	Coordinador carrera Pedagogía y Ciencias de la Educación
Lic. Jesús Isabel Méndez	Coordinador Carrera Trabajo Social
Lic. German Neftalí Castañón Orozco	Coordinador Carrera Administración de Empresas
Lic. Hugo Alfredo Bautista	Coordinador Carrera Abogado y Notario Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Lic. Juan Carlos López	Encargado Extensión San Marcos
Ing. Edgar Ronaldo de León Caceras	Encargado Extensión Malacatán
Lic. Victor Hugo Orozco	Encargado Extensión Tejutla
Lic. Lisandro Dagoberto de León Gómez	Encargado Extensión Tacana
Ing. Rubén Francisco Ruiz Mazariegos	Coordinador del Instituto de Investigación

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

**MIEMBROS DEL COMITÉ DE GRADUACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERO  
AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

Ing. Agr. Rodolfo Carredano PRESIDENTE

Ing. Agr. Fredy Pérez Monzón SECRETARIO

Ing. Agr. Leonel Alfredo Orozco VOCAL

**ASESORES**

Dr. Luis Fernando Aldana ASESOR 1

Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Velásquez Anzueto ASESOR 2

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

**TRIBUNAL EXAMINADOR**

DIRECTORA

Licda. Eugenia Elizabeth  
Makepeace

Coordinador Académico

Lic. Edwin René del Valle

Coordinador de Carrera

Ing. Agr. Jorge Robelio Juárez  
González

Asesor Principal

Dr. Luis Fernando Aldana

Asesor Adjunto

Ing. Agr. Enmanuel de Jesús  
Velásquez Anzueto

# **ACTO QUE DEDICO**

**A DIOS:** Nuestro Creador, por haberme guiado e iluminado en el recorrer de mi vida, proporcionándome la sabiduría y entendimiento para completar mis estudios.

**MIS PADRES** **Hilario Félix González Velásquez y Virgilia Bravo González**, como agradecimiento de todo el amor que me han dado y como muestra del amor que siento por ellos, un reconocimiento a los varios años de esfuerzo y sacrificio para mi formación.

**MIS HERMANOS** Por el apoyo incondicional que me han dado en toda mi vida y especialmente en el trayecto de mi formación.

**FAMILIARES** Por su cariño, amistad y apoyo brindado en todos los años de estudio.

**MIS AMIGOS** Por esa linda amistad y cariño incondicional.

**MIS ASESORES** Un agradecimiento especial por el tiempo compartido con mi persona para asesorarme en la elaboración del presente trabajo de graduación

**AL CUSAM A TRAVÉS DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

Quetzaltenango, 26 de octubre de 2013.

Señores:  
Coordinación Comisión de Trabajo de Graduación  
Carrera de Agronomía  
Centro Universitario de San Marcos  
Edificio.

Por medio de la presente tengo a bien dirigirme a ustedes para hacer de su conocimiento que en cumplimiento de la asignación que esta dirección me hiciera he proporcionado al estudiante universitario Vladimir Guadalupe González Bravo, carné 200741479. La asesoría requerida para su punto de trabajo de tesis titulado: “EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y TOLERANCIA A ENFERMEDADES DE DIEZ GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN DOS LOCALIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS DE SAN MARCOS Y QUETZALTENANGO”

Concluida esta tarea, tanto de campo como de gabinete he de informarle finalmente a usted, que considero dicho trabajo merecedor de su aprobación puesto que es un valioso aporte para la producción de este importante cultivo en la zona del occidente guatemalteco.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

Dr. Luis Fernando Aldana  
Colegiado 549  
ASESOR PRINCIPAL



Quetzaltenango, 26 de octubre de 2013.

Señores:  
Coordinación Comisión de Trabajo de Graduación  
Carrera de Agronomía  
Centro Universitario de San Marcos  
Edificio.

Por este medio le informo que he concluido la asesoría del trabajo de graduación titulado **“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y TOLERANCIA A ENFERMEDADES DE DIEZ GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN DOS LOCALIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS DE SAN MARCOS Y QUETZALTENANGO”**, del estudiante **Vladimir Guadalupe González Bravo**, carné número 200741479.

Habiendo revisado el mencionado trabajo el cual considero satisfactorio, ya que llena los requisitos académicos para ser aprobado como trabajo de graduación de grado, por lo que recomiendo su publicación.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

Atentamente:

Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Velásquez Anzueto  
Colegiado 641  
ASESOR ADJUNTO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS  
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN  
AGRICULTURA SOSTENIBLE**



**TESIS:**

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y TOLERANCIA A  
ENFERMEDADES DE DIEZ GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus  
vulgaris L.*), EN DOS LOCALIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS DE SAN  
MARCOS Y QUETZALTENANGO.**

**POR:**

**VLADIMIR GUADALUPE GONZÁLEZ BRAVO**

**ASESORES:**

**Dr. LUIS FERNANDO ALDANA DE LEÓN  
ING. AGR. ENMANUEL VELÁSQUEZ**

**SEMINARIO II**

**SAN MARCOS, OCTUBRE DE 2013**

## I. INDICE GENERAL

No.	CONTENIDO	PÁGINA
	Titulo -----	1
	Resumen -----	1
1	Introducción -----	2
2	Planteamiento del problema -----	3
3	Justificación -----	5
4	Marco teórico -----	7
5	Objetivos -----	25
6	Hipótesis -----	25
7	Materiales y métodos -----	26
7.1	Recursos -----	26
7.2	Genotipos evaluados en la investigación -----	27
7.3	Metodología -----	27
7.4	Variables de respuesta -----	30
7.5	Análisis de la información -----	32
8	Resultados y discusión -----	34
8.1	Localidad 1 Estación experimental “Labor Ovalle” Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Municipio de Olinstepeque, departamento de Quetzaltenango -----	34
8.2	Localidad 2 Aldea San Isidro Chamac, municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos -----	42
9.	Cronograma de actividades -----	49
10.	Conclusiones -----	50
11.	Recomendaciones -----	51
12.	Bibliografía -----	52
13.	Anexos -----	55

i  
**II. INDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 01	En 100 gramos de frijol crudo se encuentran los siguientes nutrientes y energía -----	7
Cuadro 02	Principales enfermedades del cultivo de frijol -----	11
Cuadro 03	Costos de la investigación en las dos localidades de la Investigación de 10 genotipos de frijol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) -----	33
	<b>Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango</b>	
Cuadro 04	Prueba de medias, rendimiento en kg.ha-1 -----	34
Cuadro 05	Días a floración, adaptación vegetativa, adaptación reproductiva, tolerancia a enfermedades. Localidad 1 -----	35
Cuadro 06	Prueba de medias, biomasa total del cultivo kg.ha-1 -----	36
Cuadro 07	Prueba de medias, altura de plantas en cm -----	37
Cuadro 08	Prueba de medias, numero de vainas por 21 plantas -----	38
Cuadro 09	Prueba de medias, numero de granos por vaina -----	39
Cuadro 10	Prueba de medias, peso de 100 granos -----	40
	<b>Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sacatepéquez San Marcos</b>	
Cuadro 11	Prueba de medias, rendimiento en kg.ha-1 -----	42
Cuadro 12	Días a floración, adaptación vegetativa, adaptación reproductiva, tolerancia a enfermedades. Localidad 2 -----	43
Cuadro 13	Prueba de medias, biomasa del cultivo kg.ha-1 -----	44
Cuadro 14	Prueba de medias, altura de planta en cm -----	45
Cuadro 15	Prueba de medias, numero de vainas por planta -----	46
Cuadro 16	Prueba de medias, peso de 100 granos en gr -----	47
Cuadro 17	Formulario modelo para la toma de datos en el cultivo de frijol ----	55
Cuadro 18	Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de frijol negro. Año agrícola 2002/2003 -----	60
Cuadro 19	Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de frijol negro sembrado en monocultivo. Año agrícola 2002/2003 -----	60
Cuadro 20	Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de frijol negro sembrado en asocio. Año agrícola 2002/2003 -----	61
Cuadro 21	Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de frijol negro, según departamento y municipio. Año agrícola 2002/2003 -----	61
Cuadro 22	Frijol negro sembrado en monocultivo -----	62
Cuadro 23	Frijol negro: Pérdidas que se generaron en el campo en el año agrícola 2007 / 2008, en la república, por semestre, según departamento y parámetros de la estimación -----	63

<b>CUADRO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 24	Frijol negro: Pérdidas que se generaron en el campo en el año agrícola 2007 / 2008, en la república, por semestre, según departamento y parámetros de la estimación -----	64
Cuadro 25	Plan de fertilización -----	65
Cuadro 26	ANDEVA, rendimiento total de grano kg.ha-1 -----	65
Cuadro 27	ANDEVA, biomasa del cultivo -----	65
Cuadro 28	ANDEVA, altura de planta -----	66
Cuadro 29	ANDEVA, numero de vainas por planta -----	66
Cuadro 30	ANDEVA, numero de granos por vaina -----	66
Cuadro 31	ANDEVA, peso de 100 granos -----	66
Cuadro 32	ANDEVA, rendimiento en kilogramos por hectárea -----	67
Cuadro 33	ANDEVA, biomasa del cultivo -----	67
Cuadro 34	ANDEVA, altura de planta en cm -----	67
Cuadro 35	ANDEVA, numero de vainas por planta -----	67
Cuadro 36	ANDEVA, numero de granos por vaina -----	68
Cuadro 37	ANDEVA, peso de 100 granos -----	68

iii  
**III. INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 01	Ciclo en el campo de la enfermedad de roya -----	12
Figura 02	Número de fincas, superficie cosechada y producción obtenida de frijol según año de censo -----	13
Figura 03	Rendimientos de frijol en los 4 censos agropecuarios -----	14
Figura 04	Rendimientos de frijol en América Latina y el Caribe -----	15
Figura 05	Producción de frijol negro según departamento -----	16
Figura 06 y 07	Superficie cosechada, modalidad de cultivo y producción de frijol -----	16
Figura 08	Rendimiento total de grano kg.ha-1 -----	34
Figura 09	Biomasa total kg.ha-1 -----	36
Figura 10	Altura de plantas en cm -----	37
Figura 11	Número de vainas por 21 plantas -----	38
Figura 12	Número de granos por vaina -----	39
Figura 13	Peso de 100 granos en gr -----	40
Figura 14	Correlación de la variable biomasa con rendimiento de grano kg.ha <sup>-1</sup> -----	41
Figura 15	Correlación de variable rendimiento de grano kg.ha-1 y altura de plantas -----	41
Figura 16	Rendimiento total de grano kg. Ha-1 -----	42
Figura 17	Biomasa total kg.ha-1 -----	44
Figura 18	Altura de plantas en cm -----	45
Figura 19	Número de vainas por 21 plantas -----	46
Figura 20	Peso de 100 granos en gr -----	47
Figura 21	Correlación de la variable biomasa con rendimiento de grano kg.ha <sup>-1</sup> -----	48
Figura 22	Correlación de variable altura de plantas y rendimiento de grano kg.ha-1 -----	48
Figura 23	Mapa: ubicación geográfica de las unidades de investigación -----	56
Figura 24	Mapa de zonas de vida de Holdridge, departamento de San Marcos-- -----	57
Figura 25	Mapa Serie de suelos, departamento de San Marcos -----	58
Figura 26	Mapa de déficit de disponibilidad de alimentos por municipio República de Guatemala -----	59

#### IV. INDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Fotografía 01	Preparación del terreno localidad Labor Ovalle -----	69
Fotografía 02	Nivelación del terreno -----	69
Fotografía 03	Trazado de los surcos para la siembra -----	70
Fotografía 04	Siembra de los tratamientos evaluados -----	70
Fotografía 05	Localidad 1, Labor Ovalle, Olinstepeque, Quetzaltenango ---	71
Fotografía 06	Localidad 2, Aldea San Isidro Chamac, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos -----	71
Fotografía 07	Fertilización de los tratamientos evaluados -----	72
Fotografía 08	Identificación de tratamientos -----	72
Fotografía 09	Bloques o repeticiones del experimento -----	73
Fotografía 10	Madurez fisiológica del cultivo -----	73
Fotografía 11	Limpieza de calles del experimento -----	74
Fotografía 12	Tratamientos listos para cosecha -----	74
Fotografía 13	Medición de altura de plantas -----	75
Fotografía 14	Conteo número de vainas por 21 plantas -----	75

San Marcos, febrero de 2014.

Señores:  
Coordinación Comisión de Trabajo de Graduación  
Carrera de Agronomía  
Centro Universitario de San Marcos  
Edificio.

Por medio de la presente tengo a bien dirigirme a ustedes para hacer de su conocimiento que en cumplimiento de la asignación que esta dirección me hiciera he proporcionado al estudiante universitario Vladimir Guadalupe González Bravo, carné 200741479. La asesoría requerida para su punto de trabajo de tesis titulado: **“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y TOLERANCIA A ENFERMEDADES DE DIEZ GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN DOS LOCALIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS DE SAN MARCOS Y QUETZALTENANGO”**

Habiendo revisado el mencionado trabajo el cual considero satisfactorio, ya que llena los requisitos académicos para ser sometido a Seminario II.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

Dr. Luis Fernando Aldana  
Colegiado 549  
ASESOR PRINCIPAL



San Marcos, febrero de 2014.

Señores:  
Coordinación Comisión de Trabajo de Graduación  
Carrera de Agronomía  
Centro Universitario de San Marcos  
Edificio.

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado **“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y TOLERANCIA A ENFERMEDADES DE DIEZ GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN DOS LOCALIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS DE SAN MARCOS Y QUETZALTENANGO”**, del estudiante **Vladimir Guadalupe González Bravo**, carné número 200741479.

Habiendo revisado el mencionado trabajo el cual considero satisfactorio, ya que llena los requisitos académicos para ser sometido a Seminario II.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

Atentamente:

Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Velásquez Anzueto  
Colegiado 641  
ASESOR ADJUNTO

## TITULO

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y TOLERANCIA A ENFERMEDADES, DE DIEZ GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN DOS LOCALIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS DE SAN MARCOS Y QUETZALTENANGO.

PERFORMANCE EVALUATION OF GRAIN AND TOLERANCE DISEASES OF TEN BUSH BEAN GENOTYPES (*Phaseolus vulgaris* L.) IN TWO LOCATIONS OF DEPARTMENTS AND SAN MARCOS QUETZALTENANGO.

## RESUMEN

El cultivo de frijol es uno de los principales granos que forma parte en la dieta básica del guatemalteco y que es cultivado en su mayoría por población del área rural, que se encuentra en situación de subsistencia e infrasubsistencia, en situación de pobreza y que es susceptible a padecer inseguridad alimentaria. En la presente investigación se evaluó el comportamiento agronómico y productivo de diez genotipos de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.): Biofort mejorado, Biofort normal, ICTA Xelaju, Hunapu precoz, Hunapu normal, Altense precoz, Altense normal, Texel, EPR-9 y Biofort San Jerónimo, en dos localidades de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango.

Se utilizó el diseño "Bloques al azar" en el cual se evaluaron 10 tratamientos con 4 repeticiones, en un área total de 280 m<sup>2</sup> para ambas localidades, permitiendo evaluar: rendimiento total de grano kg.ha<sup>-1</sup>, biomasa total kg.ha<sup>-1</sup>, altura de plantas en cm, número de vainas por 21 plantas, número de granos por vaina y peso de 100 granos en gr.

Los datos obtenidos en las dos localidades se sometieron a análisis estadísticos como ANDEVA, prueba de medias por Tukey al 0.05% y análisis de correlación de variables con el rendimiento. Se observó diferencia estadística significativa entre tratamientos, indicándonos que por lo menos un tratamiento es diferente del resto. En Labor Ovalle lo mejores rendimientos de grano en kg.ha<sup>-1</sup> lo presentaron el genotipo Altense precoz, con 4,856 kg.ha<sup>-1</sup> y Hunapu precoz, con 4,715 kg.ha<sup>-1</sup>. En San Isidro Chamac, el genotipo Hunapu normal, con 1,387 kg.ha<sup>-1</sup> y EPR-9, con 1,284 kg.ha<sup>-1</sup>.

## I. INTRODUCCIÓN:

Guatemala es un país con una superficie de 108,889 Km cuadrados, con una población de aproximadamente 14 millones de habitantes, de los cuales el 60.3 % vive en el área rural, siendo aproximadamente un 48.6% de descendencia indígena. El 49.3% de niños menores de 5 años, padecen desnutrición crónica en Guatemala, siendo uno de los niveles más altos en América Latina. La dieta de los guatemaltecos, especialmente en el área rural se basa en el consumo de maíz y frijol (este último ocupa el 36% del área total cultivada con granos básicos) con una ingesta diaria promedio para adultos de 423 g/día de maíz y 58 g/día de frijol, lo cual contribuye con 197 Kcal a la ingesta energética diaria (25).

Las zonas productoras de frijol en Guatemala son la región Norte (Peten, Alta Verapaz, Baja Verapaz), con un 34% de la producción de frijol, la región Sur-Oriente (Jutiapa, Jalapa, Chiquimula, Santa Rosa), con el 36%, la región central (Guatemala, Chimaltenango, El progreso, Sacatepéquez), con un 12%, la región Occidente (San Marcos, Huehuetenango, Quiche), con el 11% y la región Sur (Escuintla) con un 7% de la producción nacional.

El frijol es un grano tradicional en el régimen alimenticio de los guatemaltecos y a menudo constituye junto con el maíz la principal fuente de alimento de la población (90% de la alimentación de las familias). Aunque se cultiva tradicionalmente como alimento de subsistencia, en años recientes el frijol ha encontrado mercados debido a que la población ha emigrado en grandes cantidades a las ciudades (5).

Con la implementación de la investigación “Evaluación del rendimiento de grano y tolerancia a enfermedades de diez genotipos de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*), en dos localidades de los departamentos de San Marcos Y Quetzaltenango”, se determinara los materiales o cultivares que presenten mejor tolerancia al complejo de enfermedades y mayor rendimiento de grano, para asegurar que el agricultor obtenga los mejores beneficios.

Para la ejecución de dicha investigación se llevó a cabo una serie de etapas entre las cuales mencionamos: Método analítico, diseño experimental, descripción de los tratamientos, manejo agronómico de la investigación, registro de enfermedades.

La investigación se realizó en dos localidades del Altiplano Occidental de Guatemala siendo estas; Labor Ovalle del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), del municipio de Olintepeque, Departamento de Quetzaltenango y Aldea San Isidro Chamac, en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, Departamento de San Marcos.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En los años ochenta el país de Guatemala reportaba índices de seguridad alimentaria, porque producía granos básicos para su consumo, pero a principios de la década de 1,990 hubo cambios estructurales como la reducción del estado, que dejó a los pequeños agricultores sin asistencia técnica que generó bajos rendimientos en sus cultivos e inseguridad alimentaria en el país, lo que lamentablemente está empeorando. Según un informe del MAGA en el 2,011 los departamentos de Quiché, Huehuetenango, Sololá, Quetzaltenango y San Marcos (con nueve de los veintinueve municipios), se encuentran en un “muy alto riesgo de inseguridad alimentaria”.

Según el IV censo nacional agropecuario 2004 (13), dentro de los cultivos anuales o temporales de mayor importancia en Guatemala, desde el punto de vista de la participación porcentual de cada cultivo en cuanto a superficie cosechada está; el frijol negro, con 13.3% de superficie en monocultivo y 35.5% en cultivo asociado o intercalado.

Según el IV censo nacional agropecuario 2004 (13), la superficie cosechada de frijol negro en toda la república fue de 298,235 manzanas con una producción obtenida de 2,259,447 quintales (47 lbs/cda). El frijol negro sembrado en monocultivo se tuvo una superficie cosechada de 119,372 manzanas y una producción obtenida de 1,346,009 quintales (70 lbs/cda de 437 m<sup>2</sup>). Para frijol negro sembrado en asociado o intercalado un total de superficie cosechada de 178,864 manzanas y una producción obtenida de 913,438 quintales (32 lbs/cda de 437 m<sup>2</sup>). Dada la importancia del frijol en nuestro país, es oportuno señalar que los rendimientos son muy bajos en ambas modalidades de cultivo.

Según, la VIII Encuesta Nacional Agropecuaria, durante la temporada 2,007/2,008, se obtuvo una producción a nivel nacional de 662,923 quintales y se cultivaron 46,816 manzanas (sembradas en monocultivo), que equivale a un rendimiento de 88 lbs/cuerda, situación que refleja que los rendimientos por unidad de área a nivel nacional siguen siendo bajos. En esta encuesta los departamentos del occidente obtuvieron rendimientos de: Quetzaltenango (100 lbs/cda), Sololá (66 lbs/cda), y San Marcos que presenta los más bajos rendimientos (47 lbs/cda, en monocultivo). Siendo la principal causa de pérdidas las enfermedades fúngicas principalmente roya, ya que en esta misma temporada en el semestre de mayo a octubre, de un total de 33,821 fincas encuestadas, 9,954 reportaron pérdidas por esta causa, siendo un 30% de la causa de pérdida, y en el semestre de noviembre 2007 a abril 2008, de un total de 84,295 fincas encuestadas, 28,241, tuvieron pérdidas por ataque de enfermedades, representando un 33% de la causa de pérdida; esto principalmente porque en el altiplano de Guatemala existen materiales criollos, tales como: Parrámos, Negro Pacoc

y San Martín, que tienen un ciclo de vida más largo y que alcanzan rendimientos de 0.25 a 0.91 t/ha.

Con relación al comportamiento que se observa para todo el país, sobre la modalidad de cultivo de esta leguminosa, considerando la situación de la superficie cosechada y la producción. El 38% de la superficie cosechada se produce en monocultivo pero genera el 59% de la producción, lo cual es una consecuencia de que bajo esta modalidad se obtienen rendimientos sustancialmente mejores, entre otras causas, por la mayor densidad de población y la menor competencia por agua y nutrientes. El 62% de la superficie sembrada en asocio, genera el 41% de la producción. IV Censo Nacional Agropecuario.

De conformidad con datos publicados por FAO y CEPAL, Guatemala tiene rendimientos de grano para frijol negro, inferiores al de países como Costa Rica, Nicaragua, Belice y El Salvador, pues llega a tener solamente un rendimiento de 11.3 quintales por manzana en la modalidad de monocultivo, comparado con el más productivo que es Bolivia que alcanza un rendimiento de 18 quintales por manzana.

El problema primordial del cultivo de frijol en los departamentos del Altiplano Occidental de Guatemala, son los bajos rendimientos, la modalidad de asocio o intercalado presenta los más bajos rendimiento (32 lbs/cda), y en la modalidad de monocultivo departamentos como Quetzaltenango (69 lbs/cda), Huehuetenango (69 lbs/cda), Totonicapán (73 lbs/cda) y San Marcos (73 lbs/cda).

