

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LOS GENOTIPOS
DE FRIJOL JU 2005-1004-2 Y JU 2006-1052-9; LA GOMERA, ESCUINTLA
TESIS DE GRADO

LEVI ROBERTO SUMOZA RECINOS
CARNET 21953-00

ESCUINTLA, SEPTIEMBRE DE 2014
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LOS GENOTIPOS
DE FRIJOL JU 2005-1004-2 Y JU 2006-1052-9; LA GOMERA, ESCUINTLA
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
LEVI ROBERTO SUMOZA RECINOS

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

ESCUINTLA, SEPTIEMBRE DE 2014
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. JUAN CARLOS BARRUNDIA REYES

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES

ING. EDWIN LEONEL ARGUETA VENTURA

ING. OSCAR ROLANDO SALAZAR CUQUE

Guatemala, 25 de septiembre de 2014

Miembros

Consejo de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas

Universidad Rafael Landívar

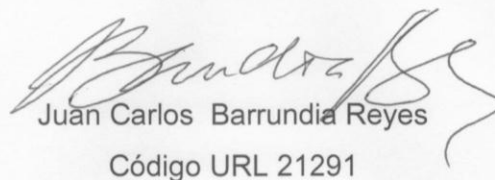
Campus Central

Estimados Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Levi Roberto Sumoza Recinos, carné 2195300, titulado: "EVALUACION DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LOS GENOTIPOS DE FRIJOL JU 2005-1004-2 Y JU 2006-1052-9 EN EL MUNICIPIO DE LA GOMERA, ESCUINTLA". Considero que el mismo cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado.

Sin otro particular,

Atentamente:


Juan Carlos Barrundia Reyes
Código URL 21291



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante LEVI ROBERTO SUMOZA RECINOS, Carnet 21953-00 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 0689-2014 de fecha 17 de septiembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LOS GENOTIPOS
DE FRIJOL JU 2005-1004-2 Y JU 2006-1052-9; LA GOMERA, ESCUINTLA**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 25 días del mes de septiembre del año 2014.

**ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Juan Carlos Barrundia Reyes, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Compañeros de trabajo, por brindarme el apoyo necesario e incondicional.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mis padres: Roberto Sumoza y Edibel Recinos a quienes les debo la vida y quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

Mi esposa: Nivia Rivera por su amor incondicional y por sus consejos sabios.

Mis hijos: Por ser la razón de mí esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

Mis hermanos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

ÍNDICE

	CONTENIDO	Página
	RESUMEN	i
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	2
2.1	CULTIVO DE FRIJOL EN GUATEMALA	2
2.1.1	Generalidades e importancia económica	2
2.2	CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DEL FRÍJOL	3
2.3	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE FRIJOL	4
2.4	ETAPAS DE DESARROLLO DEL FRIJOL	5
2.5	ARQUITECTURA DE LA PLANTA DE FRIJOL	6
2.6	DENSIDAD VEGETAL Y RENDIMIENTO	7
2.7	IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN EN MEJORAMIENTO DE FRIJOL	12
2.8	PROPÓSITO DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN FRIJOL	12
2.9	VARIETADES DE FRIJOL	13
2.9.1	Genotipo JU 2005-1004-2	13
2.9.2	Genotipo JU 2006-1052-9	14
2.10	ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE FRIJOL	14
2.10.1	Enfermedades causadas por hongos	14
2.10.2	Enfermedades causadas por bacterias	16
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	17
IV.	OBJETIVOS	18
4.1	GENERAL	18
4.2	ESPECÍFICOS	18
V.	HIPÓTESIS	19
VI.	METODOLOGÍA	20
6.1	LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20

	Página	
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL	20
6.3	FACTORES ESTUDIADOS	21
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	21
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	22
6.6	MODELO ESTADÍSTICO	22
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL	22
6.8	CROQUIS DE CAMPO	23
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO	23
6.10	VARIABLES DE RESPUESTA	25
6.11	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	26
6.11.1	Análisis estadístico	26
6.11.2	Análisis económico	26
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
7.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
7.1.1	Vainas por planta	27
7.1.2	Granos por vaina	28
7.1.3	Peso de 100 granos	29
7.1.4	Rendimiento de grano	30
7.2	ANÁLISIS ECONÓMICO	33
VIII.	CONCLUSIONES	34
IX.	RECOMENDACIONES	35
X.	BIBLIOGRAFÍA	36
XI.	ANEXOS	39