A nivel nacional el departamento que alcanza los más altos rendimientos es Petén (76 lbs/cda). IV Censo Nacional agropecuario, FAO Y CEPAL.

Sin embargo los materiales con que cuenta el ICTA, para zonas del valle de Quetzaltenango han alcanzado rendimientos hasta de 2,500 (kg ha<sup>-1</sup>) (240 lbs/cda), con una población de plantas aproximadamente de 300,000 plantas por hectárea, y distanciamiento entre planta de 0.30 a 0.40 metros.

Conociendo la importancia del cultivo en la seguridad alimentaria de las familias guatemaltecas, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿El bajo rendimiento de grano del frijol arbustivo, se debe al uso de semilla con susceptibilidad a enfermedades fungosas, que los productores de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango utilizan en sus áreas de cultivo; afectando el rendimiento de grano?

### III. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los granos alimenticios más importantes en Guatemala, que, junto al maíz y arroz, constituyen la dieta básica de la mayoría de guatemaltecos. El promedio de consumo en Guatemala es de alrededor de 27kg/año/persona. El frijol suple proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales (especialmente hierro, fósforo, magnesio, manganeso, zinc, cobre, calcio y ácido fólico).

Los niveles de consumo, varían de acuerdo con el estrato económico de los consumidores y su localización geográfica, de esta cuenta se tiene que en el área rural y estratos con bajo nivel de ingresos son los que consumen mayor cantidad de frijol por día. La totalidad de las familias guatemaltecas consumen frijol negro en las tres comidas principales del día, con una frecuencia de consumo de 78.0%, 77.8% y 97.1% en el desayuno, almuerzo y cena respectivamente. (Congreso Nacional de Granos Básicos 1996).

El frijol aporta el 134.4%, 19.1% y 15.9% de las cantidades diarias recomendadas de ácido fólico, hierro y zinc respectivamente, nutrientes que generalmente se encuentran deficientes en la población guatemalteca. El consumo de frijol puede ayudar a combatir y disminuir los altos índices de desnutrición crónica, deficiencia de hierro y ácido fólico en madres embarazadas, padecimiento de anemia en niños en edad escolar en el país, pues por cada 100 gramos, hay 23 gr de proteínas, 1.3 gr de grasa y 10 gr de fibra.

Las proteínas del frijol son ricas en el aminoácido lisina, que en el maíz (*Zea mays* L.) es deficiente, por lo que los dos alimentos se complementan mutuamente nutricionalmente muy bien para tener una dieta de proteínas balanceada. Es fuente importante de proteínas en la dieta diaria del guatemalteco por lo que se le ha dado en llamar “la carne de los pobres”, por lo que, nutritivamente, juega un rol muy importante en la dieta de los no privilegiados. El frijol provee de un 10 a 20% de los requerimientos nutritivos de una persona adulta.

Basado en información obtenida mediante el Censo Nacional Agropecuario 2004, realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), la población afectada por los bajos rendimientos en el cultivo de frijol arbustivo sembrado en monocultivo ascienden a 117,565 fincas, con promedios de habitantes por fincas de 7 personas, en total la población afectada por este problema es de 822,955 personas a nivel nacional de forma directa, y de forma indirecta la población que demanda este producto en su dieta alimenticia.

Para el caso de Quetzaltenango y San Marcos es de 240,982 personas, en su mayoría población campesina del área rural que se encuentran en condiciones de pobreza y pobreza extrema.

La evaluación de nuevos materiales en la zona es fundamental en virtud de la creciente demanda del grano y la existencia del minifundismo, principal área donde se produce frijol para el autoconsumo de las familias, es necesario además conocer que genotipos presentan los más altos rendimientos de grano, ya que normalmente los agricultores siembran materiales criollos de bajos rendimientos y susceptibles a enfermedades.

Motivo por el cual se presenta esta investigación que permite la evaluación de 10 genotipos de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*), para determinar que genotipos presentan los más altos rendimientos de grano y tolerancia a enfermedades fungosas, en el Valle de Quetzaltenango y San Marcos, que permitan en el futuro poder contar con variedades apropiadas que puedan ser utilizadas por los agricultores para su cultivo, y con ello poder incrementar sus rendimientos y suplir las necesidades alimenticias.

Para tratar de mejorar el rendimiento fue necesario evaluar otros genotipos de frijol arbustivo para observar el comportamiento de los cultivares bajo las condiciones de las dos localidades. La localidad 1, por la razón de que el ICTA en los últimos años ha trabajado en el mejoramiento genético de las variedades para obtener mejores rendimientos y la localidad 2 (Aldea San Isidro Chamac) por ser una zona productora de frijol de suelo. Las variedades que se evaluaron están adaptadas a zonas mayores de 1900 msnm a saber: Biofort M, Biofort N, ICTA Xelaju, ICTA Hunapu P, ICTA Hunapu N, ICTA Altense P, ICTA Altense N, Texel, EPR-9 y San Jerónimo.

La investigación se realizó con el apoyo financiero del programa de granos básicos del ICTA, que proporcionaron los materiales de frijol, así como algunos aspectos de manejo de las variedades de frijol, asegurando así, que los resultados de la investigación hayan sido satisfactorios. Para su ejecución se contó con el apoyo metodológico y logístico de Técnicos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible, lo que hizo factible la realización de la investigación.

## IV. MARCO TEÓRICO:

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL:

#### 4.1.1 Importancia del cultivo del frijol:

El frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), es una especie anual, originaria de América. México ha sido aceptado como el más probable centro de origen, o al menos como el centro de diversificación primaria. Hallazgos arqueológicos en sus posibles centros de origen México, Centroamérica y Sudamérica indican que el frijol era conocido por lo menos unos 5,000 años antes de la era cristiana. El frijol se cultiva esencialmente para obtener las semillas, las cuales tiene un alto contenido de proteínas, alrededor de un 22% y más, contenido éste cálculo en base a la materia seca. Las semillas pueden ser consumidas tanto inmaduras como secas. También puede consumirse la vaina entera inmadura. En general, el frijol es parte importante de la dieta alimenticia en Centro y Sur América. El frijol común constituye la principal fuente de proteína para la población guatemalteca, se produce principalmente en la zona del Sur-Oriente y Norte de Guatemala. (15).

#### 4.1.2 Composición nutricional del frijol

**Cuadro 1. En 100 gramos de frijol crudo se encuentran los siguientes nutrientes y energía.**

Energía	333 Kcal	Zinc	2.79 mg
Proteína	23 g	Cobre	0.7 mg
Grasa	1.3 g	Manganeso	1.11 mg
Carbohidratos	54.6 g	Tiamina	0.43 mg
Fibra	10.4 g	Riboflamina	0.12 mg
Calcio	100 mg	Niacina	1.9 mg
Fósforo	430 mg	Ácido pantoténico	0.78 mg
Sodio	12 mg	Vitamina B6	0.4 mg
Potasio	1359 mg	Ácido fólico	3.94 mcg
Hierro	7.1 mg	Ácido ascórbico	3.0 mg

Fuente: Colombia Viva bien coma frijoles 2007.

#### 4.1.3 Clasificación botánica del frijol (14)

Reino	Plantae
Sub Reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub Clase	Rosidae
Orden	Fabales



Familia	Fabaceae
Sub Familia	Papilionidae
Genero	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>vulgaris</i>

#### 4.1.4 Morfología:

La descripción de la morfología de frijol es en el siguiente orden:

##### 4.1.4.1 Raíz:

En los primeros estados de crecimiento el sistema radical está formado por la radícula del embrión la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria, es decir, la primera identificable.

A pocos días de la emergencia de la radícula es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte alta de la raíz principal; después aparecen las raíces terciarias y otras subdivisiones. (5)

##### 4.1.4.2 Tallo principal:

El tallo principal de la planta de frijol, puede ser identificado como el eje principal sobre el cual están insertadas las hojas primarias y dos diversos complejos axilares.

Está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Un nudo es el punto de inserción en el tallo, de una hoja y de un grupo de yemas axilares. Las yemas se encuentran en la axila de cada hoja. El entrenudo es la parte del tallo comprendida entre dos nudos. El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. El tallo tiene generalmente un diámetro más grande que las ramas laterales. Puede ser erecto, semipostrado o postrado, de acuerdo al hábito de crecimiento de la variedad pero en general tiende a ser vertical ya sea que el frijol crezca solo o con algún tipo de soporte. (16)

##### 4.1.4.3 Hábito de crecimiento:

Este concepto morfo agronómico podría ser definido como la presentación de la planta en el espacio como consecuencia de su crecimiento.

Según estudios hechos por CIAT (5) se considera que los hábitos de crecimiento se agrupan en cuatro tipos:

##### **Tipo I. Hábito de crecimiento determinado arbustivo.**

Las plantas con este tipo de hábito de crecimiento tiene las siguientes características: El tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y las ramas generalmente se detiene.

En general el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de 5 a 10, comúnmente cortos. La altura puede variar entre 30 y 50 cm.

La floración dura poco tiempo y la madurez, antes de la senectud completa, ocurre casi al mismo tiempo para todas las vainas.

### **Tipo II. Habito de crecimiento indeterminado arbustivo.**

Pertencen a este tipo las plantas con las siguientes características: tallo erecto pero sin aptitud para trepar. Ramas laterales no numerosas y generalmente cortas.

Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, estas plantas continúan creciendo aún durante la floración aunque a diferente ritmo.

### **Tipo III. Habito de crecimiento indeterminado postrado.**

Las características más sobresalientes son: Plantas postradas o semipostradas con un sistema de ramificación axilar bien desarrollado. El tallo principal y las numerosas ramas laterales pueden tener aptitud trepadora en su parte terminal, especialmente si cuentan con algún tipo de soporte. Generalmente el tallo y algunas ramas laterales, se aíslan de la cobertura del cultivo después del inicio de la floración y se llaman guías. Los entrenudos son particularmente largos, en relación con los de la parte inferior. Por ello, este tipo III puede llamarse trepador o semitrepador, pero con un grado de ramificación muy diferente al de las plantas del tipo IV.

### **Tipo IV. Habito de crecimiento indeterminado trepador**

Se considera que plantas de este tipo de hábito de crecimiento son las típico frijol trepador. Este es el tipo de hábito de crecimiento que se encuentra generalmente en la asociación maíz-frijol.

Se caracteriza por: una bajo número de ramas laterales en cada nudo. Ramas muy poco desarrolladas a consecuencia de la fuerte dominancia apical. El tallo principal, que puede tener de 20 a 30 nudos y con algún soporte, puede alcanzar más de dos metros de altura. La floración persiste durante varias semanas. En la parte baja del tallo se pueden observar vainas secas, mientras en la parte alta continúa la floración.

#### **4.1.4.4 Ramas axilares y complejos axilares:**

Se ha visto que los componentes de la ramificación son: el número de ramas y el número de nudos en cada rama.

También se ha visto que la ramificación se inicia en un nudo, generalmente en la axila de una hoja trifoliada, aunque puede existir ramificación en los dos primeros nudos del tallo principal. En este último caso, las demás son opuestas al nivel de estos nudos y después su desarrollo sigue alterno.

Las ramas provienen de yemas visibles solamente en los primeros estados de crecimiento de la parte considerada y están colocadas entre el tallo y la inserción de la hoja, es decir, el pulvínulo del pecíolo. Además de las ramas, se puede ver muchas veces, inflorescencias colocadas también en la inserción de las hojas sobre el tallo o sobre las ramas laterales del tallo.

#### **4.1.4.5 Hojas:**

Las hojas del frijol son de dos tipos simples y compuestas. Están insertadas en los nudos de los tallos y las ramas laterales, mediante pecíolos. El número de hojas

compuestas es variable. Las hojas del frijol están siempre asociadas con las estipulas presentes en los nudos. (5)

#### **4.1.4.6 Inflorescencias:**

Las inflorescencias pueden ser laterales, o terminales como sucede en las plantas de hábito de crecimiento tipo I. Desde el punto de vista botánico se considera racimos de racimos: un racimo principal compuesto de racimos secundarios, que podrían llamarse tríadas florales.

En las inflorescencias se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas y los botones florales.

#### **4.1.4.7 Flor:**

La morfología floral de (*Phaseolus vulgaris* L.). Favorece el mecanismo de auto polinización. En efecto las anteras están al mismo nivel del estigma, y además ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce dehiscencia de las anteras (antesis), el polen cae directamente sobre el estigma. (17)

#### **4.1.4.8 Fruto:**

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido, puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa.

Las vainas son generalmente glabras o subglabras, con pelos muy pequeños. A veces la epidermis es cerosa. Puede ser de diversos colores, uniforme o con rayas, existiendo diferencias entre las vainas jóvenes o estado inmaduro, las vainas maduras y las vainas completamente secas. También el color depende de la variedad. (19)

#### **4.1.4.9 Semilla:**

La semilla es exalbuminosa. Se origina de un óvulo campilótropo. Puede tener varias formas: cilíndrica, de riñón, esférica, u otras.

La semilla tiene una amplia variación de color (blanco, rojo, crema, negro, café, etc.), de forma y de brillo.

La combinación de colores es también muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación del gran número de variedades de frijol que existen. (5)

#### **4.1.5 Etapas de desarrollo en las plantas de frijol:**

El frijol es una planta anual herbácea, intensamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas, aunque es una especie termófila, es decir que no soporta las heladas. El ciclo de la planta de frijol se puede desmembrar en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva.

#### 4.1.5.1 Etapas de la fase vegetativa:

La fase vegetativa se inicia cuando se le brinda a las semillas las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado.

#### 4.1.5.2 Etapas de la fase reproductiva:

Esta fase se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de la cosecha.

#### 4.1.6 Enfermedades más importantes de frijol:

Gudiel et.al citado por Cáceres señala que entre las principales enfermedades que afectan el cultivo del frijol se tiene las siguientes:

**Cuadro 2. Principales enfermedades del cultivo del frijol**

Enfermedad	Agente causal
1. Antracnosis	( <i>Colletotrichum lindernuthianum</i> )
2. Bacteriosis	( <i>Xantomona phaseoli</i> )
3. Fusarium	( <i>Fusarium sp.</i> )
4. Mal del talluelo	( <i>Rhizoctonia sp. Phytium sp. Fusarium sp.</i> )
5. Mancha angular	( <i>Isariopsis griseola</i> )
6. Mancha ascochita	( <i>Ascochita phaseolarum</i> )
7. Mildiu polvoroso	( <i>Erisiphe polygoni</i> )
8. Mosaico dorado	(VMD)
9. Royas	( <i>Uromyces phasoelitypica</i> )
10. Tizón de halo	( <i>Pseudomonas phaseolorum</i> )

Fuente: Cáceres (2,000)

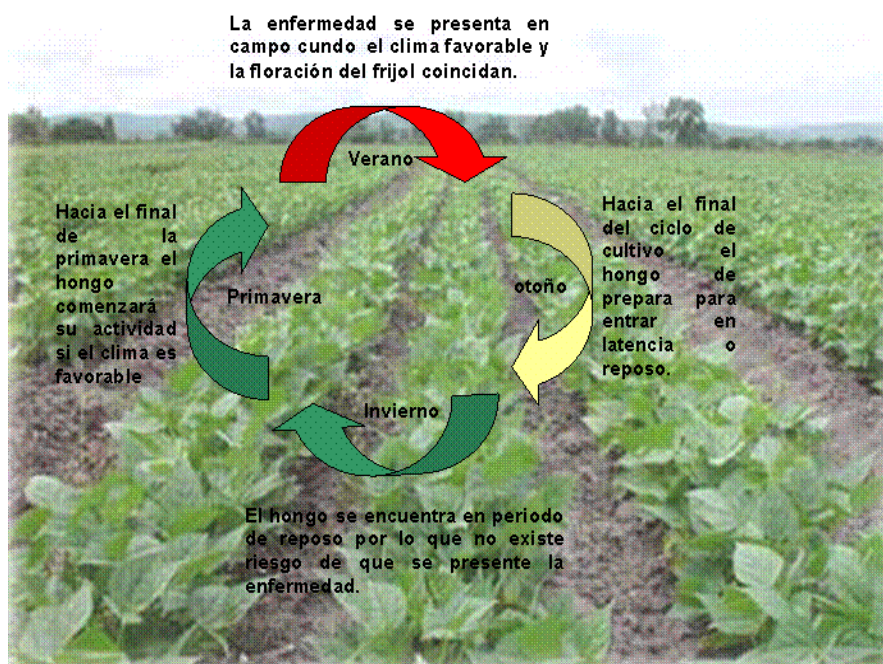
#### **Roya del frijol (*Uromyces appendiculatus*)**

A esta enfermedad se le conocía anteriormente como Chahuixtle. Sin embargo se le conoce como herrumbre o roya del frijol. Se presenta a partir de la floración. Los síntomas se presentan como manchas cloróticas o blancas, en las cuales se desarrollan pústulas de color café-rojizas, en el haz y en el envés de las hojas. Cuando el ataque en la floración es muy severo, puede haber defoliación prematura así como una disminución drástica en la formación y el llenado de las vainas. El patógeno también

puede atacar tallos pecíolos, donde se pueden observar pústulas. Las pústulas uredosoricas son de 1 – 3 mm. de diámetro, circulares, rojizas y rodeadas por un prominente halo clorótico, aparecen en las hojas y en las vainas.

La incidencia y severidad es mayor en zonas o épocas templadas a calidas (16 a 25 ° C) y humedad (sobre 10 h, de follaje mojado). Bajo 15 ° C o sobre 28° C se limita el desarrollo de esta roya. Pústulas teleutosoricas, negras, aparecen en tejidos senescentes, la diseminación es a través del viento en donde las aecidiosporas y uredosporas son arrastradas, responsables de la infección primaria. Esta enfermedad sobrevive como uredosporas o teleutosporas asociadas a restos de cultivos enfermos en plantas voluntarias o en otras leguminosas hospederas.

**Figura 01. Ciclo en el campo de la enfermedad de roya.**



El control consiste en eliminar completamente residuos y plantas hospederas, establezca una rotación de cultivos y utilizar cultivos resistentes. El control químico es más efectivo cuando inicia el problema, en las etapas iniciales de los síntomas. Los productos más usados son: Oxicarboxín, Mancozeb, Maneb y Clorotalonil.

### **Mancha Ascochita (*Ascochyta spp*)**

También se le conoce como mancha foliar. Se manifiesta en las hojas como manchas redondas de tamaño mediano a grande, con el centro crema o café claro, y rodeadas de un borde más oscuro de color café o rojizo que muestra varios anillos. El centro de la lesión puede presentar unos pequeños puntos blanquecinos, grises o negros. La infección se presenta en las primeras hojas trifoliadas, cuando las plantas son pequeñas. También puede presentarse cuando las plantas son adultas. Cuando la

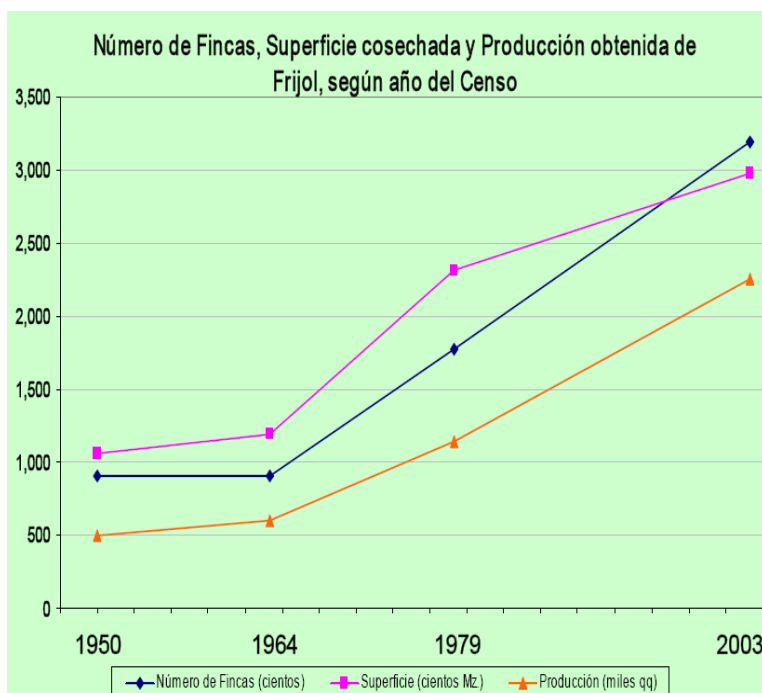
incidencia es alta se provoca una defoliación severa afecta la productividad del frijol. El control de esta enfermedad incluye utilizar semilla sana y limpia, así como aspersiones foliares con Benomil. (23)

#### 4.1.7 PRODUCCIÓN DE FRIJOL EN GUATEMALA (13)

El frijol negro es uno de los cultivos anuales de mayor importancia en Guatemala, que ocupa el segundo lugar dentro de los diez cultivos anuales o temporales, desde el punto de vista de la participación porcentual de superficie cosechada, con una superficie de 119,372 manzanas, que equivale a un 13.3% de superficie cultivada en monocultivo, con una producción de 1,346,009 quintales en un número de 117,565 fincas y 178,864 manzanas, que equivale a un 35.5% en la modalidad de cultivo asociado o intercalado, con una producción de 913,438 quintales en un número de 180,625 fincas.

En razón de que, como producto alimenticio básico, la demanda siempre aumenta, es comprensible la tendencia al alza que se observa, tanto en el número de fincas, como en la superficie cosechada y la producción obtenida en los cuatro censos agropecuarios que se han realizado en Guatemala. A manera de ejemplo, se anota que para el censo de 2003, respecto al censo de 1979; el número de fincas aumentó un 44.4%, en la superficie cosechada un 22.5% y en la producción obtenida un 49.4%. Con el propósito de ilustrar este caso, se presenta el gráfico 2.

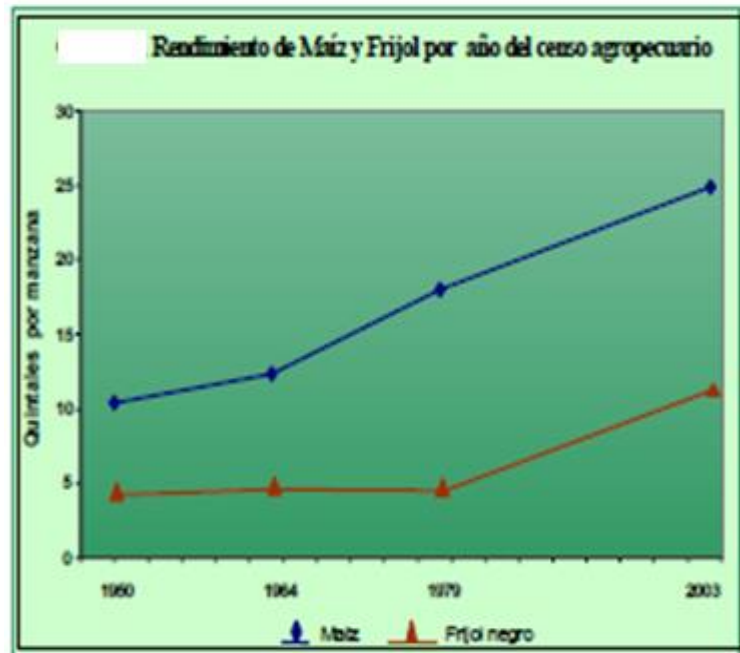
**Figura 02. Número de fincas, superficie cosechada y producción obtenida de frijol según año de censo.**



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, FAO y CEPAL

A manera de ejemplo, en el gráfico 3, se ilustra los rendimientos del frijol según año del censo agropecuario en Guatemala.

**Figura 03. Rendimientos de frijol en los 4 censos agropecuarios.**



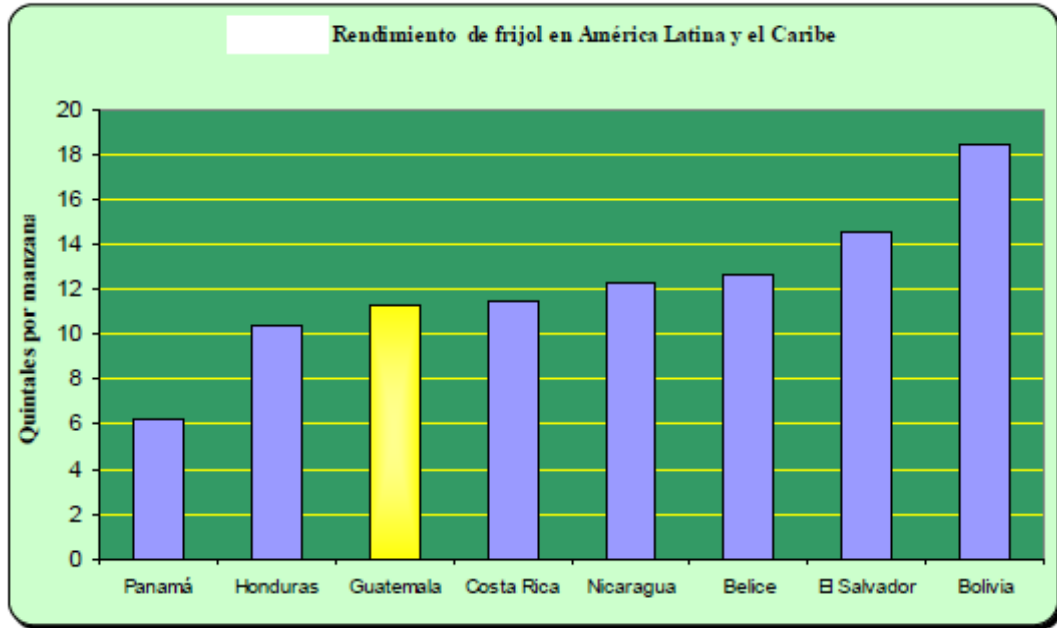
Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, FAO y CEPAL

Sin embargo, como se ve más adelante, como país aún estamos muy por debajo de otros países de América Latina (gráfica 3).

#### **4.1.7.1 Rendimiento del cultivo de frijol negro en América Latina y El Caribe**

De conformidad con datos publicados por FAO y CEPAL, Guatemala tiene rendimientos inferiores de países como Costa Rica, Nicaragua, Belice y El Salvador, pues llega a tener solamente un rendimiento de 11 quintales por manzana comparado con el más productivo que es Bolivia que alcanza un rendimiento de 18 quintales por manzana. Dada la importancia del frijol en nuestro país, es oportuno señalar que los rendimientos son muy bajos. Estos aspectos se destacan en la gráfica 4.

**Figura 04. Rendimientos de frijol en América Latina y el Caribe.**



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, FAO y CEPAL

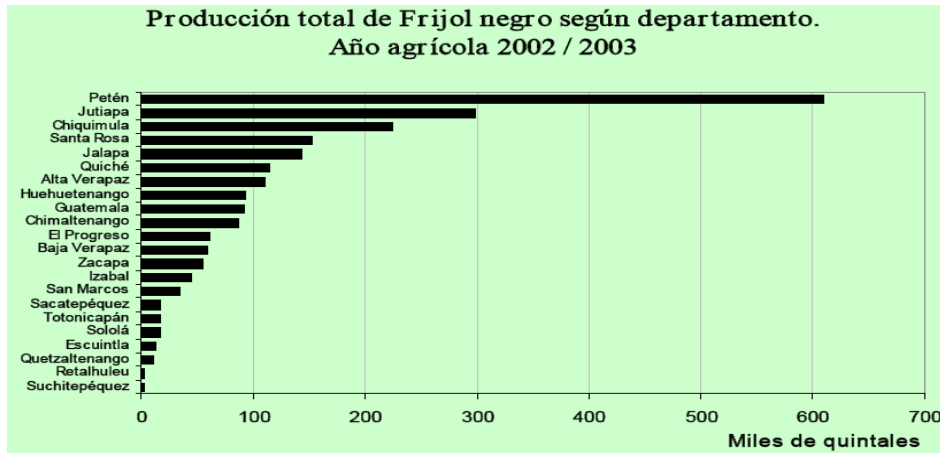
#### **4.1.7.2 Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de frijol**

Las mayores producciones de frijol negro del año agrícola 2002 / 2003, se obtuvieron en Petén con 610 mil quintales, que corresponden al 27.0% del total nacional; Jutiapa con 299 mil quintales, equivalentes al 13.2% y Chiquimula con 224 mil quintales, es decir el 9.9% del total en el país. Las menores producciones de ese cultivo se dieron en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu generando en conjunto aproximadamente 5 mil quintales, correspondiendo el aporte en conjunto al 0.2%, con relación a la producción total.

Más adelante en el gráfico 5, se aprecia el aporte en cuanto a producción de frijol negro de cada departamento del país. En ese sentido, llama la atención observar las barras que representan la producción de los departamentos de Petén, Jutiapa y Chiquimula, que sobresalen respecto a los otros departamentos.



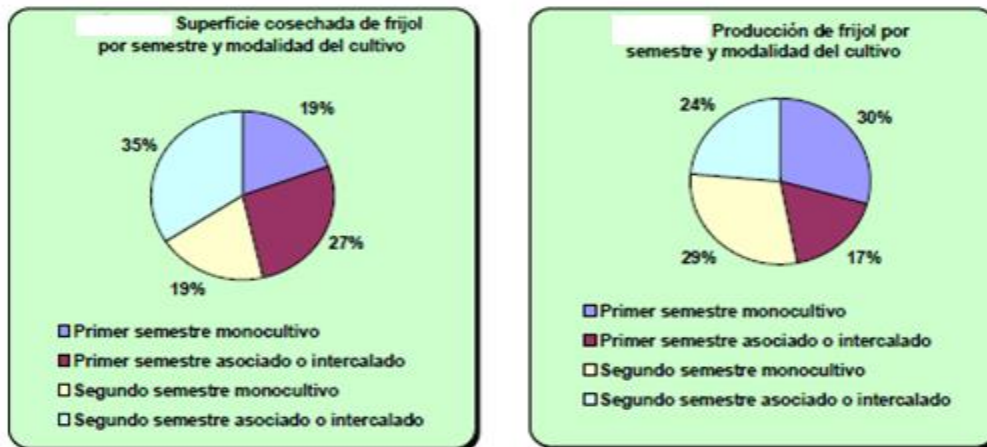
**Figura 05. Producción de frijol negro según departamento**



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, FAO y CEPAL

En relación al comportamiento que se observa para todo el país, sobre la forma de cultivo de esta leguminosa, considerando los períodos de cosecha por semestre en el año agrícola, sin hacer discriminación por color, se presentan los gráficos 6 y 7, para ilustrar comparativamente la situación de la superficie y la producción.

**Figura 06 y 07. Superficie cosechada, modalidad de cultivo y producción de frijol.**



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, FAO y CEPAL

El 38% de la superficie se produce en monocultivo pero genera el 59% de la producción, lo cual es una consecuencia de que bajo esta modalidad se obtienen rendimientos sustancialmente mejores, entre otras causas, por la mayor densidad de población y la menor competencia por agua y nutrientes. Al hacer la comparación entre semestres, se observa que durante el primer semestre se cultiva el 46% de la superficie

y se obtiene el 47% de la producción, lo anterior es indicativo del balance que existe entre los períodos en que se divide el año agrícola.

#### **4.1.8 CONSUMO PERCAPITA DE FRIJOL EN GUATEMALA**

En el país generalmente, el uso que se le da es para el consumo en la dieta alimenticia básica por la gran mayoría de la población guatemalteca.

En Guatemala en el área rural el consumo de frijol es de 58 gramos por persona diariamente y en el área urbana 48 gramos, lo que indica que es un alimento de alta aceptabilidad en nuestro medio. (18)

#### **4.1.9 DENSIDAD VEGETAL Y RENDIMIENTO**

La densidad de siembra es un factor importante que incide en el rendimiento de los cultivos, el rendimiento biológico se incrementa con la densidad hasta un valor máximo, determinando por algún factor ambiental y, a densidades mayores, tiende a mantenerse constante siempre que no intervengan factores ajenos como el acame. El rendimiento en grano se incrementa hasta un valor máximo pero declina al incrementar aún más la densidad. (15)

La densidad óptima de siembra debe ser determinada para cada cultivo bajo cada agro ecosistema con el fin de obtener rendimientos máximos.

De acuerdo con Hernández y Páez (1,971), a partir de este punto la respuesta declina para cualquier otra combinación de valores de distancia de siembra; esta distancia parece tener justificación en el hecho que las densidades más altas podrían traducirse en una mayor competencia, en detrimento de la población; a una menor densidad, puede ser debido al menor número de plantas por unidad de superficie. (9)

Los distanciamientos recomendados por el Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas –ICTA-, para producir frijol son de 40 a 50 cm entre surco y 30 a 40 cm entre postura, con tres granos de frijol por postura. (28)

#### **4.1.10 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO:**

Los procesos fisiológicos que intervienen en la captación, transformación y traslocación de la energía disponible, determinan entre otras cosas el rendimiento de la planta. Es importante considerar a los componentes de rendimiento como indicadores de tendencia de los procesos que determinan el rendimiento, y no necesariamente como causa directa del mismo. Los componentes de rendimiento incluyen el número y peso de grano, número de estructuras florales (en el caso de frijol las vainas) etc. (22)

#### **4.1.11 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES (28)**

##### **4.1.11.1 HUNAPU:**

Esta variedad proviene de un cruzamiento de una variedad de frijol negro, precoz, originario de Chimaltenango, y que se conoce como Negro Pacoc, con la línea A 216, del CIAT. Además de ser tolerante a roya, Ascochyta y antracnosis, tiene plantas bien formadas, de buena altura, ramas espaciadas y las vainas convenientemente distribuidas; es decir, es una variedad que presenta una buena arquitectura de planta.

La craza resultante C 132, fue sometida durante varios años a diversos procesos de mejoramiento genético por el Programa de Frijol del ICTA, dando origen finalmente a la variedad ICTA HUNAPU.

Variedad de vainas moradas y grano negro. Se puede cosechar de 120 a 135 días después de la siembra. Su hábito de crecimiento es Indeterminado Arbustivo, Tipo II. Tiene alrededor de 10 a 15 vainas por planta y siete semillas por vaina. Es tolerante a Ascochyta y moderadamente tolerante a Roya. Rinde alrededor de 25 a 30 qq por manzana.

##### **4.1.11.2 ICTA HUNAPU PRECOZ:**

Es de hábito de crecimiento determinado, pero la carga mayor se da en la base de la planta; su altura es de 60 centímetros y la floración ocurre entre 29 y 30 días después de la siembra; con seis granos de color negro oscuro; la madurez fisiológica se presenta a los 64 días y puede cosecharse a los 71 días o antes, si el clima está seco. Es tolerante a la roya y antracnosis se adapta entre los 1400 a 2300 msnm

##### **4.1.11.3 ALTENSE:**

Esta variedad tuvo su origen inicialmente en el cruzamiento entre A 230, un material proveniente del CIAT, con un material del programa de frijol del ICTA, Guate. 192, con tolerancia a Ascochyta; la craza fue registrada bajo el código C88. En 1983, se efectuó un cruzamiento entre C88 y la línea A 175 del CIAT, dando origen a una craza triple C 160.

En 1984, se seleccionó una línea entre la población C 160, la cual después de haberse evaluado por varios años en ensayos de finca y parcelas de prueba fue finalmente liberada como ICTA ALTENSE.

Es una variedad de frijol negro, cuyo hábito de crecimiento es de tipo indeterminado arbustivo; es bastante tolerante a Ascochyta, antracnosis, roya y picudo de la vaina. Se adapta muy bien a altitudes entre 1800 y 2300 metros sobre el nivel del mar. La nacencia completa y la florescencia de color morado, tienen lugar a los 8 y 50-53 días después de la siembra (DDS), respectivamente.

Las plantas alcanzan una altura de 60 a 70 centímetros, con vainas color crema con tonalidades ligeras de color morado que tienen 6 granos por vaina. El ciclo de siembra a cosecha es de 120 DDS con un rendimiento de 2500 kg por hectárea (38.5 qq/manzana).

#### **4.1.11.4 ICTA ALTENSE PRECOZ**

Variedad de frijol negro que se adapta muy bien a altitudes entre 1800 y 2300 metros sobre el nivel del mar. La florescencia de color morado. Las plantas alcanzan una altura de 60 a 70 centímetros, con vainas color crema con tonalidades ligeras de color morado, que tiene 6 granos por vaina.

#### **4.1.11.5 TEXEL:**

Variedad de grano negro, se puede cosechar de 100 a 110 días después de la siembra. Es la variedad más precoz. Su crecimiento es arbustivo postrado. Tiene alrededor de 12 a 15 vainas por planta y seis semillas por vaina. Es tolerante a Ascochita pero altamente susceptible a roya. Rinde alrededor de 15 qq por manzana

#### **4.1.11.6 EPR-9:**

Según Reyes Castro (23). En el sub-programa de frijol del ICTA, se evalúan líneas de frijol entre las cuales se encuentra la línea EPR-9, la cual en base a investigaciones se le ha considerado como de alto potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y calidad de industrial. Esta línea fue seleccionada del ensayo EPR-2000. Existe mucha expectativa respecto a este material y se espera que a corto plazo pueda ser una alternativa a cualquiera de las variedades que en el presente se encuentran en el mercado. Sus características más importantes son: habito indeterminado de crecimiento, la floración ocurre a los 50 DDS, el rendimiento es de 2.5 Ton/ha presenta color de la vaina es morado al igual que su flor, su ciclo es de 115 días de siembra a cosecha.

### **4.2 MARCO REFERENCIAL:**

#### **4.2.1 UBICACIÓN LOCALIDAD 1.**

##### **4.2.1.1 INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS.**

###### **4.2.1.1.1 Ubicación geográfica:**

La estación experimental “Labor Ovalle” del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), se encuentra ubicada en el municipio de Olinstepeque, Departamento de Quetzaltenango a 203.5 km. de la ciudad Capital, a 3.5 km. del departamento de Quetzaltenango y a 2 km. de la cabecera municipal de Olinstepeque.

Se encuentra localizada en las coordenadas siguientes: Latitud Norte: 14°52'16" y Longitud Oeste: 91°30'52". 30'52".

#### **4.2.1.1.2 Extensión:**

La estación experimental "Labor Ovalle" tiene una extensión territorial de 21.02 Ha. Divididas en 7.81 Ha. Para instalaciones y 13.21 Ha. Para campos de investigación y producción tanto agrícola como pecuaria.

#### **4.2.1.1.3 Vías de acceso.**

Labor Ovalle cuenta con una vía de acceso, ubicada a un costado de la carretera que conduce de la ciudad de Quetzaltenango al municipio de Olintepéque. Esta carretera se encuentra en buenas condiciones ya que es asfaltada por lo que puede ser transitada todo el año sin ningún problema.

#### **4.2.1.1.4 Clima**

##### **4.2.1.1.4.1 Altitud:**

Según la estación meteorológica Labor Ovalle, la estación experimental ICTA "Labor Ovalle" se encuentra a una altura de 2,454 metros sobre el nivel del mar (msnm).

##### **4.2.1.1.4.2 Temperatura:**

La temperatura de la región varía, dependiendo de la época del año, presentando una temperatura máxima de 22.2°C, una temperatura media de 15.1°C y una temperatura mínima de 6.8°C.

##### **4.2.1.1.4.3 Precipitación pluvial:**

La precipitación pluvial anual registrada en la región varía de 2000 a 2500 mm distribuidos generalmente en los meses de abril a octubre.

##### **4.2.1.1.4.4 Humedad relativa:**

El rango de humedad relativa que se encuentra en la región de la estación experimental "Labor Ovalle", es de 70 a 75%.

##### **4.2.1.1.4.5 Vientos:**

Generalmente se presentan en dirección de norte a sur con una velocidad promedio de 9.5 kilómetros / hora, siendo de moderados a fuertes.

##### **4.2.1.1.4.6 Zona de vida:**

Según Holdridge la zona de vida de la región se clasifica como Bosque muy Húmedo Montano Bajo Subtropical bmh-MB. (10)

#### **4.2.1.1.4.7 Clasificación climática:**

Según Holdridge las características climáticas son del tipo semi-frío, húmedo, con invierno benigno y seco. (10)

#### **4.2.2 UBICACIÓN LOCALIDAD 2.**

##### **4.2.2.1 ALDEA SAN ISIDRO CHAMAC, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ.**

###### **4.2.2.1.1 Ubicación geográfica:**

La investigación se realizara en aldea San Isidro Chamac, Municipio de San Pedro Sacatepéquez, Departamento de San Marcos, con una distancia de 4 kilómetros del municipio, 6 kilómetros del departamento y 244 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala.

###### **4.2.2.1.2 Límites y colindancias:**

Al norte: Aldea Santa Teresa  
Al sur: Aldea Llano Grande  
Al este: Aldea Santa Rita  
Al oeste: Municipio de San Pedro Sacatepéquez.

###### **4.2.2.1.3 Características físico – biológicas: (6)**

###### **4.2.2.1.3.1 Altitud:**

La aldea San Isidro Chamac se encuentra a una altitud de 2400 metros sobre el nivel del mar (msnm).

**4.2.2.1.3.2 Temperatura:** Oscila con una temperatura de 18 – 25 grados centígrados (Temperatura ambiente).

###### **4.2.2.1.3.3 Precipitación pluvial:**

Cuenta con una precipitación media anual de 2000 a 2300 mm distribuidos en 140 días como promedio anual, la época lluviosa está comprendida entre los meses de abril a octubre y la época seca de noviembre a marzo.

###### **4.2.2.1.3.4 Vientos:**

Los vientos moderados comprendidos en los meses de junio a octubre y relativamente fuertes en los meses de noviembre a mayo.

#### **4.2.2.1.3.5 Humedad relativa:**

La humedad relativa media anual en esta zona es del 80%.

#### **4.2.2.1.3.6 Clasificación climática:**

Debido a las características físico – climática de la Aldea San Isidro Chamac, se clasifica dentro de un clima frío.

#### **4.2.2.1.3.7 Zonas de vida:**

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1969) esta zona está comprendida, dentro de la zona de vida Bosque muy Húmedo Montano Bajo Subtropical bmh-MB. (10)

### **4.2.3 Principales trabajos relacionados**

#### **Evaluación de líneas avanzadas de frijol negro y rojo en el departamento de El Quiché, en el año 2001.**

Los materiales evaluados fueron : ICTA ligero comercial, ICTA Santa Gertrudis comercial, Ostua comercial, EAP 951077 rojo, EAP 9508-93 rojo, C 1434-16, C 1452-14, c 1433-8, c 1439-4, Gertrudis 2001 (3-7-33), Ostua 2001 (5-8-9-19) y Ligero 2001 (30-38-33). La evaluación no mostró diferencias significativas y sugieren evaluar los materiales con los mejores rendimientos y características agronómicas similares al recomendado como lo son: CIA 52-14 (3.45 t/ha); Ostua 2001 (5-8-9-19) con rendimientos de 3.38 t/ha y Gertrudis 2001 (3-7-33) con rendimiento de 3.34 t/ha. (12)

#### **Ensayo de relevo de papa y frijol, en Quetzaltenango en el año 2,001.**

Los objetivos del trabajo fueron: explorar la posibilidad de producir en el mínimo y el mismo terreno en frijol y papa y el otro. Determinar los genotipos tanto de frijol como de papa, se adaptan al sistema de relevo papa-frijol. Se evaluaron las variedades de frijol, ICTA Texel, Altense y Hunapu, y de papa las variedades Loman, Atlantis y Tollocan. Las variedades precoces de frijol y papa ofrecieron los mejores rendimientos debido a que salvan a los cultivos de las heladas tempranas, se sugiere continuar evaluando el sistema frijol - papa. Frijol 11.44 t/ha, Papa 10.29 t/ha. (12)

#### **Ensayo nacional de frijol para el altiplano - ENFRIA 2001.**

El objetivo principal del ENFRIA 2001 fue el de seleccionar las líneas más promisorias para promoverlas como nuevos cultivares a escala nacional y que substituyen a las variedades comerciales ICTA, Texel, Hunapu, Altense y Parramos en el altiplano guatemalteco. De las 10 entradas evaluadas fueron seleccionadas 3 líneas.

Las líneas seleccionadas fueron EPR-9, EPR 14 Y EPR 21; se sugiere seguir evaluando las líneas seleccionadas, bajo condiciones del país, en finca de productores. Obteniendo un promedio 2.1 t/ha de rendimiento en el departamento de Quetzaltenango. (12)

### **Ensayo de frijol rojo para el altiplano.**

En el ensayo se evaluaron 10 líneas de frijol rojo y 6 de negro para determinar su rendimiento y adaptación a alturas mayores de 2000 msnm. El mejor rendimiento se obtuvo con las variedades negras Altense y Hunapú.

Las líneas de frijol rojo SRC 1-12-1 Y EAP 9508-93 mostraron buen potencial de rendimiento. Se sugiere seguir evaluando las líneas de grano rojo recomendadas conjuntamente con los mejores frijoles negros, para determinar su adaptación en ambientes del altiplano occidental.

Los rendimientos fueron SRC 1-1-2-1 = 2.45 t/ha, SRC 1-1-18 = 2.10 t/ha y EAD 9508-93 = 2.21 t/ha. El ensayo fue realizado en Quetzaltenango año 2001.