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO		Página
Cuadro 1.	Descripción de los tratamientos de los genotipos de frijol y densidades de siembra evaluados	21
Cuadro 2.	Análisis de varianza para la variable vainas por plantas, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.	27
Cuadro 3.	Prueba de medias Tukey (5%) para la variable vainas por planta, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.	28
Cuadro 4.	Análisis de varianza para la variable granos por vaina, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.	28
Cuadro 5.	Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.	29
Cuadro 6.	Prueba de medias Tukey (5%) para la variable peso de 100 granos, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.	30
Cuadro 7.	Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.	30
Cuadro 8.	Prueba de medias Tukey (5%) para la variable rendimiento de grano, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.	31
Cuadro 9.	Análisis económico en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.	33
Cuadro 10.	Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2005-004-2 a una densidad de 250,000 plantas/hectárea.	39
Cuadro 11.	Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2005-1004-2 a una densidad de 200,000 plantas/hectárea.	40
Cuadro 12.	Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2005-1004-2 a una densidad de 166,667 plantas/hectárea.	41

	página
Cuadro 13. Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2006-1052-9 a una densidad de 250,000 plantas/hectárea.	42
Cuadro 14. Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2006-1052-9 a una densidad de 200,000 plantas/hectárea.	43
Cuadro 15. Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2006-1052-9 a una densidad de 166,667 plantas/hectárea.	44
Cuadro 16. Resumen de los análisis factoriales ($Pr > F$) para las variables Vainas por planta; Granos por vaina; Peso de 100 granos y Rendimiento de grano.	45
Cuadro 17. Valores medios de las variables, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.	45
Cuadro 18. Componentes del grano de frijol	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	CONTENIDO	Página
Figura 1.	Aleatorización de los tratamientos en el campo.	23
Figura 2.	Rendimiento de grano, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol.	31

EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LOS GENOTIPOS DE FRIJOL JU 2005-1004-2 Y JU 2006-1052-9 EN EL MUNICIPIO DE LA GOMERA, ESCUINTLA.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres densidades de siembra, sobre el comportamiento de los genotipos de frijol arbustivo JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9, bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio de La Gomera, Escuintla. Se utilizó un diseño de Bloques completos al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables de respuestas fueron: vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento de grano. De acuerdo con los resultados, para las condiciones ambientales en que se llevó a cabo el experimento, la variable rendimiento de grano de frijol, fue afectada por el genotipo utilizado, similar situación se observó para las variables vainas por planta y peso de 100 granos. Desde el punto de vista económico, se observó mayor rentabilidad del genotipo JU 2005-2004-2, al utilizar las densidades de siembra de 200,000 y 166,667 plantas/hectárea. Se recomienda para el área del Caserío La Empalizada, que posean terrenos con características similares, utilizar el genotipo JU 2005-1004-2, debido a que presentó la mejor alternativa económica y los mayores rendimientos.

ASSESSMENT OF THREE PLANTING DENSITIES IN BEAN GENOTYPES JU 2005-1004-2 AND JU 2006-1052-9 ON THE TOWNSHIP OF LA GOMERA, ESCUINTLA.

SUMMARY:

The research aimed to evaluate the effect of three planting densities, on the behavior of the genotypes of bean shrub JU 2005-1004-2 and JU 2006-1052-9, under the edaphoclimatic conditions of the township of La Gomera, Escuintla. A complete randomized block design with six treatments and four replicates was used. The response variables were: pods per plant, grains per pod, 100-grain weight and grain yield. According to the results, for the environmental conditions in which it was carried out the experiment, the variable performance of bean seed, was affected by the genotype used, similar situation was observed for the variables pods per plant and weight of 100 grains. From an economic point of view, higher profitability was observed in genotype JU 2005-2004-2, using the planting densities of 200.000 and 166.667 plants/hectare. It is recommended for the area of Caserio La Empalizada, possessing land with similar characteristics, use the genotype JU 2005-1004-2, since it presented the best economic alternative and the higher yields.