### **Producción comercial de semilla certificada de frijol de los materiales ICTA Texel, ICTA Altense e ICTA Hunapu.**

Para el proyecto se trabajó con los materiales generados por ICTA, Texel, Altense y Hunapú. Se establecieron 1.85 hectáreas de Hunapú, 0.76 ha de Texel y 0.27 ha de Altense, con proyección a producir 5.4 toneladas de semilla certificada como producto final. Al concluir el proyecto se tuvo un rendimiento total de 6 toneladas de semilla certificada entre los 3 materiales y se tuvo una rentabilidad del 47 %. Con rendimientos de la variedades Hunapu 4.32 tm/ha, Texel 1.05 tm/ha, Altense 614.76. En el departamento de Baja Verapaz, bajo condiciones de riego, en el año 2002.

### **Generación de variedades de frijol arbustivo de varios colores, en el departamento de Chimaltenango en año 2001.**

Se evaluaron 25 materiales de diferente color de grano y su respuesta a las enfermedades de roya, antracnosis y mancha angular además de características agronómicas. Después se evaluaron los materiales avanzados.

Los genotipos provienen del CIAT, para seleccionar progenitores para el plan de cruzamiento del próximo año. El segundo mejor rendimiento fue el de ICTA Altense. Se usó diseño en bloques al azar, determinándose diferencia significativa entre materiales. Con rendimientos de 3.96 ton/ha.

### **Evaluación de 3 cultivares y una línea preliminar de frijol con 3 arreglos topológicos en 3 localidades del valle de Quetzaltenango, año 2004.**

El cual consistió en mantener la densidad de siembra utilizando 96 semillas /parcela independientemente del arreglo topológico. Donde los distanciamientos de siembra mas aconsejables fueron los de 0.40 \* 0.20 mts. Con un grano por postura y 0.40 \* 0.20 con



2 granos por postura. Los rendimientos reportados fueron para la variedad Altense 2408 kg/Ha, Hunapu 2306 kg/Ha, EPR-14 1692 y Texel 1455 kg.

### **Evaluación de tres variedades y una línea experimental de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con cuatro densidades de siembra, en el Valle de Quetzaltenango 2005.**

El promedio del rendimiento de los cultivares evaluados en las tres localidades fueron, para la variedad Hunapu 4,621 kg/ha, Altense 4,389 kg/ha, Texel 3,148 kg/ha y EPR-9 3,916 Kg/ha. El análisis de rendimiento por densidad para las tres localidades lo obtuvo el tratamiento de 20 cms. Entre surco (500,000 plantas /ha), y supero en 20 % al más cercano que fue el tratamiento de 30 cms. Entre surco el cual hizo referencia a una densidad de 333,000 plantas /ha. El menor rendimiento lo obtuvo el testigo que consistía en 310,000 plantas /ha. A una distancia de 35 cms entre surco.

### **Evaluación agronómica de siete variedades promisorias y tres variedades comerciales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), I.C.T.A., Labor Ovalle, Olinstepeque Quetzaltenango 2006.**

En esta investigación las líneas sobresalientes fueron la variedad Hunapu testigo con 6771 Kg ha<sup>-1</sup>, y Hunapú precoz con 6081 Kg ha<sup>-1</sup>, las cuales presentaron excelentes características agronómicas, también Hunapú precoz presenta buenas características por su resistencia a roya y para sustituir a Texel a la que supera en un 54% de rendimiento. (24)

### **Evaluación de la resistencia de 16 genotipos de frijol bolonillo (*Phaseolus domosus*), al picudo (*Apion godmani*) coleóptero (*Curculionidae*) y roya (*Uromyces appendiculatus*), en tres localidades del Valle de Quetzaltenango 2008.**

En esta investigación se enmarca el análisis de varianza utilizado, el cual fue un látice bloques incompletos 4\*4, con tres repeticiones. Cabe mencionar que en esta investigación la línea más sobresaliente fue la Anita, por presentar los mejores rendimientos y la mejor resistencia al ataque del picudo.

Según Chagas y Vieira citado por Reyes Castro (23), trabajo con frijoles de diferentes hábitos de crecimiento, para evaluar las distancias de siembra determinaron que el rendimiento aumenta cuando aumenta el nivel de fertilización.

Según Mesquita citado por Reyes Castro (23) el mayor rendimiento lo asocia con una mayor área foliar y una mayor cantidad de vainas y semillas por vaina; también determino que existe una correlación positiva entre rendimiento y el área foliar aportada por las ramas y flores.

Vieira citado por Reyes Castro (23), indica que los cultivos puros produce más que las asociaciones; y el rendimiento de frijol en monocultivo, ha sido elevado a 2,000; 3,000 y raramente a 4,000 kg/ha, principalmente por medio del control ambiental, por la

aplicación de fertilizantes, control de riego, protección de las plantas contra plagas, enfermedades y malezas y otras prácticas.

## **V. OBJETIVOS:**

### **5.1 GENERAL:**

- Evaluar el comportamiento agronómico de diez materiales de frijol arbustivo, con el propósito de mejorar el rendimiento por unidad de área en el altiplano occidental de Guatemala.

### **5.2 ESPECÍFICOS:**

- Determinar el rendimiento de grano de diez genotipos de frijol arbustivo.
- Determinar que genotipo de frijol arbustivo, presenta el mejor rendimiento de grano.
- Determinar que genotipo de frijol arbustivo, manifiesta tolerancia al ataque de las principales enfermedades.

## **VI. HIPÓTESIS:**

### **6.1 (Ha):**

- Al menos uno de los genotipos de frijol arbustivo presentara diferencia significativa en cuanto a rendimiento de grano.
- Al menos un genotipo de frijol arbustivo presentara tolerancia al ataque de enfermedades.

## **VII. MATERIALES Y MÉTODOS:**

### **7.1 RECURSOS**

#### **7.1.1 Recursos físicos:**

##### **7.1.1.1 Equipo y herramienta:**

- Azadones
- Machetes
- Rastrillo
- Pita rafia
- Costales
- Insecticida Karate
- Semilla
- Bomba de mochila
- Fertilizante químico

##### **7.1.1.2 Equipo de oficina:**

- Papel bond
- Libreta de campo
- Lapiceros
- Computadora
- Cuadros de registro
- Calculadora

#### **7.1.2 Recursos humanos:**

- Asesor principal (ICTA) Quetzaltenango
- Asesor adjunto (USAC – CUSAM)
- Estudiante de tesis (USAC – CUSAM)

#### **7.1.3 Recursos institucionales:**

- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Quetzaltenango, Guatemala.
- Universidad de San Carlos de Guatemala Centro universitario de San Marcos  
USAC – CUSAM.

#### **7.1.4 Recursos financieros:**

- Estudiante de tesis del Centro Universitario de San Marcos, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Quetzaltenango, Guatemala.

## **7.2 GENOTIPOS EVALUADOS EN LA INVESTIGACIÓN:**

Biofort M, Biofort N, ICTA Xelaju, ICTA Hunapu, ICTA Hunapu N, ICTA Altense P, ICTA Altense, Texel, EPR – y Biofort San Jerónimo.

## **7.3 METODOLOGÍA**

### **7.3.1 Metodología de la investigación:**

#### **7.3.1.1 Manejo agronómico:**

**7.3.1.1.1 Preparación del área:** Esta práctica consistió en la limpieza y eliminación de cualquier material obstaculizante que exista dentro del terreno o área donde se realizó la investigación.

**7.3.1.1.2 Preparación del suelo:** Consistió en un barbecho a una profundidad de 0.30 metros, con el propósito de airear el suelo, eliminar plagas y evitar enfermedades, favorecer el desarrollo radicular de las plantas, facilitar la penetración de agua en el suelo y así proporcionar todas las condiciones adecuadas para el desarrollo de las plantas.

**7.3.1.1.3 Trazo del experimento:** El trazo de las unidades experimentales se realizó con la ayuda de cinta métrica, estacas de madera, pita rafia, para dividir la unidad experimental del ensayo.

**7.3.1.1.4 Siembra:** Se sembraron 3 semillas por postura a lo largo del surco de 3 metros, distanciadas las posturas a 0.30 m. Una de otra; entre surcos la distancia fue de 0.30 m. Según recomendaciones del ICTA. La siembra se realizó en dos localidades (Quetzaltenango y San Marcos) del altiplano occidental de Guatemala, con el fin de que la investigación tenga un mayor impacto.

**7.3.1.1.5 Control de malezas:** Práctica que consistió en eliminar cualquier otra planta dentro del cultivo de frijol. Dicha actividad se realizó de forma manual utilizando azadones.

**7.3.1.1.6 Fertilización:** Se realizó una única fertilización, se hizo a los 35 días después de la siembra con un fertilizante químico de mezcla 20-20-0, se aplicó 10 gramos por postura, teniendo un total de 520 gramos (1.14lbs.), por un tratamiento de la primera repetición y un total de 2,080 gramos (4.6lbs.) por 4 repeticiones de un tratamiento; se usaran 20,800 gramos (45.75lbs.) para fertilizar el experimento de 10 tratamientos con 4

repeticiones de cada tratamiento. Fertilizando de una forma localizada separado de 3 - 5 centímetros de distancia de la postura. (Ver anexo)

También se realizaron 3 - 4 aplicaciones foliares con un fertilizante completo Bayfolan Forte, aplicando, 75 - 100 cc. /bomba de 16 litros. (Ver anexo)

#### **7.3.1.1.7 Control de plagas y enfermedades:**

Cuando se observó la presencia de plagas del follaje (chupadoras), se realizaron dos aplicaciones con el insecticida karate a razón de 25 cc. Por bomba de 16 litros. Para el caso de enfermedades fungosas no se realizó ninguna aplicación de fungicidas, para evaluar la resistencia genética de los materiales.

#### **7.3.1.1.8 Cosecha:**

Se realizó de una forma manual cortando las vainas, los granos y pesando el grano a los 120 días después de la siembra, cuando la planta alcanzo su madures fisiológica.

#### **7.3.1.1.9 Post-cosecha:**

Esta consistió en el secado de cada material genético, luego se procedió al desvainado (extraer el grano de la vaina), colocándolas en bolsas de papel debidamente identificado con el No. de parcela, No. de repetición, No. de tratamiento, lugar de procedencia y el año; para posteriormente determinar el rendimiento de cada uno de los 10 genotipos.

### **7.3.2 Descripción del diseño experimental:**

#### **7.3.2.1 Establecimiento del experimento:**

**7.3.2.1.1 Método analítico:** Para la realización de esta investigación, se utilizó el método científico a través del análisis de los componentes del rendimiento, como también observación de la tolerancia a enfermedades, manejando para el efecto pruebas estadísticas con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados. Se realizó el análisis de ANDEVA con su respectiva prueba de medias en caso necesario.

##### **7.3.2.1.1.1 Diseño:**

El diseño experimental utilizado fue “Bloques al azar” en el cual se evaluaron 10 tratamientos con 4 repeticiones, de un área total de 280 m<sup>2</sup> (16\*17.5). Cada bloque o repetición fue de un área de 48 m<sup>2</sup> (16\*3), como espacio entre bloque se dejó una distancia de 2.0 metros.

##### **7.3.2.1.1.2 Modelo estadístico: $Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$**

Dónde:

$Y_{ij}$ : = Variable respuesta  
 $U$ : = Efecto de la media general.  
 $T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento  
 $B_j$ : = Efecto del j-ésimo bloque  
 $E_{ij}$ : = Error experimental

### 7.3.2.1.1.3 Descripción de los tratamientos

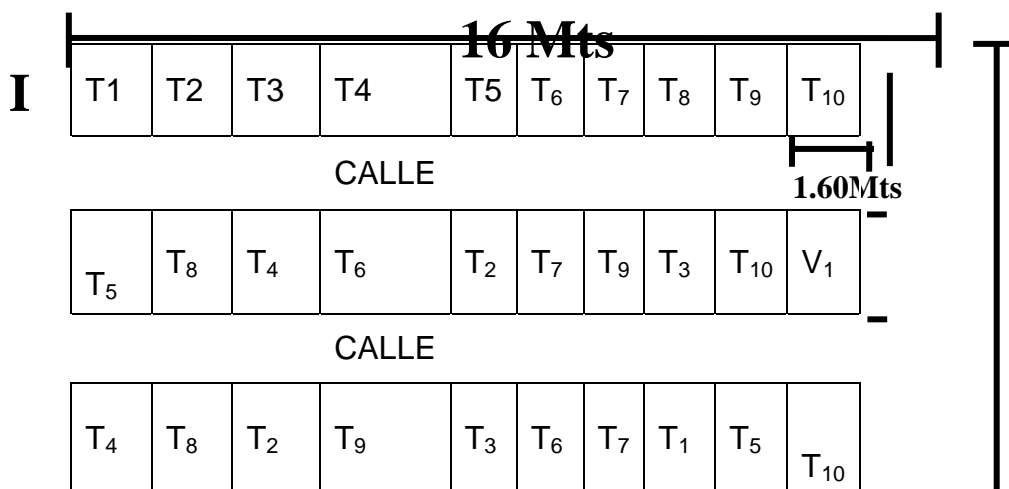
$T_1$  = Genotipo de frijol Biofort mejorado  
 $T_2$  = Genotipo de frijol Biofort normal  
 $T_3$  = Genotipo de frijol ICTA Xelaju  
 $T_4$  = Genotipo de frijol ICTA Hunapu precoz  
 $T_5$  = Genotipo de frijol ICTA Hunapu normal  
 $T_6$  = Genotipo de frijol ICTA Altense precoz  
 $T_7$  = Genotipo de frijol ICTA Altense normal  
 $T_8$  = Genotipo de frijol Texel  
 $T_9$  = Genotipo de frijol EPR - 9  
 $T_{10}$  = Genotipo de frijol Biofort San Jerónimo

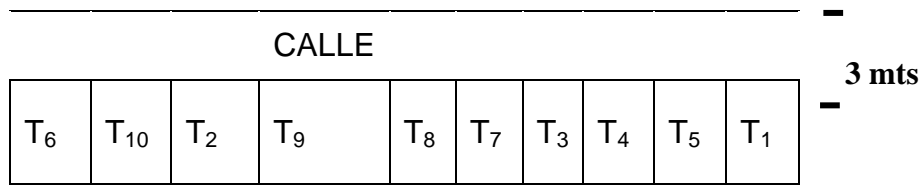
### 7.3.2.1.1.4 Trazo de bloques:

En el área de cada bloque de 48 m<sup>2</sup> se tuvieron 50 surcos, siendo 5 surcos por tratamiento, distanciados a cada 0.30 metros cada uno, con un largo de 3 metros distanciando a cada 0.30 metros las posturas, para tener un total de 11 posturas de 3 semillas, con un total de 165 plantas por tratamiento, un total de 1,650 plantas por bloque de 10 tratamientos y 6,600 plantas por todo el experimento.

**7.3.2.1.1.5 Identificación y rotulado:** Se procedió a la identificación de la parcela, tratamientos y repeticiones con base al diseño a emplear.

### 7.3.2.1.1.6 Croquis de campo:





**II** 7.4 VARIABLES DE RESPUESTA:

**7.4.1 Rendimiento:**

**III** Al momento de la cosecha se procedió a pesar y contar lo recolectado en cada unidad experimental de la investigación, llevando el registro sobre lo cosechado por tratamiento. El peso en gramos obtenido de cada unidad experimental se transformó en  $\text{kg ha}^{-1}$ .

**IV** Según CIAT (5), la adaptación vegetativa, adaptación reproductiva y reacción a enfermedades se evalúan de la siguiente manera:

**7.4.2 Adaptación vegetativa:**

La evaluación se realizó sobre la base del vigor de las plantas en la etapa R5, cuando al 50 % de las plantas les apareció el primer botón o primer racimo floral, la calificación se realizó por unidad experimental en forma visual. Para calificar la adaptación vegetativa se utilizó la siguiente escala:

- 1. Excelente
- 3. Buena
- 5. Intermedia
- 7. Pobre
- 9. Muy pobre

**7.4.3 Adaptación reproductiva:**

La evaluación se realizó sobre la base del rendimiento de las plantas y sus componentes en la etapa R9, cuando ocurre la madurez fisiológica, es decir ya está lista para su cosecha, se realizó la calificación por unidad experimental en forma visual. Para calificar la adaptación reproductiva se utilizó la siguiente escala:

- 1. Excelente
- 3. Buena
- 5. Intermedia
- 7. Pobre
- 9. Muy pobre

**7.4.4 Días a floración:**

Se anotaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron por lo menos una flor. (Ver boleta anexo)

#### **7.4.5 Tolerancia enfermedades:**

El dato se tomó en la etapa R6 del fríjol, con incidencia y/o severidad intermedia-alta, las observaciones fueron expresadas en porcentaje (%) que estaba afectando la parcela. Se evaluó la enfermedad: Roya (*Uromyces appendiculatus*).

La clasificación de grado de tolerancia se hizo de acuerdo a la escala sugerida por CIAT, siendo de la siguiente manera:

- 1. Altamente resistente:** Ausencia, a simple vista, de enfermedad.
- 2. Resistente:** Cuando hay presencia en la mayoría de las plantas y la enfermedad cubre aproximadamente el 2% del área foliar.
- 3. Intermedia:** Cuando hay presencia, en todas las plantas de la enfermedad y cubre aproximadamente el 5% del área foliar.
- 4. Susceptible:** Presencia de la enfermedad cubriendo aproximadamente el 10% del área foliar.
- 5. Altamente susceptible:** Presencia de la enfermedad que cubre más del 25% del tejido foliar y causan defoliación prematura.

#### **7.4.6 Componentes del rendimiento:**

##### **7.4.6.1. Biomasa:**

Esta variable se realizó al momento de la cosecha y tenía como fin determinar la biomasa total de las plantas de todas las repeticiones para correlacionarlas con el rendimiento total de las mismas. Esta variable se midió a través del peso total seco de todas las plantas incluyendo vainas y raíces. (CIAT 1987)

##### **7.4.6.2 Altura de planta:**

La altura se define como la distancia que existe entre el nivel de la superficie del suelo con respecto al punto más alto de la planta (meristemo apical). Se realizó cuando el cultivo alcanza su madurez fisiológica, cuando las vainas empezaron a cambiar su color. Medir esta variable tenía como fin determinar si la altura de las plantas puede afectar el rendimiento en grano. (CIAT 1987)

##### **7.4.6.3 Número de vainas por planta:**

Se define como la cantidad de frutos (vainas) producidos en una planta. Se contaron todas las vainas por unidad experimental en las cuatro repeticiones. (CIAT 1987).



$$\text{Vainas por planta} = \frac{\text{Total de vainas}}{\text{Total de plantas}}$$

#### **7.4.6.4 Número de granos por vaina:**

CIAT define el número de granos por vaina como la cantidad de semilla que tiene una vaina cuando esta alcanza su tamaño máximo.

Esta variable se analizó contando el número total de granos de cada unidad experimental en las cuatro repeticiones (CIAT 1987).

$$\text{Granos por vaina} = \frac{\text{Total de granos o semillas}}{\text{Total de vainas}}$$

#### **7.4.6.5 Peso de 100 granos:**

El tamaño de los granos se expresa como el peso en gramos de 100 granos escogidos al azar.

Pequeño: < de 25 grs.

Mediano: 25 a 40 grs.

Grande: > de 40 grs.

Se pesaron 100 granos al azar por tratamiento cuando el grano tenía una humedad entre 12 – 14 %.

### **7.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:**

#### **7.5.1 Recopilación de datos:**

Para la recopilación de la información de campo de los distintos muestreos se llevaron a cabo en una libreta de campo y luego promediaron y analizaron en la fase de gabinete.

#### **7.5.2 Tabulación de Datos:**

Toda la información obtenida se analizó por medio del uso de hoja electrónica del programa Excel, al tener analizada toda la información se elaboraron graficas de las variables.

**7.5.3 Análisis estadístico:** Se realizó el análisis estadístico de varianza (ANDEVA), con pruebas de Tuckey al 0.01 y 0.05 de nivel de significancia para las variables de estudio, análisis de correlación, para obtener los resultados de la investigación.

**7.5.4 Preparación de informe:** posteriormente a la tabulación, análisis e interpretación de la información se elaboró el informe final.

## 7.6 PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN:

**Cuadro 3: Costos de la investigación de las dos localidades, de la Investigación de 10 genotipos de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	C. UNITARIO	C. TOTAL
<b>Insumos</b>				
• Semilla de frijol	Libras	20	Q 25.00	Q 500.00
• Fertilizante 20-20-0	Quintal	1	Q 230.00	Q 230.00
• Bolsas de papel	Ciento	1	Q 8.00	Q 8.00
<b>Mano de Obra</b>				
• Limpieza del área	Jornal	2	Q 65.00	Q 130.00
• Preparación de suelos	Jornal	4	Q 65.00	Q 260.00
• Trazo del diseño	Jornal	1	Q 65.00	Q 65.00
• Siembra	Jornal	6	Q 65.00	Q 390.00
• Primera fertilización	Jornal	2	Q 65.00	Q 130.00
• Control de malezas	Jornal	4	Q 65.00	Q 260.00
• Control de plagas	Jornal	2	Q 65.00	Q 130.00
• Cosecha	Jornal	6	Q 65.00	Q 390.00
• Postcosecha	Jornal	6	Q 65.00	Q 390.00
• Transporte				Q 500.00
• Gastos indirectos (Imprevistos)				Q 550.00
• Gastos de monitoreo y supervisión				Q 1800.00
• Impresión de documentos				Q 500.00
<b>TOTAL</b>				<b>Q 5733.00</b>

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**8.1 Localidad 1. Unidad de investigación estación experimental “Labor Ovalle” Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Municipio de Olintepeque, departamento de Quetzaltenango.**

### 8.1.1 Rendimiento total de grano $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

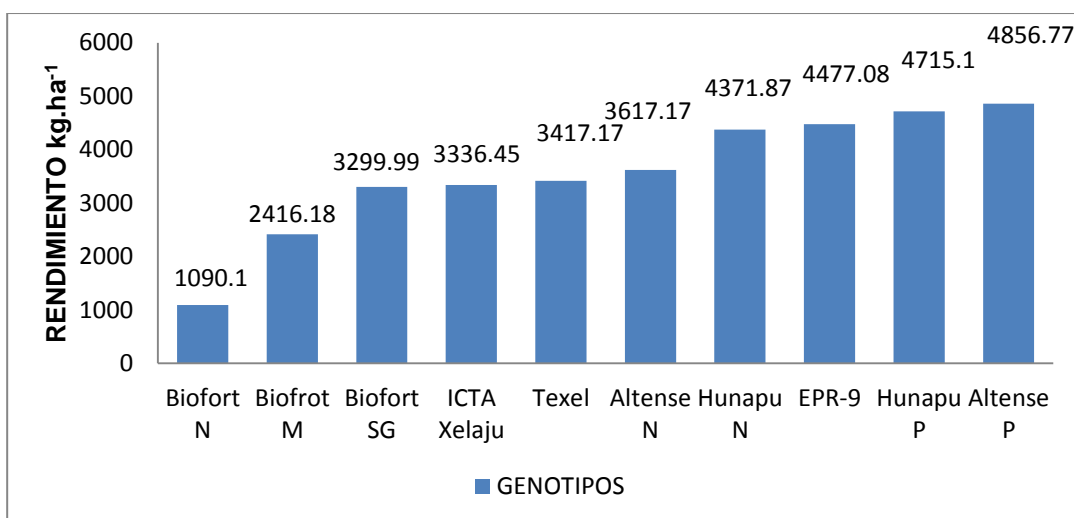
El análisis de varianza realizado demuestra que existió diferencia significativa para los genotipos evaluados. El genotipo Altense precoz con una media de  $4,856 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  reporto en mejor rendimiento de grano.

**CUADRO 04: Prueba de medias, rendimiento en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>6</sub> = Altense precoz	4856.77	A
T <sub>4</sub> = Hunapú precoz	4715.10	A
T <sub>9</sub> = EPR-9	4477.08	AB
T <sub>5</sub> = Hunapú normal	4371.87	AB
T <sub>7</sub> = Altense normal	3617.17	ABC
T <sub>8</sub> = Texel	3417.17	BC
T <sub>3</sub> = ICTA Xelajú	3336.45	BC
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	3299.99	BC
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	2416.18	C
T <sub>2</sub> = Biofort normal	1090.10	D

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango  
Tukey: 1295.05 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 08: Rendimiento total de grano  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$**



Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

### 8.1.2 Días a floración, adaptación vegetativa, adaptación reproductiva, tolerancia a enfermedades

Los genotipos Altense precoz, Texel y EPR-9, presentaron excelente adaptación vegetativa en el campo. El genotipo Biofort normal fue el que presentó una adaptación vegetativa intermedia.

El genotipo Hunapu precoz, presentó una excelente adaptación reproductiva en el campo. El genotipo Biofort normal presentó muy pobre adaptación reproductiva.

Los genotipos Hunapu precoz y Altense precoz, fueron los que presentaron el menor tiempo en el apareamiento de botones florales. El genotipo Altense normal fue el más tardío en el apareamiento de los botones florales.

El genotipo Texel presentó susceptibilidad a la enfermedad de roya. El resto de materiales presentaron susceptibilidad intermedia.

**Cuadro 05: Días a floración, adaptación vegetativa, adaptación reproductiva, tolerancia a enfermedades**

<b>Genotipos</b>	<b>Adaptación vegetativa:</b>	<b>Adaptación reproductiva:</b>	<b>Días a floración:</b>	<b>Tolerancia a enfermedades:</b>
T1=Biofort mejorado	Buena	Pobre	45	Intermedia
T2= Biofort normal	Intermedia	Muy pobre	45	Intermedia
T3= ICTA Xelaju	Buena	Intermedia	45	Intermedia
T4= Hunapu precoz	Buena	Excelente	29-30	Intermedia
T5=Hunapu normal	Buena	Buena	50	Intermedia
T6= Altense precoz	Excelente	Buena	35	Intermedia
T7= Altense normal	Buena	Intermedia	50-53	Intermedia
T8= Texel	Excelente	Buena	43	Susceptible
T9= EPR-9	Excelente	Buena	50	Intermedia
T10= Biofort SJ	Buena	Buena	45	Intermedia

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango.

### 8.1.1.1 Componentes del rendimiento:

#### 8.1.1.1.1 Biomasa:

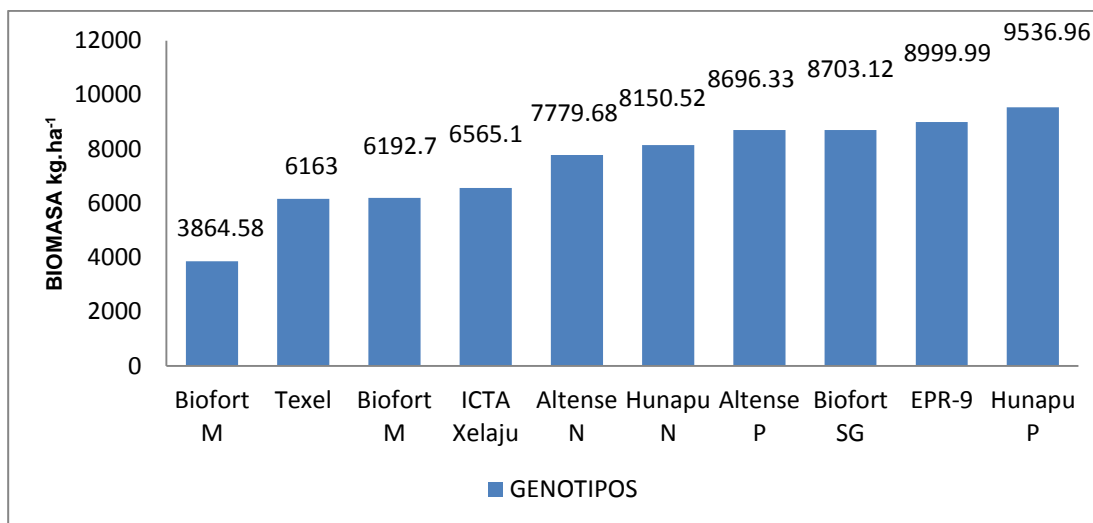
El análisis de varianza realizado demuestra que existió diferencia significativa para los genotipos evaluados. Donde el genotipo Hunapú precoz con una media de 9,536 kg.ha<sup>-1</sup>, supero a los demás genotipos en cuanto a cantidad de biomasa.

**CUADRO 06: Prueba de medias, biomasa total del cultivo kg.ha<sup>-1</sup>**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>4</sub> = Hunapú precoz	9536.96	A
T <sub>9</sub> = EPR-9	8999.99	AB
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	8703.12	AB
T <sub>6</sub> = Altense precoz	8696.33	AB
T <sub>5</sub> = Hunapú normal	8150.52	AB
T <sub>7</sub> = Altense normal	7779.68	AB
T <sub>3</sub> = ICTA Xelajú	6565.10	ABC
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	6192.70	BC
T <sub>8</sub> = Texel	6163.00	BC
T <sub>2</sub> = Biofort normal	3864.58	C

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango  
 Tukey: 3073.29 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 09: Biomasa total kg.ha<sup>-1</sup>**



Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

### 8.1.1.1.2 Altura de planta:

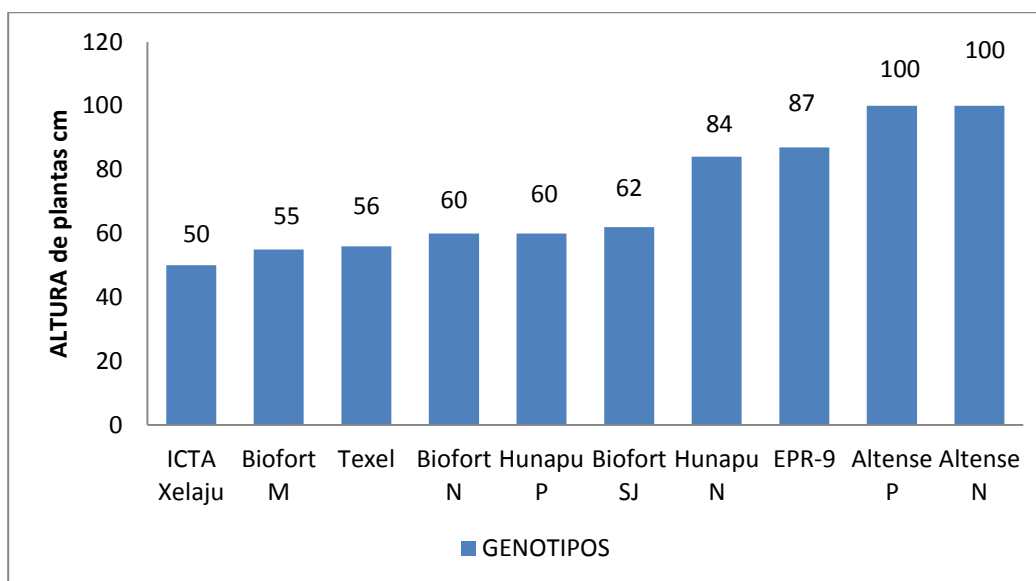
La comparación de medias refleja la diferencia que existe entre genotipos. El genotipo Altense normal y Altense precoz, presentaron una media de 100 cm de altura de planta, por su hábito de crecimiento indeterminado arbustivo.

**CUADRO 07: Prueba de medias, altura de plantas en cm**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>7</sub> = Altense normal	100	A
T <sub>6</sub> = Altense precoz	100	A
T <sub>9</sub> = EPR-9	87	AB
T <sub>5</sub> = Hunapú normal	84	ABC
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	62	BCD
T <sub>4</sub> = Hunapú precoz	60	CD
T <sub>2</sub> = Biofort normal	60	CD
T <sub>8</sub> = Texel	56	D
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	55	D
T <sub>3</sub> = ICTA Xelajú	50	D

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango  
 Tukey: 0.2556 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 10: Altura de plantas en cm**



Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

### 8.1.1.1.3 Numero de vainas por 21 plantas:

La comparación de medias refleja la diferencia que existe entre genotipos. El genotipo Biofort San Jerónimo, presento una media de 527 vainas por 21 plantas. Los genotipos EPR-9 y Biofort mejorado presentaron una media de 450 y 447 vainas por 21 plantas.

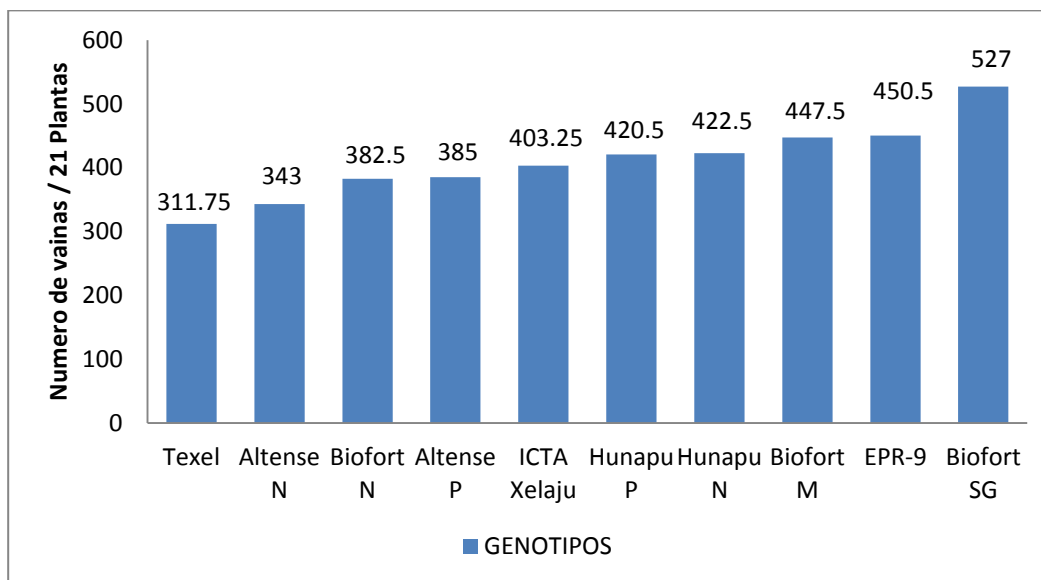
**CUADRO 08: Prueba de medias, numero de vainas por 21 plantas**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	527.00	A
T <sub>9</sub> = EPR-9	450.50	AB
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	447.50	AB
T <sub>5</sub> = Hunapú normal	422.50	BC
T <sub>4</sub> = Hunapú precoz	420.50	BC
T <sub>3</sub> = ICTA Xelajú	403.25	BCD
T <sub>6</sub> = Altense precoz	385.00	BCD
T <sub>2</sub> = Biofort normal	382.50	BCD
T <sub>7</sub> = Altense normal	343.00	CD
T <sub>8</sub> = Texel	311.75	D

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

Tukey: 104.19 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 11: Numero de vainas por 21 plantas**



Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

#### 8.1.1.1.4 Numero de granos por vaina:

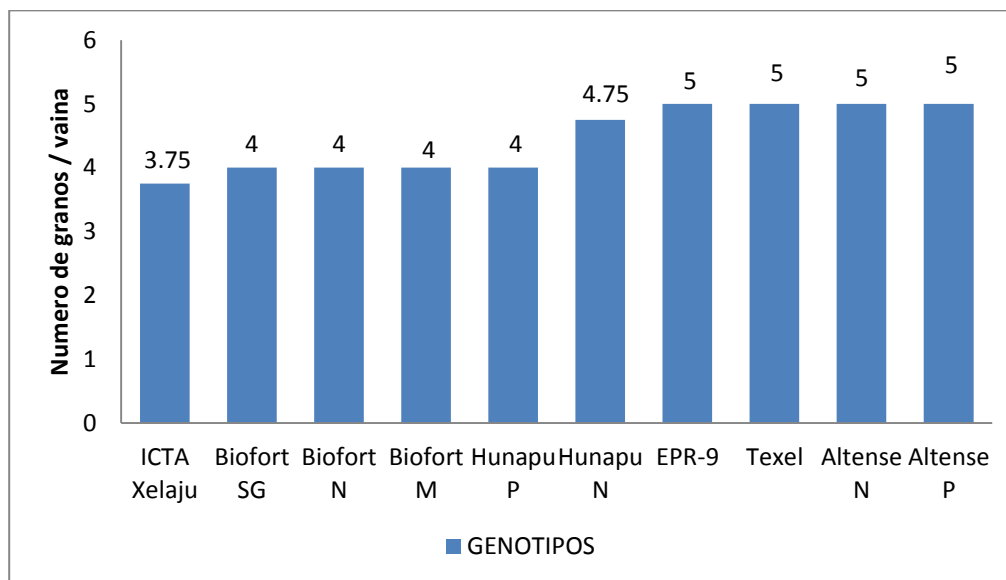
La prueba de medias demuestra que existe diferencia significativa para los tratamientos evaluados. Presentando un grupo una media de 5 granos por vaina y el otro grupo una media de 4 granos por vaina.

**CUADRO 09: Prueba de medias, numero de granos por vaina**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>6</sub> = Altense precoz	5.00	A
T <sub>7</sub> = Altense normal	5.00	A
T <sub>8</sub> = Texel	5.00	A
T <sub>9</sub> = EPR-9	5.00	A
T <sub>5</sub> = Hunapú normal	4.75	A
T <sub>4</sub> = Hunapú precoz	4.00	B
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	4.00	B
T <sub>2</sub> = Biofort normal	4.00	B
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	4.00	B
T <sub>3</sub> = ICTA Xelajú	3.75	B

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango  
 Tukey: 0.55 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 12: Numero de granos por vaina**



Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango



### 8.1.1.1.5 Peso de 100 granos

El análisis de varianza realizado demuestra que existió diferencia significativa para los genotipos evaluados. El genotipo ICTA Xelajú con una media de 23.67 gramos y el genotipo Hunapú precoz con 23.57 gramos, presentaron el mayor peso.

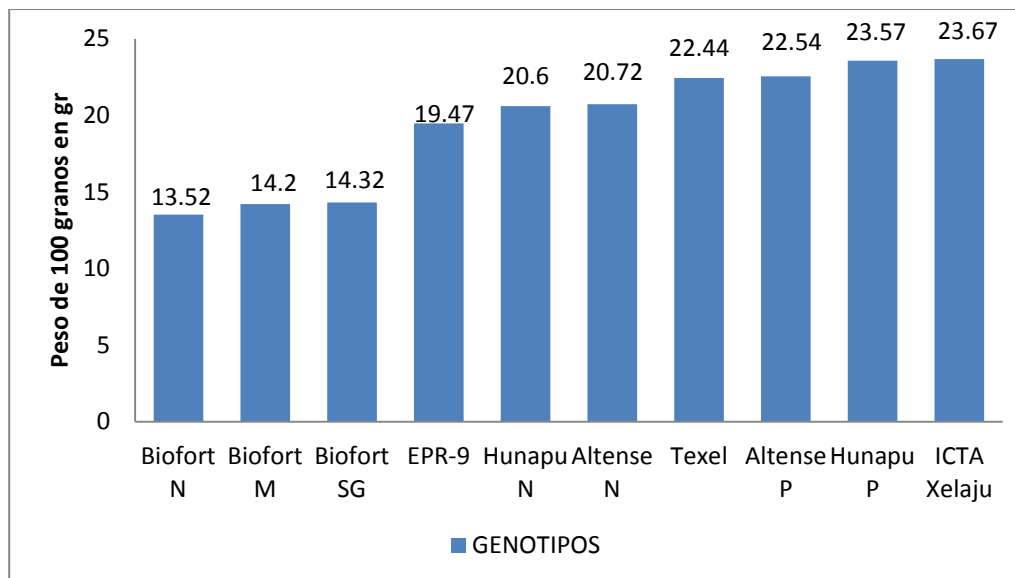
**CUADRO 10: Prueba de medias, peso de 100 granos**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T3 = ICTA Xelajú	23.67	A
T4 = Hunapú precoz	23.57	A
T6 = Altense precoz	22.54	AB
T8 = Texel	22.44	AB
T7 = Altense normal	20.72	BC
T5 = Hunapú normal	20.60	BC
T9 = EPR-9	19.47	C
T10 = Biofort San Jerónimo	14.32	D
T1 = Biofort mejorado	14.20	D
T2 = Biofort normal	13.52	D

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

Tukey: 2.3570 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 13: Peso de 100 granos en gr**

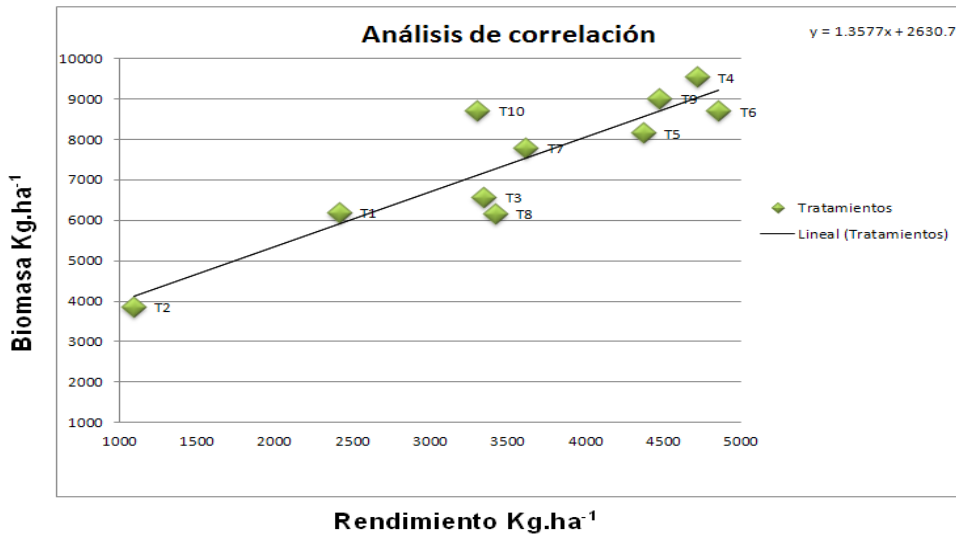


Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

### 8.1.1.1.6 Análisis de correlación de variable biomasa y el rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de grano.

En lo que respecta a la relación entre la cantidad de biomasa  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y el rendimiento en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , se encontró que los tratamientos Hunapu precoz, Altense precoz y EPR-9, tienen correlación.

**Figura 14: Correlación de la variable biomasa con rendimiento de grano  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$**

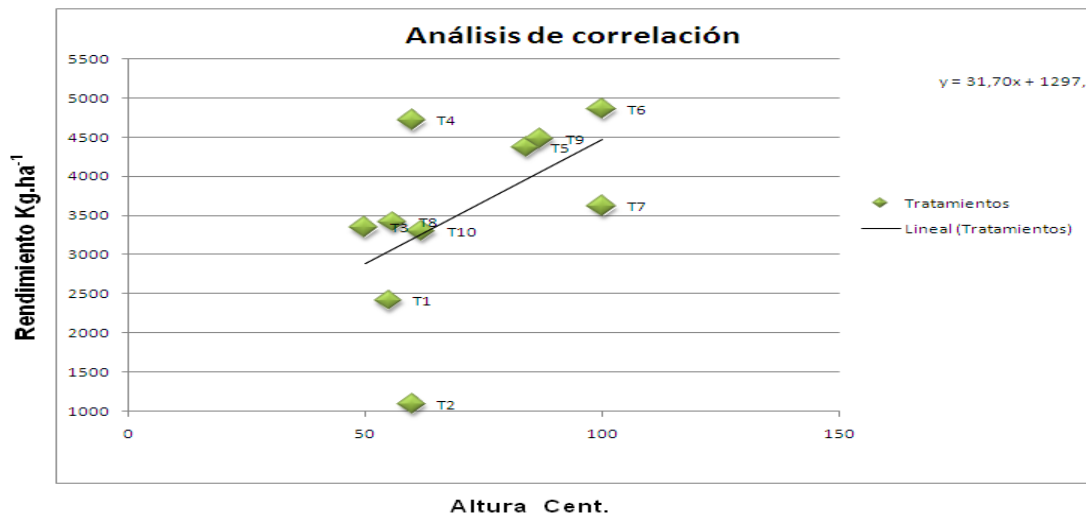


Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

### 8.1.1.1.7 Análisis de correlación de variable altura de plantas y rendimiento total de grano $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

En lo que respecta a la relación entre altura de planta y rendimiento de grano en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , los tratamientos ERPR-9 y Hunapu precoz, tienen correlación.

**Figura 15: Correlación de variable rendimiento de grano  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y altura de plantas.**



Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango.