I. INTRODUCCIÓN

Entre los principales problemas que aquejan a nuestro país se encuentran la mala alimentación y la falta de nutrición de la población. En Guatemala se han presentado los niveles más alarmantes de desnutrición de Latinoamérica y esto es desventaja en los intentos de lograr el desarrollo social y económico del país, especialmente en el área rural y en los sectores urbanos marginales e indígenas.

Parte de la dieta básica de la mayoría de los habitantes está basada en el consumo de leguminosas, específicamente el frijol negro, que es un alimento fundamental, ya que constituye la fuente principal de proteínas y vitaminas. El consumo de frijol forma parte de la cultura gastronómica de Guatemala, es bien aceptado en la cocina guatemalteca y posee una gran demanda a nivel nacional.

El cultivo de frijol es de gran importancia económica, ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie sembrada y representa la segunda actividad agrícola más importante en el país, por el número de productores dedicados al cultivo y es un fuerte generador de empleos del sector rural.

La mayor parte del frijol que se produce en Guatemala proviene de las zonas orientales y del altiplano central del país y está en manos de pequeños agricultores, de escasos recursos económicos; el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), ha ido generando tecnología para producir materiales que alcancen buenos rendimientos y que además se puedan cultivar en las zonas tropicales de la costa sur de Guatemala.

Con la finalidad de generar información técnica que pueda beneficiar a los productores de dicho cultivo, en la presente investigación se evaluaron tres densidades de siembra en las variedades de frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9, bajo las condiciones del caserío La Empalizada, La Gomera, Escuintla.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 CULTIVO DE FRIJOL EN GUATEMALA

2.1.1 Generalidades e importancia económica

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es una especie de origen americano. México, Guatemala y Perú son los más posibles centros de origen, o al menos centros 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. Desde el punto de vista taxonómico el frijol es el prototipo del género *Phaseolus*. Su nombre científico completo fue designado por Linneo en 1753, como *Phaseolus vulgaris* L. El género *Phaseolus* pertenece a la tribu Phaseolae, Subtribu Phaseolinae de la Familia Leguminosae y Subfamilia Papilionoideae, dentro del orden Rosales. El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan: *Phaseolus vulgaris* L.; *Phaseolus lunatus* L.; *Phaseolus coccineus* L.; *Phaseolus acutifolius* A. Gray var. *Latifolius* Freeman (Aldana, 2010).

El cultivo de frijol en Guatemala ha sido utilizado básicamente para autoconsumo, constituyendo la principal fuente de proteínas en el área rural. Esta condición es la que determina las características actuales del sector, en donde de acuerdo a la Encuesta Agropecuaria del MAGA, una alta proporción de la producción (53.42%), es realizada en unidades productivas menores de siete hectáreas (86.59% de las unidades productivas), que equivale al 66% del área cultivada, lo que significa una baja productividad por unidad de área (Aldana, 2010).

En la década de 1990 se dio una creciente integración de la economía, el fin de los conflictos internos, y la implementación de programas de ajuste estructural, eventos que han influenciado las tendencias del consumo y producción de granos básicos en la región (Viana, 1998). Existe una amplia demanda real de frijol,

condición que se ve potencializada por el crecimiento de la población y la evolución de la estructura del consumo, en donde han desarrollado importancia significativa el consumo industrial, así como el consumo de los distintos subproductos y productos procesados. Ello está determinado por los hábitos de consumo de la población, ya que dicho producto constituye una parte importante de la dieta de los guatemaltecos. Existe un amplio espacio entre la oferta y demanda actual; así como una fuente dinámica de crecimiento de la demanda (Aldana, 2010).

El frijol común se produce principalmente en Guatemala en la zona norte, en el departamento del Petén y en la zona del suroriente: Jutiapa, Chiquimula y Santa Rosa (Aldana, 2010).