**8.2 Localidad 2. Aldea San Isidro Chamac, Municipio de San Pedro Sacatepéquez, Departamento de San Marcos.**

**8.2.1 Rendimiento total de grano kg.ha<sup>-1</sup>**

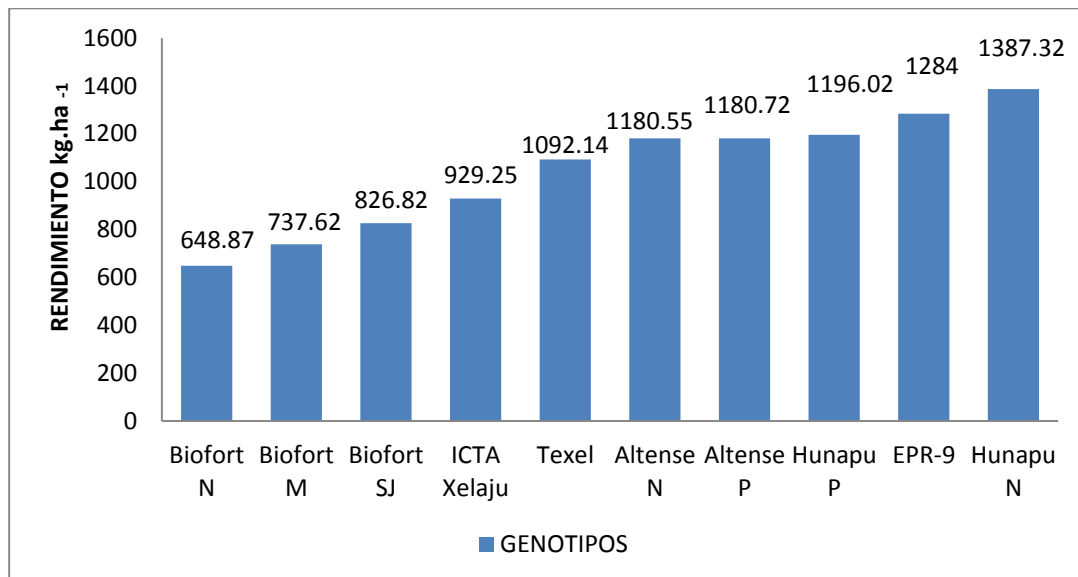
El análisis de varianza realizado demuestra que existió diferencia significativa para los genotipos evaluados. El genotipo Hunapu normal con una media de 1387 kg.ha<sup>-1</sup>, reporto el mejor rendimiento de grano.

**CUADRO 11: Prueba de medias, rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>5</sub> = ICTA Hunapu normal	1387.32	A
T <sub>9</sub> = EPR-9	1284.00	A
T <sub>4</sub> = ICTA Hunapu precoz	1196.02	AB
T <sub>6</sub> = ICTA Altense precoz	1180.72	AB
T <sub>7</sub> = ICTA Altense normal	1180.55	AB
T <sub>8</sub> = Texel	1092.14	ABC
T <sub>3</sub> = ICTA Xelaju	929.25	BCD
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	826.82	CD
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	737.62	D
T <sub>2</sub> = Biofort normal	648.87	D

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos  
 Tukey: 303.38 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 16: Rendimiento total de grano kg. Ha<sup>-1</sup>**



Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

## 8.2.2 Días a floración, Adaptación vegetativa, Adaptación reproductiva, Tolerancia a enfermedades

El genotipo EPR-9, presento excelente adaptación vegetativa en el campo. Los genotipos Hunapu precoz, Hunapu normal, Altense precoz, Altense normal y Texel buena adaptación vegetativa. Los genotipos Biofort mejorado, Biofort normal, ICTA Xelaju y Biofort San Jerónimo pobre adaptación.

Los genotipos Hunapu precoz, Hunapu normal, Altense precoz, Altense normal y EPR-9, buena adaptación reproductiva en el campo. Los materiales Biofort mejorado, Biofort normal y Biofort San Jerónimo muy pobre adaptación reproductiva.

El genotipo Hunapu precoz fue el que presentaron el menor tiempo en el apareamiento de botones florales. El genotipo Altense normal fue el más tardío en el apareamiento de los botones florales.

El genotipo Texel presento susceptibilidad a la enfermedad de roya. El resto de materiales presentaron susceptibilidad intermedia.

**Cuadro 12: Días a floración, adaptación vegetativa, adaptación reproductiva, tolerancia a enfermedades**

<b>Genotipos</b>	<b>Adaptación vegetativa:</b>	<b>Adaptación reproductiva:</b>	<b>Días a floración:</b>	<b>Tolerancia a enfermedades:</b>
T1= Biofort mejorado	Intermedia	Muy pobre	45	Intermedia
T2= Biofort normal	Intermedia	Muy pobre	45	Intermedia
T3= ICTA Xelaju	Intermedia	Intermedia	45	Intermedia
T4= Hunapu precoz	Buena	Buena	29-30	Intermedia
T5= Hunapu normal	Buena	Buena	50	Intermedia
T6= Altense precoz	Buena	Buena	35	Intermedia
T7= Altense normal	Buena	Buena	50-53	Intermedia
T8= Texel	Buena	Buena	43	Susceptible
T9= EPR-9	Excelente	Buena	50	Intermedia
T10= Biofort SJ	Intermedia	Muy pobre	45	Intermedia

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos.

### 8.2.1.1 Componentes del rendimiento:

#### 8.2.1.1.1 Biomasa:

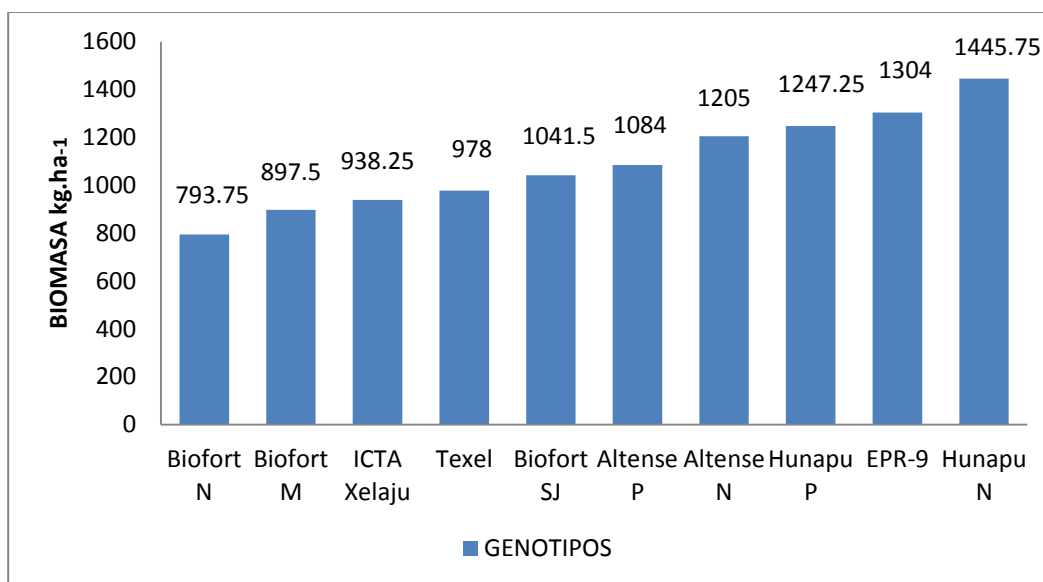
El análisis de varianza realizado demuestra que existió diferencia significativa para los genotipos evaluados. Donde el genotipo Hunapu normal con una media de 1445 kg.ha<sup>-1</sup>, supero a los demás genotipos en cuanto a cantidad de biomasa.

**CUADRO 13: Prueba de medias, biomasa del cultivo kg.ha<sup>-1</sup>**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>5</sub> = Hunapu normal	1445.75	A
T <sub>9</sub> = EPR - 9	1304.00	AB
T <sub>4</sub> = Hunapu precoz	1247.25	ABC
T <sub>7</sub> = Altense normal	1205.00	ABC
T <sub>6</sub> = Altense precoz	1084.00	ABCD
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	1041.50	BCD
T <sub>8</sub> = Texel	978.00	BCD
T <sub>3</sub> = ICTA Xelaju	938.25	BCD
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	897.50	CD
T <sub>2</sub> = Biofort normal	793.75	D

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos.  
Tukey: 367.37 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 17: Biomasa total kg.ha<sup>-1</sup>**



Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

### 8.2.1.1.2 Altura de planta:

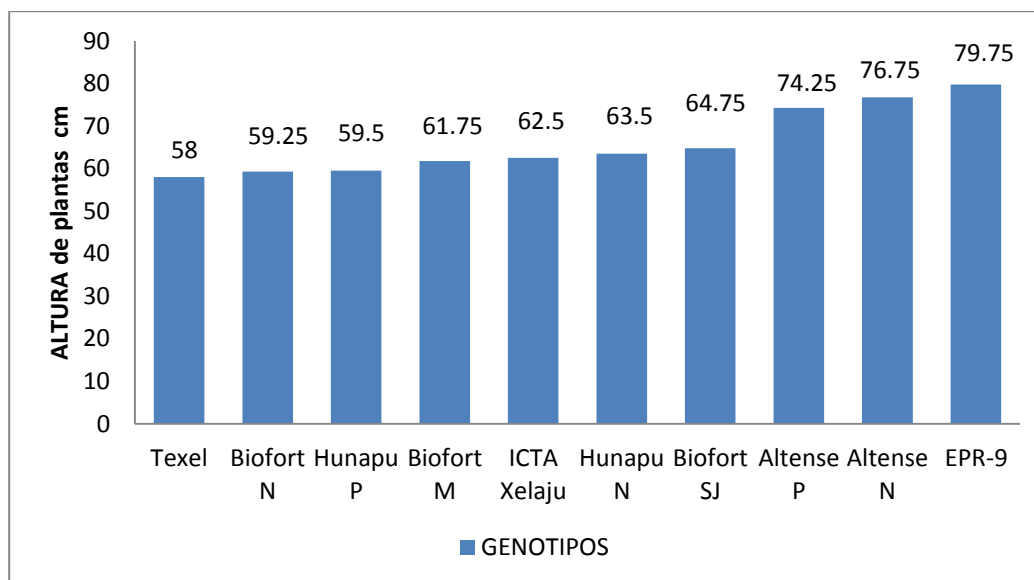
La comparación de medias refleja la diferencia que existe entre genotipos. El genotipo EPR-9 con una media de 79.75 cm, Altense normal con una media de 76.75 y Altense precoz con 74.25 cm de altura, superan estadísticamente a los demás genotipos evaluados.

**CUADRO 14: Prueba de medias, altura de planta en cm**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>9</sub> = EPR-9	79.75	A
T <sub>7</sub> = Altense normal	76.75	A
T <sub>6</sub> = Altense precoz	74.25	A
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	64.75	B
T <sub>5</sub> = Hunapu normal	63.50	B
T <sub>3</sub> = ICTA Xelaju	62.50	B
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	61.75	B
T <sub>4</sub> = Hunapu precoz	59.50	B
T <sub>2</sub> = Biofort normal	59.25	B
T <sub>8</sub> = Texel	58.00	B

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos  
 Tukey = 7.1288 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 18: Altura de plantas en cm**



Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

### 8.2.1.1.3 Numero de vainas por 21 plantas:

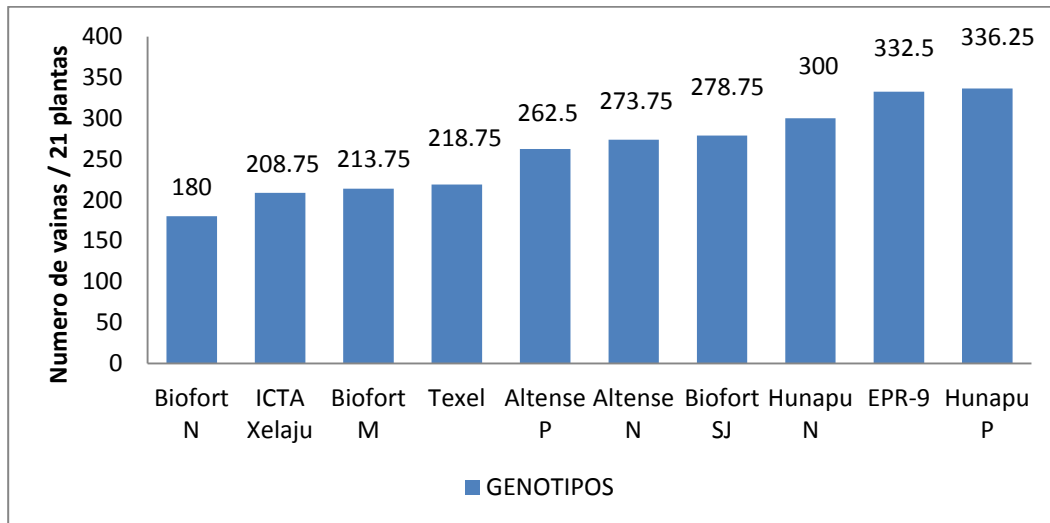
La comparación de medias refleja la diferencia que existe entre genotipos. El genotipo Hunapu precoz, presento una media de 336 vainas, el genotipo EPR-9, presento una media de 332 vainas y el genotipo Hunapu normal, una media de 300 vainas por 21 plantas.

**CUADRO 15: Prueba de medias, numero de vainas por 21 plantas**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>4</sub> = Hunapu precoz	336.25	A
T <sub>9</sub> = EPR – 9	332.50	A
T <sub>5</sub> = Hunapu normal	300.00	A
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	278.75	AB
T <sub>7</sub> = Altense normal	273.75	AB
T <sub>6</sub> = ICTA Altense precoz	262.50	AB
T <sub>8</sub> = Texel	218.75	BC
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	213.75	BC
T <sub>3</sub> = ICTA Xelaju	208.75	BC
T <sub>2</sub> = Biofort normal	180.00	C

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos.  
Tukey = 73.83 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 19: Numero de vainas por 21 plantas**



Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

**8.2.1.1.4 Número de granos por vaina:** El análisis de varianza, demuestra que no existe diferencia significativa para los tratamientos.

**8.2.1.1.5 Peso de 100 granos**

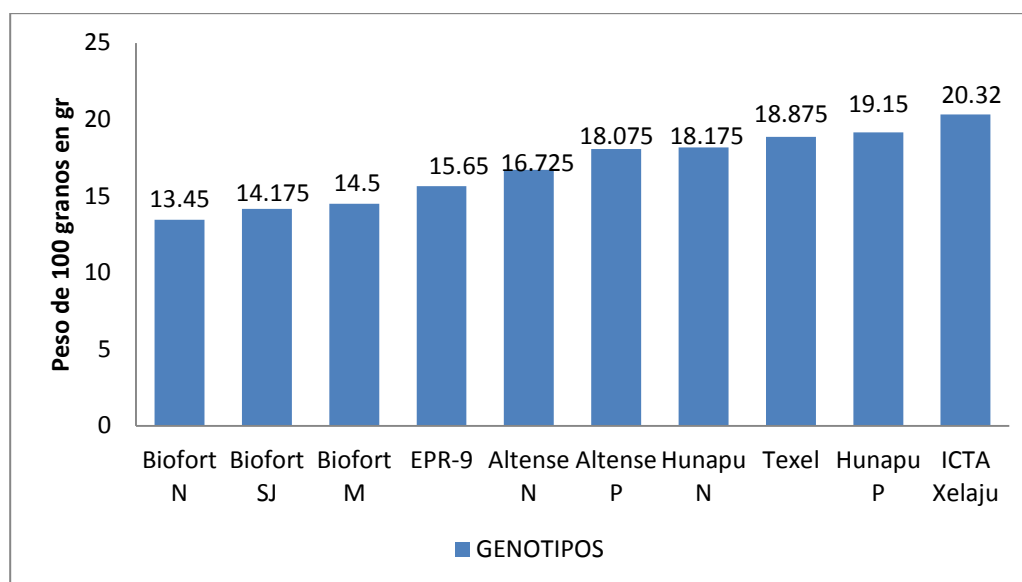
El análisis de varianza realizado demuestra que existió diferencia significativa para los genotipos evaluados. Donde el genotipo ICTA Xelajú con una media de 20.32 gramos presento el mayor peso.

**CUADRO 16: Prueba de medias, peso de 100 granos en gr**

GENOTIPOS	Media	Tukey 0.05%
T <sub>3</sub> = ICTA Xelaju	20.32	A
T <sub>4</sub> = Hunapu precoz	19.15	B
T <sub>8</sub> = Texel	18.875	BC
T <sub>5</sub> = Hunapu normal	18.175	C
T <sub>6</sub> = Altense precoz	18.075	C
T <sub>7</sub> = Altense normal	16.725	D
T <sub>9</sub> = EPR-9	15.65	E
T <sub>1</sub> = Biofort mejorado	14.50	F
T <sub>10</sub> = Biofort San Jerónimo	14.175	FG
T <sub>2</sub> = Biofort normal	13.45	G

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos  
 Tukey = 0.895 valores de tabla (0.05) = 2.25

**Figura 20: Peso de 100 granos en gr**



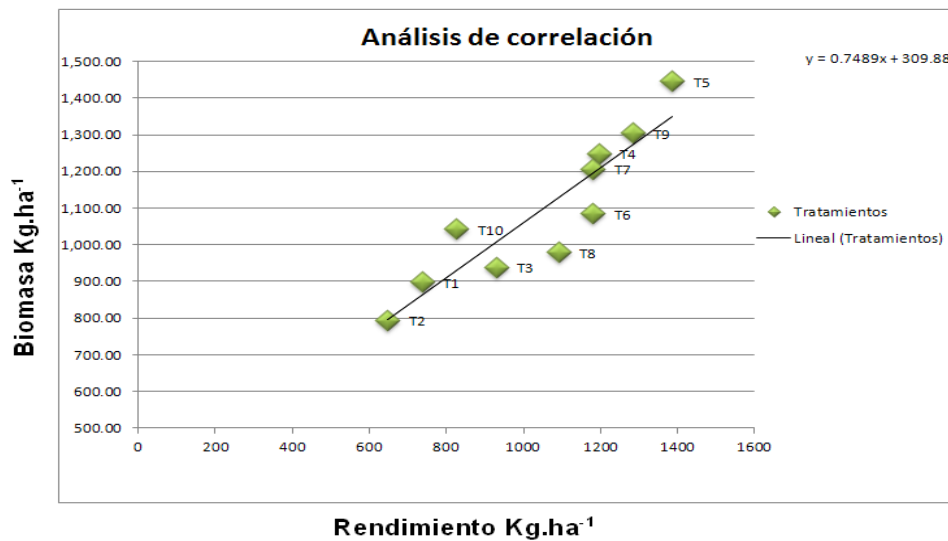
Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos



### 8.2.1.1.6 Análisis de correlación de variable biomasa y el rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de grano.

En lo que respecta a la relación entre la cantidad de biomasa  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y el rendimiento en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , se encontró que los tratamientos Hunapu precoz, Altense normal y EPR-9, tienen correlación.

**Figura 21: Correlación de la variable biomasa con rendimiento de grano  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$**

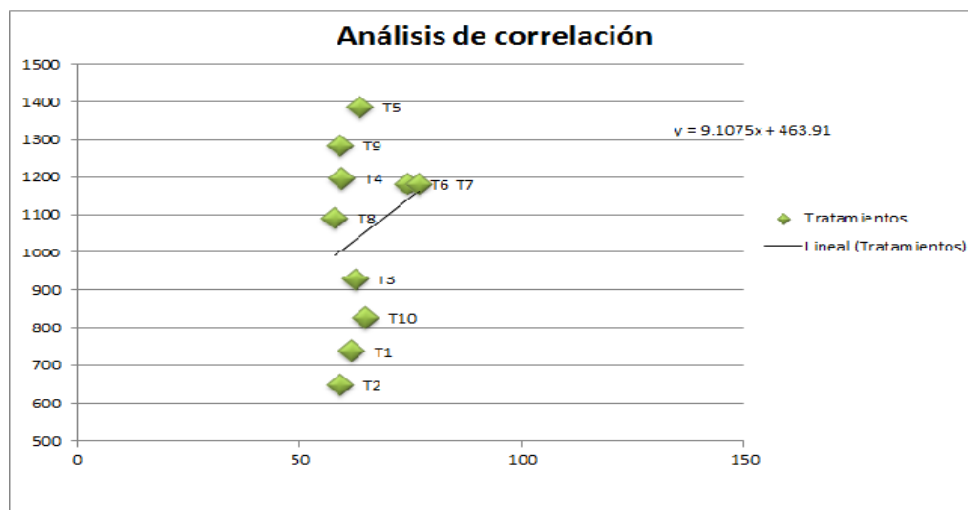


Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

### 8.2.1.1.7 Análisis de correlación de variable altura de plantas y rendimiento total de grano $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

En lo que respecta a la relación entre altura de planta y rendimiento de grano en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , los tratamientos Altense normal y Altense precoz, tienen correlación.

**Figura 22: Correlación de variable rendimiento de grano  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y altura de plantas.**



Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

### IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

No.	ACTIVIDAD	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Identificación del problema																												
2	Consultas bibliográficas																												
3	Elaboración del plan de investigación																												
4	Preparación y clasificación de la semilla																												
5	Preparación del suelo																												
6	Trazo y estaquillado del diseño																												
7	Siembra																												
8	Riego																												
9	Control de malezas																												
10	Fertilización																												
11	Control fitosanitario																												
12	Cosecha en grano																												
13	Recopilación de datos de campo																												
14	Análisis y discusión de resultados																												
15	Elaboración y presentación del informe final.																												

## X. CONCLUSIONES:

De acuerdo a los resultados se concluyó lo siguiente:

- 1). En Labor Ovalle los mejores rendimientos de grano en  $\text{kg.ha}^{-1}$  lo presentaron el genotipo Altense precoz con una media de  $4,856 \text{ kg.ha}^{-1}$  y Hunapu precoz con  $4,715 \text{ kg.ha}^{-1}$ . En San Isidro Chamac, el genotipo Hunapu normal con una media de  $1,387 \text{ kg.ha}^{-1}$  y el genotipo EPR-9 con una media de  $1,284 \text{ kg.ha}^{-1}$ , por lo que se acepta la hipótesis alternativa 1.
- 2). En Labor Ovalle el genotipo Hunapu precoz, presento la mayor cantidad de biomasa, con una media de  $9,536 \text{ kg.ha}^{-1}$ . En San Isidro Chamac, el genotipo Hunapu normal presento la mayor cantidad de biomasa, con una media de  $1,445 \text{ kg.ha}^{-1}$ .
- 3). Los genotipos Altense normal, Altense precoz y EPR-9, presentaron la mayor altura en cm en las dos localidades.
- 4). El genotipo Biofort San Jerónimo, presento la mayor cantidad de vainas por 21 plantas muestreadas, en la localidad Labor Ovalle, con una media de 527 vainas. En San Isidro Chamac, el genotipo Hunapu precoz, presento una media de 336 vainas, el genotipo EPR-9, presento una media de 332 vainas y el genotipo Hunapu normal una media de 300 vainas por 21 plantas.
- 5). En cuanto a peso en gr de 100 granos, en Labor Ovalle, el genotipo ICTA Xelaju con una media de 23.67 gr y el genotipo Hunapu precoz con 23.57 gr presentaron el mayor peso. En San Isidro Chamac el genotipo ICTA Xelaju presento el mayor peso con una media de 20.32 gr.
- 6). La localidad labor Ovalle fue la que respondió mejor, en términos de rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$  de grano de los genotipos evaluados.
- 7). El genotipo Texel presento mayor susceptibilidad a la enfermedad roya, y los genotipos Hunapu precoz y Altense precoz tolerancia a roya, en las dos localidades.

## **XI. RECOMENDACIONES:**

- 1). Para la producción de grano se recomienda la siembra del genotipo Hunapu precoz, por su alto rendimiento de grano, tolerancia a roya, cantidad de biomasa, habito de crecimiento determinado arbustivo, peso del grano y precocidad.
- 2). Se recomienda también el cultivo de la variedad EPR-9, por su alto rendimiento de grano, arquitectura de la planta, numero de vainas por planta, numero de granos por vaina, tolerancia a roya y peso del grano.
- 3). Realizar otros trabajos de agronomía de cultivo con los genotipos Biofort mejorado, Biofort normal y Biofort San Jerónimo, por su alto contenido de hierro en ppm, en comparación con otros genotipos, nutriente que es deficiente en la alimentación del guatemalteco.
- 4). Divulgar la información generada en esta investigación, a fin de que esté disponible para el uso de los agricultores de la zona de las dos localidades donde se desarrolló el estudio.

## XII. BIBLIOGRAFIA:

1. Alarcón J. Andrino F. 1991. Diferencias urbano-rurales en la ingesta de alimentos de familias pobres de Guatemala. pp. 327-335.
2. Cáceres, L. 2000. Evaluación del rendimiento de tres cultivares de frijol de vara (*Phaseolus vulgaris* L.), establecidos en cuatro densidades de siembra, en la granja docente Zahori, Cuyotenango, Suchitepéquez, Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía
3. Bressani, R., Navarrete, DA, García Soto, A., y Elías, L. 1988. Las prácticas culinarias y las características de consumo de frijol en el nivel de casa rural. pp. 38, 925-934.
4. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CR). 1994. Memorias del seminario taller Centroamericano sobre biología y control de *Phyllophaga* spp.
5. CIAT (Centro de Investigaciones de Agronomía Tropical. Col). 1998. El impacto de la red de investigación en frijol en América Central (en línea) Colombia. Disponible en [www.ciat.cgiar.org/frijol\\_at/Esamerica\\_central .htm](http://www.ciat.cgiar.org/frijol_at/Esamerica_central.htm)
6. DIAGNOSTICO GENERAL. 2004. Aldea San Isidro Chamac, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. 28 pp.
7. Fernández F.; Gepts, P.; López M. 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes del departamento de Quetzaltenango.
8. Gamero H, Arita M, Bulux J, Solomons N. 1996. Patrón dietético e ingesta de nutrientes de niños pre-escolares de tres aldeas rurales del departamento de Santa Rosa, Guatemala. pp. 22-26.
9. Hernández, F; Páez, G. 1971. Relación de la densidad espacial de siembra con la producción de frijol. Reunión anual del programa cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. Memorias panamá, s.e p 64-67
10. Holdridge, L. R. 1959. Zonificación Ecológica de América Central, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
11. INSIVUMEH. Sección de climatología. 2,006. Región San Marcos y Quetzaltenango.
12. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS (ICTA), 2006. Informes de labores del sub programa de frijol de los años 2000 al 2005. Tomado de Internet: <http://WWW.icta.gob.gt/>

13. Instituto Nacional de Estadística. 2004. IV censo nacional agropecuario. Número de fincas censales, superficie cosechada, producción obtenida de cultivos anuales o temporales y viveros. Tomo II. Guatemala, INE, 243- 245p
14. Jones. 1998. Sistema Vegetal. 2 ed. México. Mex. McGraw – Hill. p. 535
15. Mas Guillen F. 2,007. Estudio exploratorio sobre densidades de siembra y el sitio de aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y fosforo en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris*), Variedad ICTA Ligerito en el parcelamiento Cuyuta, Masagua, Escuintla. Tesis Ingeniera Agrónoma, USAC
16. Mérida, J. 1988. Descripción varietal de cinco materiales de frijol en tres localidades del suroriente de Guatemala. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
17. Molina. 1972. Frijol: como aumentar su rendimiento en Guatemala. DIGESA (Dirección General de Servicios Agrícolas, GT). Proyecto de Investigación de frijol en Guatemala. Guatemala. 60 p.
18. Morales, J. 1994. Colecta y Caracterización de 36 cultivares de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.) en el oriente de Guatemala. Tesis Ingeniero Agrónomo Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía.
19. Guía de estudio etapas de desarrollo de la planta de frijol. Cali. Colombia.
20. Organización Panamericana de la Salud (OPS). 1998. La Salud de las Américas. Volumen II.
21. Otzoy R., MR. 1998. El origen del frijol (*Phaseolus* spp.), desde el punto de vista Etnobotánica. Mazatenango, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Sur Occidente. 22p.
22. Poey, D. 1979. Los componentes del rendimiento y su aplicación en la investigación de cultivos. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Boletín Técnico no. 3. 17 p.
23. REYES CASTRO, J. C. 2007. Evaluación de tres variedades y una línea experimental de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con cuatro densidades de siembra, en el Valle de Quetzaltenango 2005, Tesis Ing. Agr. Carrera de Agronomía, Centro Universitario de Occidente, USAC, Quetzaltenango, Guatemala, 55 pp.

24. Sarat, A. 2006. Evaluación agronómica de siete líneas promisorias y tres variedades comerciales de frijol (*Phaseolus vulgaris*), ICTA Labor Ovalle Olinstepeque, Quetzaltenango. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente. 23, 24 p.
25. SEGEPLAN. Encuesta Nacional de Consumo Aparente de Alimentos. Guatemala. 1991.
26. SIMMONS, C. TARANO J. M. y PINTO J. M. 1,959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Editorial José Pineda Ibarra. 1000 pp.
27. Producción Artesanal de semillas de frijol: manual para agricultores. Guatemala. 65 p.
28. Recomendaciones Técnicas Agropecuarias ICTA, Guatemala.

### XIII. ANEXOS

**Cuadro 17: Formulario modelo para la toma de datos en el cultivo de frijol**

Nombre de la variedad \_\_\_\_\_ Repetición \_\_\_\_\_  
 Lugar de la evaluación \_\_\_\_\_ Progenitores \_\_\_\_\_  
 Densidad \_\_\_\_\_ Fecha de siembra \_\_\_\_\_  
 Ciclo de cultivo \_\_\_\_\_ Fertilización \_\_\_\_\_

Caracteres morfológicos	Muestra No.					C.P.	X	Rango	DE	CV
	1	2	-----	19	25					
<b>1. Estado de plántula</b>										
Color predominante del hipocotilo										
Color de nervaduras primarias										
<b>2. Al momento de floración</b>										
2.1. Flor										
Días a antesis										
2.2. Tallo										
Habito de crecimiento										
Longitud del tallo principal										
Numero de nudos										
Acame										
2.3 Hojas										
Longitud										
Anchura										
<b>3. Madurez Fisiológica</b>										
Días a madurez fisiológica										
Color de las vainas										
<b>4. Cosecha</b>										
Días a la cosecha										



Longitud de vainas										
Perfil de la vaina										
Ápice de la vaina										
Numero de vainas por planta										
Numero de semillas por vaina										
Peso de 100 semillas										
Biomasa										
Rendimiento total de grano										
<b>5. Reacción a Roya</b>										

C.P.= Carácter predominante en %. D.E.= Desviación estándar. C.V.= Coeficiente de variación. X = Media aritmética

Figura 23. Mapa: ubicación geográfica de las unidades de investigación

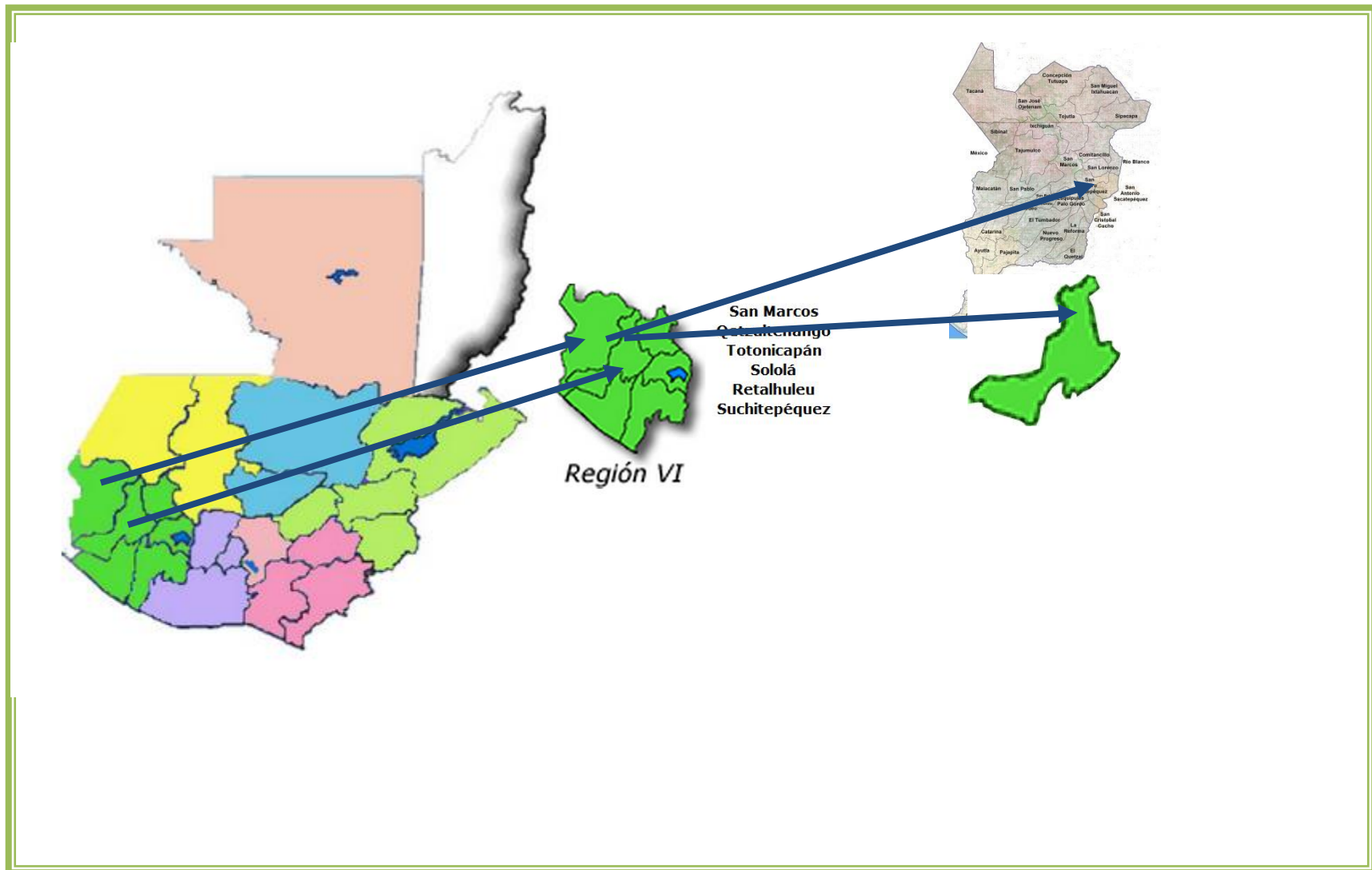


Figura 24. Mapa de zonas de vida de Holdridge, departamento de San Marcos

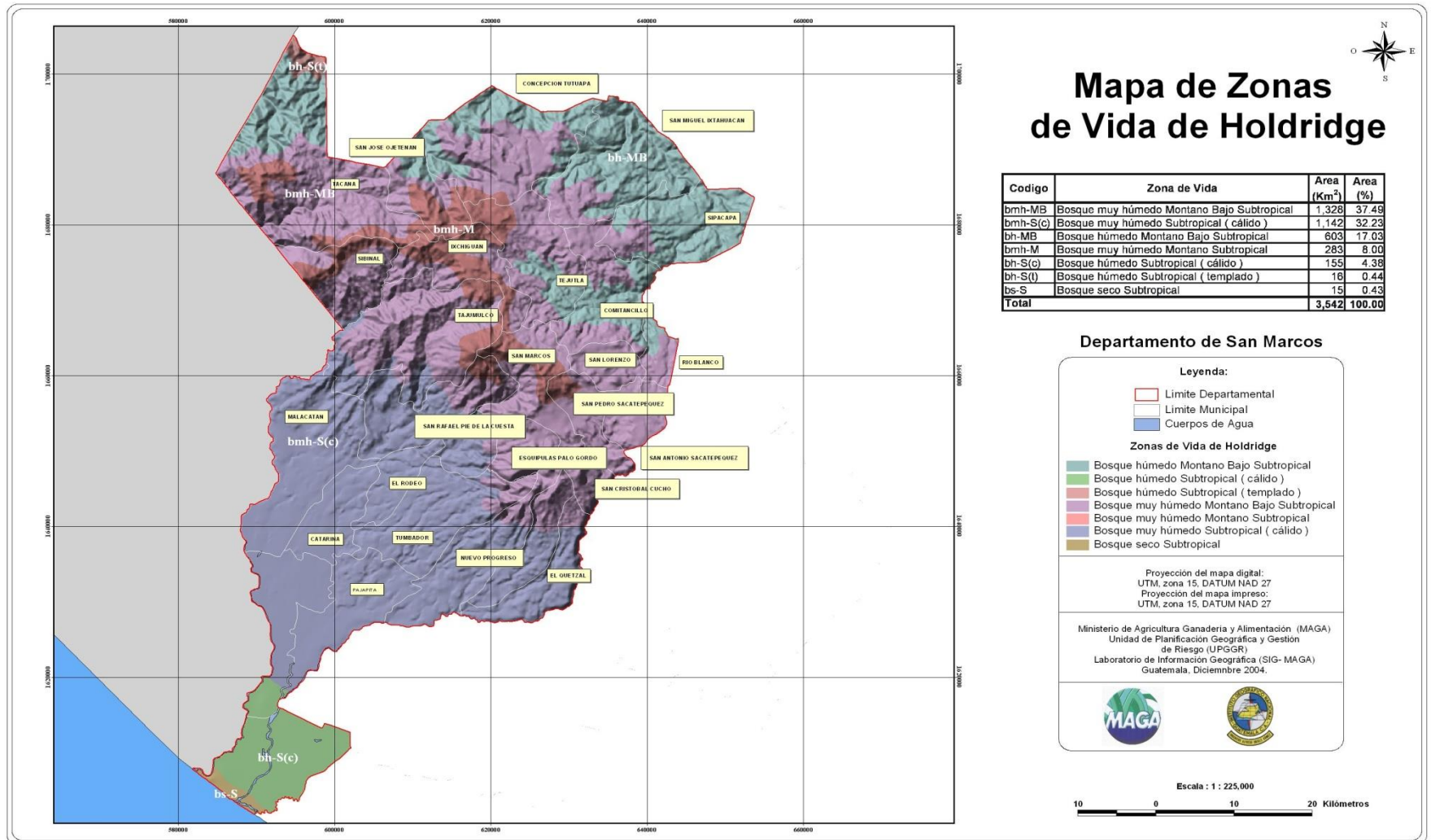


Figura 25. Mapa Serie de suelos, departamento de San Marcos

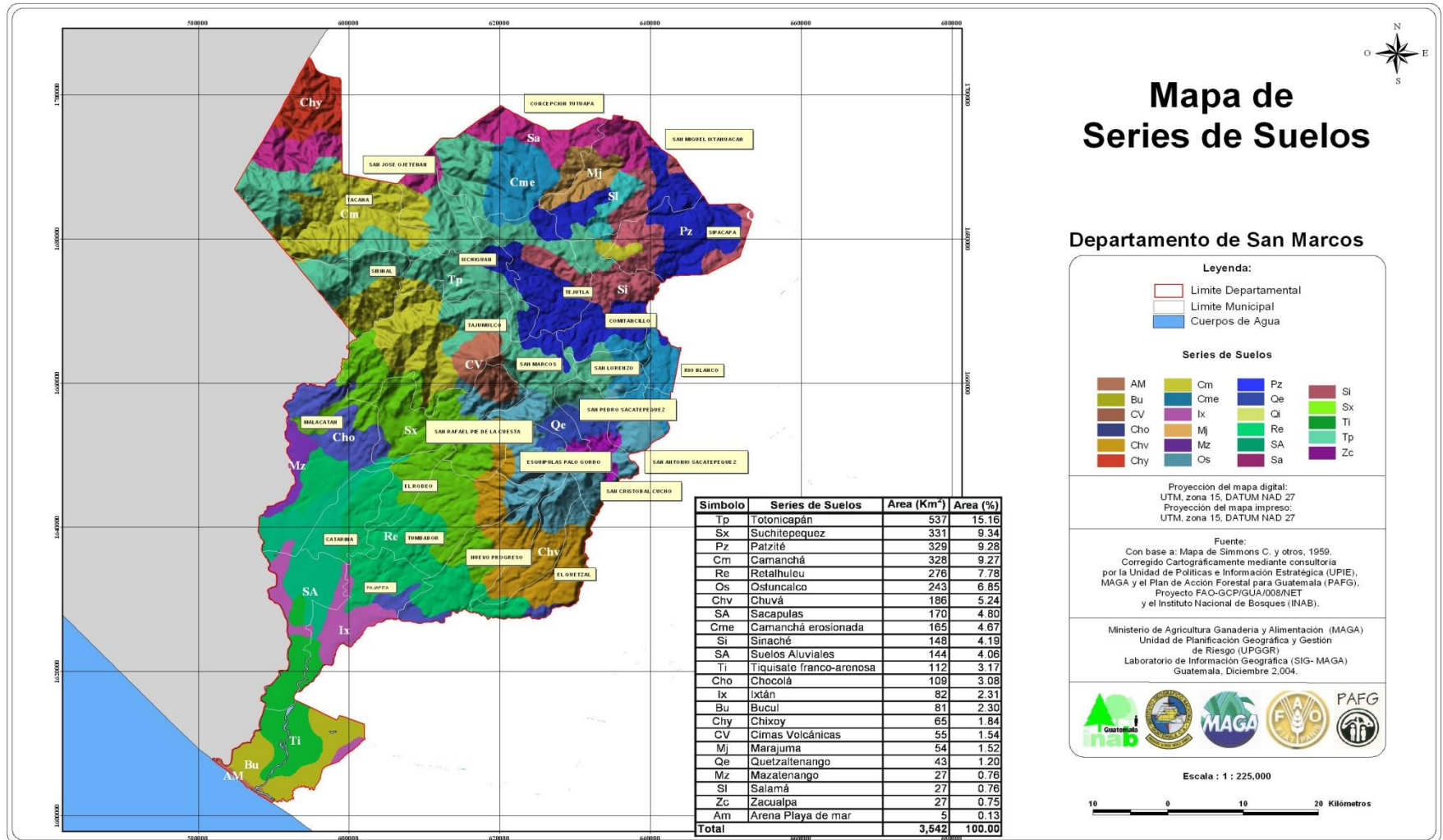
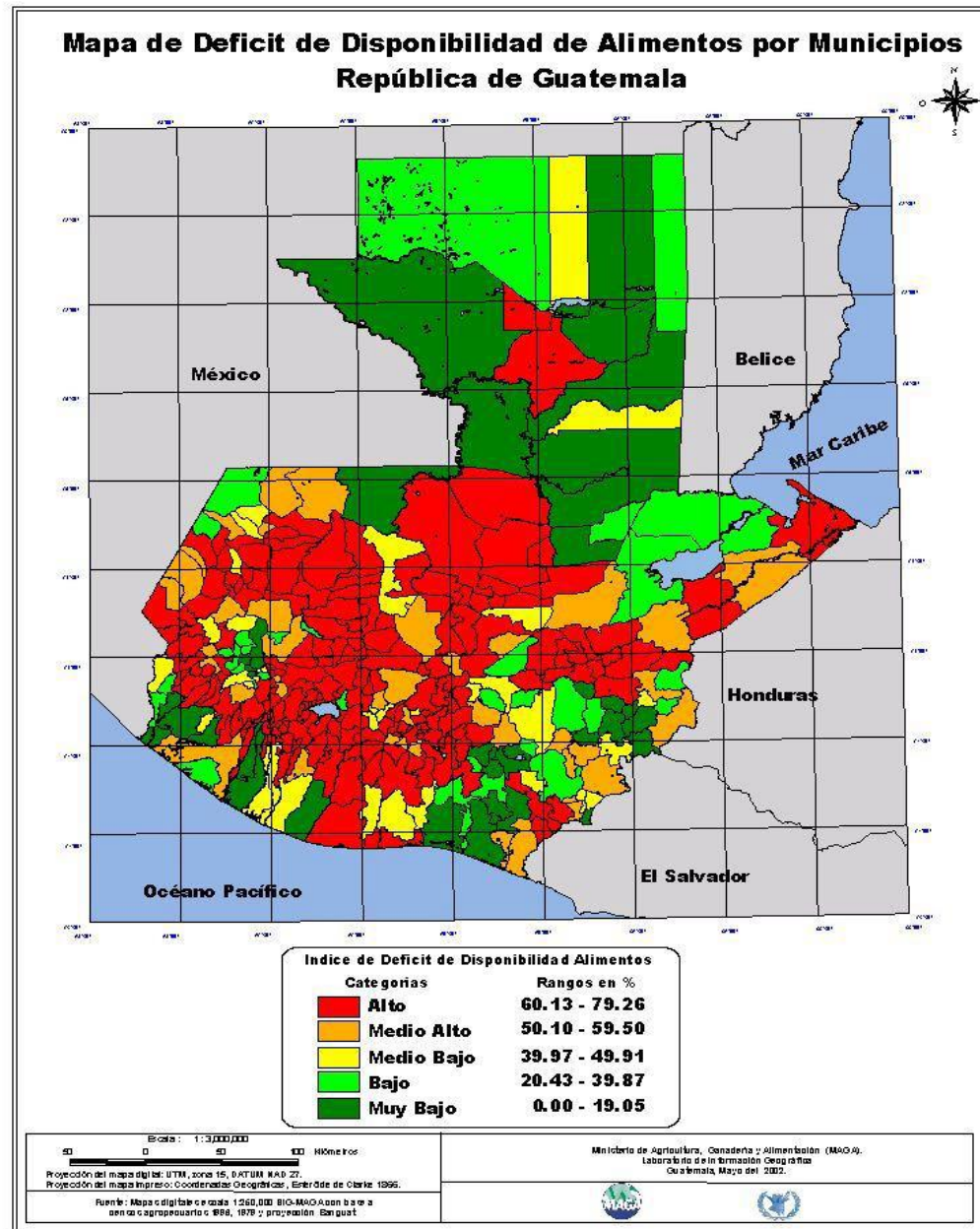


Figura 26. Mapa de déficit de disponibilidad de alimentos por municipio República de Guatemala





**Cuadro 18. Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de frijol negro. Año agrícola 2002/2003.**

Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de FRIJOL NEGRO, por semestre, según departamento. Año agrícola 2002 / 2003. (Superficie en manzanas y producción en quintales)							
Departamento	Total año agrícola 2002 / 2003			Semestre			
	Número de fincas	Superficie cosechada	Producción obtenida	Mayo a octubre de 2002		Noviembre 2002 a abril 2003	
				Superficie cosechada	Producción obtenida	Superficie cosechada	Producción obtenida
<b>Total República</b>	<b>292,881</b>	<b>298,236</b>	<b>2,269,447</b>	<b>137,404</b>	<b>1,068,173</b>	<b>180,832</b>	<b>1,201,274</b>
Guatemala	11,100	13,601	92,063	3,421	23,512	10,180	68,552
El Progreso	6,084	7,674	61,386	2,621	19,248	5,053	42,138
Sacatepéquez	4,688	2,045	17,916	584	5,909	1,460	12,006
Chimaltenango	20,398	11,777	85,971	2,777	22,745	9,000	63,225
Escuintla	1,637	1,297	13,308	615	5,677	682	7,631
Santa Rosa	18,027	17,977	152,536	7,040	56,762	10,937	95,784
Solola	7,937	4,150	16,844	657	5,605	3,293	11,239
Totonicapán	10,359	4,654	17,045	1,734	7,306	2,920	9,738
Quezaltenango	6,961	3,578	11,135	1,445	5,073	2,134	6,062
Suchitepéquez	565	348	2,018	174	1,414	73	605
Retalhuleu	633	425	2,713	273	1,770	152	943
San Marcos	16,582	8,569	34,040	3,037	14,138	5,532	19,902
Huehuetenango	30,533	24,109	92,521	12,054	51,445	12,055	41,077
Quiché	40,087	29,648	114,421	14,391	57,568	15,257	56,853
Baja Verapaz	8,654	10,348	59,499	7,516	43,728	2,831	15,771
Alta Verapaz	24,277	12,267	110,428	7,208	63,263	5,059	47,165
Petén	16,820	50,598	609,785	22,078	267,426	28,520	342,359
Izabal	3,283	4,681	45,170	2,479	23,806	2,202	21,365
Zacapa	4,669	5,974	54,572	2,947	28,896	3,027	25,677
Chiquimula	18,692	25,198	224,120	10,401	92,606	14,797	131,514
Jalapa	14,156	19,061	143,290	10,533	81,195	8,527	62,096
Jutiapa	26,819	40,358	298,665	23,218	179,092	17,140	119,574

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, FAO y CEPAL

**Cuadro 19. Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de frijol negro sembrado en monocultivo. Año agrícola 2002/2003.**

Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida en grano de FRIJOL NEGRO SEMBRADO EN MONOCULTIVO, por semestre, según departamento. Año agrícola 2002 / 2003. (Superficie en manzanas y producción en quintales)							
Departamento	Total año agrícola 2002 / 2003			Semestre			
	Número de fincas	Superficie cosechada	Producción obtenida	Mayo a octubre de 2002		Noviembre 2002 a abril 2003	
				Superficie cosechada	Producción obtenida	Superficie cosechada	Producción obtenida
<b>Total República</b>	<b>117,686</b>	<b>119,372</b>	<b>1,346,009</b>	<b>69,463</b>	<b>673,767</b>	<b>68,908</b>	<b>672,242</b>
Guatemala	1,401	1,218	13,414	622	7,076	596	6,338
El Progreso	4,993	6,165	52,722	1,693	13,569	4,471	39,153
Sacatepéquez	2,852	985	11,440	335	4,324	650	7,116
Chimaltenango	5,677	2,185	26,544	688	9,017	1,497	17,527
Escuintla	1,256	792	10,305	352	4,161	440	5,145
Santa Rosa	3,203	2,769	31,869	1,873	21,420	890	10,449
Solola	1,442	353	4,313	174	2,086	179	2,226
Totonicapán	1,684	440	5,155	234	2,884	207	2,271
Quezaltenango	841	196	2,156	97	1,052	98	1,104
Suchitepéquez	323	74	937	44	598	30	339
Retalhuleu	269	83	1,330	67	816	26	474
San Marcos	4,077	1,260	14,699	685	7,672	575	7,027
Huehuetenango	6,581	2,320	25,676	1,513	16,083	807	9,593
Quiché	8,483	3,263	39,378	1,789	20,745	1,474	18,633
Baja Verapaz	4,420	3,639	33,627	3,118	27,145	521	6,482
Alta Verapaz	21,027	8,102	89,447	4,539	50,230	3,563	39,217
Petén	16,536	49,135	598,255	21,185	260,520	27,550	337,735
Izabal	2,953	3,875	40,774	2,038	21,536	1,837	19,238
Zacapa	4,296	5,261	51,119	2,519	26,786	2,742	24,333
Chiquimula	9,661	11,192	115,546	4,877	51,867	6,315	63,679
Jalapa	6,962	7,025	72,920	4,457	47,030	2,568	25,891
Jutiapa	8,658	9,046	104,481	6,574	77,150	2,472	27,331

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, FAO y CEPAL

**Cuadro 20. Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de frijol negro sembrado en asocio. Año agrícola 2002/2003**

Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de FRIJOL NEGRO SEMBRADO ASOCIADO O INTERCALADO, por semestre, según departamento. Año agrícola 2002 / 2003. (Superficie en manzanas y producción en quintales)							
Departamento	Total año agrícola 2002 / 2003			Semestre			
	Número de fincas	Superficie cosechada	Producción obtenida	Mayo a octubre de 2002		Noviembre 2002 a abril 2003	
				Superficie cosechada	Producción obtenida	Superficie cosechada	Producción obtenida
<b>Total República</b>	<b>180,826</b>	<b>178,884</b>	<b>913,438</b>	<b>77,940</b>	<b>384,407</b>	<b>100,923</b>	<b>629,031</b>
Guatemala	9,789	12,382	78,649	2,799	16,436	9,584	62,214
El Progreso	1,114	1,509	8,664	927	5,679	582	2,985
Quetzaltenango	1,877	1,059	6,476	249	1,595	810	4,890
Chimaltenango	14,920	9,592	59,427	2,090	13,729	7,502	45,698
Escuintla	377	505	3,003	263	1,517	242	1,486
Santa Rosa	15,330	15,214	120,667	5,167	35,332	10,047	85,336
Solola	6,595	3,797	12,531	683	3,519	3,114	9,012
Totonicapán	8,849	4,213	11,890	1,500	4,422	2,714	7,467
Quetzaltenango	6,140	3,383	8,578	1,347	4,021	2,036	4,957
Suchitepéquez	244	174	1,081	131	816	43	265
Retalhuleu	372	342	1,483	216	954	126	529
San Marcos	12,692	7,309	19,340	2,352	6,466	4,957	12,875
Huehuetenango	24,492	21,789	66,846	10,541	35,362	11,248	31,484
Quiché	32,181	26,385	75,043	12,602	36,823	13,783	38,220
Baja Verapaz	4,457	6,709	25,873	4,399	16,583	2,310	9,290
Alta Verapaz	3,540	4,165	20,980	2,668	13,033	1,496	7,947
Petén	383	1,464	11,530	893	6,906	570	4,624
Izabal	407	806	4,396	441	2,269	365	2,127
Zacapa	411	713	3,453	428	2,110	285	1,343
Chiquimula	9,644	14,006	108,573	5,524	40,739	8,482	67,834
Jalapa	7,380	12,035	70,370	6,076	34,165	5,959	36,205
Jutiapa	19,431	31,312	194,184	16,644	101,941	14,668	92,243

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, FAO y CEPAL

**Cuadro 21. Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de frijol negro, según departamento y municipio. Año agrícola 2002/2003**

Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de FRIJOL NEGRO EN GRANO, por semestre, según departamento y municipio. Año agrícola 2002 / 2003. (Superficie en manzanas y producción en quintales)							
Departamento y municipio	Total año agrícola 2002 / 2003			Semestre			
	Número de fincas	Superficie cosechada	Producción obtenida	Mayo a octubre de 2002		Noviembre 2002 a abril 2003	
				Superficie cosechada	Producción obtenida	Superficie cosechada	Producción obtenida

<b>San Marcos</b>	<b>18,682</b>	<b>8,688</b>	<b>34,040</b>	<b>3,087</b>	<b>14,188</b>	<b>6,632</b>	<b>18,802</b>
San Marcos	629	195	651	82	271	113	381
San Pedro Sacatepéquez	1,353	531	1,912	147	614	384	1,299
San Antonio Sacatepéquez	592	338	798	1	10	337	788
Comitancillo	2,558	1,252	3,433	483	1,258	769	2,175
San Miguel Ixtahuacán	1,130	516	2,103	238	1,030	278	1,073
Concepción Tutuapa	1,718	614	2,508	210	1,053	404	1,454
Tacaná	1,195	870	2,687	727	2,045	143	642
Sibinal	1,400	921	2,726	63	274	858	2,452
Tajumulco	1,403	630	8,249	370	4,647	259	3,603
Tejutla	605	351	1,007	50	147	301	860
San Rafael Pie de La Cuesta	65	66	400	11	149	55	251
Nuevo Progreso	261	146	484	51	217	96	267
El Tumbador	104	54	223	35	150	20	73
El Rodeo	2	2	5	1	3	1	2
Malacatán	139	103	487	70	360	33	127
Catarina	111	72	184	36	101	36	83
Ayutía	18	13	65	10	44	3	21
Ocos	7	5	64	4	55	2	9
San Pablo	195	53	349	28	210	25	139
El Quetzal	54	34	112	24	87	10	25
La Reforma	23	7	53	3	18	4	35
Pajapita	9	5	43	3	27	2	16
Ixchigán	175	66	656	0	4	66	652
San José Ojetenam	123	84	226	72	185	12	41
San Cristóbal Cucho	540	217	907	216	898	1	9
Sipacapa	1,362	910	2,416	101	275	809	2,140
Esquipulas Palo Gordo	312	105	360	2	3	103	357
Río Blanco	250	217	512	1	1	216	511
San Lorenzo	249	192	420	-	-	192	420

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, FAO y CEPAL

**Cuadro 22. FRIJOL NEGRO SEMBRADO EN MONOCULTIVO: NÚMERO DE FINCAS, SUPERFICIE COSECHADA Y PRODUCCIÓN OBTENIDA EN EL AÑO AGRÍCOLA 2007/ 2008, EN LA REPÚBLICA, POR SEMESTRE, SEGÚN DEPARTAMENTO Y CALIDAD DE LA ESTIMACIÓN (Superficie en manzanas y producción en quintales)**

Departamento y Calidad de la Estimación	Total (Año agrícola mayo 2007/abril 2008)			Semestre			
				Mayo a octubre 2007		Noviembre 2007 a abril 2008	
	Número de fincas	Superficie cosechada	Producción obtenida	Superficie cosechada	Producción obtenida	Superficie cosechada	Producción obtenida
Total República	50,899	46,816	662,923	15,608	230,146	31,208	432,777
Guatemala	-	-	-	-	-	-	-
El Progreso	3,325	3,183	41,376	300	3,266	2,883	38,110
Sacatepéquez	3,850	1,262	16,275	1,023	12,984	239	3,290
Chimaltenango	6,529	1,955	30,103	1,133	20,176	823	9,927
Escuintla	-	-	-	-	-	-	-



Santa Rosa	423	74	1,309	10	279	64	1,029
Sololá	796	143	1,518	-	-	143	1,518
Totonicapán	364	23	728	23	728	-	-
Quetzaltenango	88	11	176	5	88	5	88
Suchitepéquez	183	4,861	82,963	42	1,042	4,819	81,921
Retalhuleu	101	13	112	13	112	-	-
San Marcos	663	83	630	41	298	41	331
Huehuetenango	7,558	2,993	59,698	2,660	56,153	333	3,545
Quiché	4,367	1,362	14,089	890	6,936	472	7,154
Baja Verapaz	493	101	807	5	112	96	694
Alta Verapaz	3,506	1,045	12,753	401	4,638	644	8,114
Petén	3,478	16,417	211,913	628	7,649	15,789	204,264
Izabal	818	471	2,373	425	2,005	46	369
Zacapa	2,136	3,523	51,323	320	2,556	3,204	48,767
Chiquimula	4,754	1,201	15,556	478	6,729	723	8,827
Jalapa	3,869	5,981	90,262	5,511	85,078	470	5,184
Jutiapa	3,598	2,114	28,960	1,703	19,317	411	9,644
Calidad de la Estimación :							
Estimación mínima	35,098	19,485	303,027	2,623	53,845	6,690	116,540
Estimación Puntual	50,899	46,816	662,923	15,608	230,146	31,208	432,777
Estimación máxima	66,699	74,146	1,022,819	28,594	406,446	55,725	749,015

**Cuadro 23. FRIJOL NEGRO : PÉRDIDAS QUE SE GENERARON EN EL CAMPO EN EL AÑO AGRÍCOLA 2007 / 2008, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO Y PARÁMETROS DE LA ESTIMACIÓN**

Departamento	Total Fincas	Semestre mayo a octubre 2007					
		Plagas y Enfermedades	Inundación	Sequía	Helada	Vientos	Falta Asistencia Técnica

Total República	33,821	178,220	9,954	9,614	2,627	2,385	5,708	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Guatemala	1046	4,527	-	723	-	-	323	-
El Progreso	1152	2,366	685	-	-	312	156	-
Sacatepéquez	2991	4,513	598	299	-	598	299	-
Chimaltenango	3995	16,320	3,313	-	-	-	682	-
Escuintla	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Rosa	1195	556	80	636	319	-	-	-
Sololá	1875	9,243	-	-	-	-	1,188	-
Totonicapán	-	5,040	-	-	-	-	-	-
Quetzaltenango	352	176	-	-	-	-	176	-
Suchitepéquez	-	695	-	-	-	-	-	-
Retalhuleu	-	101	-	-	-	-	-	-
San Marcos	663	14,335	-	-	-	-	-	-
Huehuetenango	2432	46,354	244	-	-	-	2,107	-
Quiché	2165	28,594	1,490	-	674	-	-	-
Baja Verapaz	-	3,541	-	-	-	-	-	-
Alta Verapaz	-	4,166	-	-	-	-	-	-
Petén	397	497	-	397	-	-	-	-
Izabal	1474	818	-	-	-	1,474	-	-
Zacapa	1917	1,278	1,278	-	639	-	-	-
Chiquimula	-	15,747	-	-	-	-	-	-
Jalapa	1963	4,757	365	730	-	-	617	-
Jutiapa	10204	14,596	1,900	6,829	995	-	160	-

**Cuadro 24. FRIJOL NEGRO : PÉRDIDAS QUE SE GENERARON EN EL CAMPO EN EL AÑO AGRÍCOLA 2007 / 2008, EN LA REPÚBLICA SEGÚN DEPARTAMENTO Y PARÁMETROS DE LA ESTIMACIÓN**

Departamento	Total Fincas		Semestre Noviembre 2007 - Abril 2008						
			Plagas y Enfermedades	Inundación	Sequía	Helada	Vientos	Falta de Asistencia Técnica	de Fincas
Total República	84,295	28,241	28,241	21,245	8,345	2,714	17,064	2,762	1,000
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guatemala	15,878	1,079	1,079	13,450	-	-	970	323	5
El Progreso	6,430	3,975	3,975	-	1,021	468	156	342	-
Sacatepéquez	1,196	299	299	-	-	-	299	-	-
Chimaltenango	6,285	3,069	3,069	-	-	1,170	2,046	-	-
Escuintla	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Rosa	2,410	319	319	231	1,277	-	-	80	-
Sololá	10,088	3,564	3,564	-	-	-	6,524	-	-
Totonicapán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quetzaltenango	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suchitepéquez	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retalhuleu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Marcos	1,078	663	663	-	-	-	415	-	-
Huehuetenango	2,004	1,434	1,434	-	325	-	163	-	8
Quiché	9,444	2,403	2,403	358	2,740	-	1,792	1,792	-
Baja Verapaz	493	-	-	343	150	-	-	-	-
Alta Verapaz	1,086	165	165	330	-	248	-	-	3
Petén	2,285	397	397	298	993	99	-	99	-
Izabal	737	-	-	-	-	-	737	-	-
Zacapa	3,195	2,556	2,556	-	639	-	-	-	-
Chiquimula	2,210	986	986	904	321	-	-	-	-
Jalapa	9,747	3,058	3,058	1,529	559	730	2,947	125	3
Jutiapa	9,728	4,273	4,273	3,802	320	-	1,014	-	1



<b>Cuadro 25. Plan de fertilización</b>		
<b>Fertilización al suelo</b>		
<b>Fertilización</b>	<b>Época</b>	<b>Dosis</b>
Primera fertilización	A los 35 días después de la siembra utilizar 20-20-0 formula química	Aplicando 1,000 kg/ha. de forma localiza
<b>Fertilización foliar</b>		
Realizar de 3-4 aplicaciones.	La primera a los 20 días, la segunda a los 35 días, la tercera a los 50 días y si es necesario aplicar una cuarta a los 70 días después de la siembra.	Aplicar de 75-100 cc./bomba de mochila de 16 lts. Según el desarrollo del cultivo. Con productos altos en nitrógeno (Bayfolan Forte)

**Cuadro 26: ANDEVA, rendimiento total de grano kg.ha<sup>-1</sup>**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	482640000.00	5362666.50	18.9973	0.05 – 0.01
<b>Bloques</b>	3	2414432.00	804810.687	2.8510	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	7621728.00	282286.218		
<b>TOTAL</b>	39	58300160.00			
<b>Coefficiente de variación 14.92 %</b>					

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

**CUADRO 27: ANDEVA, biomasa del cultivo**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	109417472.00	12157497.00	7.6476	0.05 – 0.01
<b>Bloques</b>	3	14155264.00	4718421.50	2.9681	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	42922240.00	1589712.62		
<b>TOTAL</b>	39	166494976.00			
<b>Coefficiente de variación 16.88 %</b>					

Fuente: Unidad de investigación labor Ovalle, Quetzaltenango

**CUADRO 28: ANDEVA, altura de planta**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	1.329	0.147	12.8307	<b>0.05 – 0.01</b>
<b>Bloques</b>	3	0.556	0.018	1.6119	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	37	0.311	0.011		
<b>TOTAL</b>	39	1.696			
<b>Coefficiente de variación 14.97 %</b>					

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

**CUADRO 29: ANDEVA, numero de vainas por planta**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	130266.00	14474.00	7.9208	<b>0.05 – 0.01</b>
<b>Bloques</b>	3	22120.50	7373.50	4.0351	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	49338.50	1827.35		
<b>TOTAL</b>	39	201725.00			
<b>Coefficiente de variación 10.44 %</b>					

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

**CUADRO 30: ANDEVA, numero de granos por vaina**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	10.400	1.155	22.285	<b>0.05 – 0.01</b>
<b>Bloques</b>	3	0.099	0.033	0.643	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	1.400	0.052		
<b>TOTAL</b>	39	11.900			
<b>Coefficiente de variación 5.11 %</b>					

Fuente: Unidad de Investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

**CUADRO 31: ANDEVA, peso de 100 granos**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	581.298	64.588	69.078	<b>0.05 – 0.01</b>
<b>Bloques</b>	3	1.379	0.459	0.491	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	25.245	0.93.5		
<b>TOTAL</b>	39	607.923			
<b>Coefficiente de variación 4.95 %</b>					

Fuente: Unidad de investigación Labor Ovalle, Quetzaltenango

**CUADRO 32: ANDEVA, rendimiento en kilogramos por hectárea**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	2194028.00	243780.89	15.7362	0.05 – 0.01
<b>Bloques</b>	3	430776.00	143592.00	9.2690	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	418276.00	15491.70		
<b>TOTAL</b>	39	3043080.00			
<b>Coeficiente de variación 11.89 %</b>					

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

**CUADRO 33: ANDEVA, biomasa del cultivo**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	1491860.00	165762.21	7.2973	<b>0.05 – 0.01</b>
<b>Bloques</b>	3	210292.00	70097.33	3.0859	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	613316.00	22715.40		
<b>TOTAL</b>	39	2315468.00			
<b>Coeficiente de variación 13.78 %</b>					

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos.

**CUADRO 34: ANDEVA, altura de planta en cm**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	2250.500	250.055	29.239	<b>0.05 – 0.01</b>
<b>Bloques</b>	3	138.593	46.197	5.401	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	37	230.906	8.552		
<b>TOTAL</b>	39	2620.000			
<b>Coeficiente de variación: 4.430%</b>					

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

**CUADRO 35: ANDEVA, numero de vainas por planta**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	104327.50	11591.94	12.6343	<b>0.05 – 0.01</b>
<b>Bloques</b>	3	1290.00	430.00	0.4687	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	24772.50	917.50		
<b>TOTAL</b>	39	130390.00			
<b>Coeficiente de variación 11.62 %</b>					

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

**CUADRO 36: ANDEVA, numero de granos por vaina**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	8.625	0.958	3.556	<b>0.05 – 0.01</b>
<b>Bloques</b>	3	2.475	0.825	3.061	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	7.274	0.269		
<b>TOTAL</b>	39	18.375			
<b>Coeficiente de variación: 12.583%</b>					

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos

**CUADRO 37: ANDEVA, peso de 100 granos**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Tratamientos</b>	9	201.521	22.391	165.882	<b>0.05 – 0.01</b>
<b>Bloques</b>	3	0.249	0.083	0.615	2.25 – 3.15
<b>Error</b>	27	3.644	0.134		
<b>TOTAL</b>	39	205.415			
<b>Coeficiente de variación: 2.172%</b>					

Fuente: Unidad de investigación San Isidro Chamac, San Pedro Sac. San Marcos



**Fotografía 01: Preparación del terreno localidad Labor Ovalle**



**Fotografía 02: Nivelación del terreno**



**Fotografía 03: Trazado de los surcos para la siembra**



**Fotografía 04: Siembra de los tratamientos evaluados**





**Fotografía 05: Localidad 1, Labor Ovalle, Olintepeque, Quetzaltenango.**



**Fotografía 06: Localidad 2, Aldea San Isidro Chamac, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos**



**Fotografía 07: Fertilización de los tratamientos evaluados**





**Fotografía 08: Identificación de tratamientos**



**Fotografía 09: Bloques o repeticiones del experimento**



**Fotografía 10: Madurez fisiológica del cultivo**



**Fotografía 11: Limpieza de calles del experimento**





**Fotografía 12: Tratamientos listos para cosecha**





**Fotografía 13: Medición de altura de plantas**



**Fotografía 14: Conteo número de vainas por 21 plantas**