2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DEL FRIJOL

La taxonomía inicial del cultivo fue hecha por Linneo en 1753, posteriormente fue modificada por Cronquist, quien menciona que el frijol común es el prototipo del género *Phaseolus* (Cronquist, 1981):

Reino	Plantae
Sub reino	Embryobionta
División	Magnoliopsida
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Sub familia	Papilionideae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>vulgaris</i>

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE FRIJOL

De acuerdo con Molina (1972), el frijol es una planta anual, originaria de América Central, el sur de México y Sur América. En estos lugares se cultiva después de épocas precolombinas. Hoy en día se encuentran especies silvestres en ciertos lugares de Sur América; el frijol es sin duda la especie más importante del género *Phaseolus*. Es una planta con un sistema radicular bien desarrollado, compuesto de una raíz principal y muchas raíces secundarias ramificadas en la parte superior del suelo. Los tallos son débiles, angulosos, de sección cuadrangular y de altura muy variable de acuerdo a la variedad. El porte de la planta está determinado por la forma y posición de tallos, si el tallo principal presenta inflorescencia terminal, el crecimiento de éste se detiene rápidamente (crecimiento determinado), las plantas son enanas y erectas. Si el tallo no produce esta inflorescencia aparecen axilas y la planta será guiadora o trepadora (crecimiento indeterminado). Las inflorescencias, ya sean en racimos terminales o axilares, tienen pedúnculos erguidos y algo vellosos, cada pedúnculo lleva numerosas flores. El número de flores puede ser de unas pocas hasta 30 o más, las hojas son alternas, compuestas de tres folíolos, con los extremos acuminados, los frutos o vainas son de tamaño variado, estas pueden medir de 6 a 22 cm de largo.

De manera general, el ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases: la fase vegetativa y la fase reproductiva (CIAT, 1985).

La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a las semillas las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta. En la fase vegetativa el desarrollo de los meristemas terminales del tallo y de las ramas produce nudos, en los cuales se forman complejos axilares susceptibles de un desarrollo posterior (CIAT, 1985).

La fase reproductiva se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha. En las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, continua la aparición de estructuras vegetativas cuando termina la denominada fase vegetativa, lo cual hace posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallos, flores y vainas (CIAT, 1985).

2.4 ETAPAS DE DESARROLLO DEL FRIJOL

Se necesita de un conocimiento de las etapas de crecimiento para mejorar las prácticas culturales y mejorar los rendimientos de los cultivos. El crecimiento y desarrollo de frijol se divide en etapas vegetativas y reproductivas. Las etapas vegetativas (V) son definidas basadas en el número de nudos del tallo principal, con inclusión del nudo de la hoja primaria, mientras que las etapas reproductivas (R) son definidas basadas en características de las vainas y las semillas además de los nudos (CIAT, 1985).

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. El conjunto de estas 10 etapas forma la escalera de desarrollo de la planta de frijol. Cada etapa comienza en un evento del desarrollo de la planta con cuyo nombre se le identifica y termina donde se inicia la siguiente etapa y así sucesivamente. La identificación de cada etapa se hace con base en un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa particular; es decir, V si la etapa pertenece a la fase vegetativa o R si pertenece a la reproductiva. Los números del 0 al 9 indican la posición de la etapa en la escala (CIAT, 1985).

Los factores más importantes que afectan la duración de las etapas de desarrollo de frijol incluyen el genotipo (cuyas características, hábito de crecimiento y precocidad pueden variar), y el clima. Existen otros factores tales como las

condiciones de fertilidad, las características físicas del suelo, la sequía y la luminosidad, entre otros, que causan variación en la duración de las etapas. La precocidad es otro factor que influye en la duración de las etapas de desarrollo, ya que es causa de diferencias importantes en el desarrollo de las plantas, aun en las pertenecientes a un mismo tipo de hábito de crecimiento. Los factores climáticos que más inciden en la duración de las etapas de desarrollo son la luz y la temperatura; tanto los promedios de estos factores como las variaciones diarias y estacionales de la temperatura desempeñan una función importante en la duración de las etapas de desarrollo (CIAT, 1985).

2.5 ARQUITECTURA DE LA PLANTA DE FRIJOL

Las plantas de frijol son arbustivas o postradas. Estos dos tipos de frijol han sido clasificados en diferentes categorías basadas en hábitos de crecimiento. Una clasificación ha sido propuesta por el CIAT, el cual sugiere una clave para identificar los cuatro principales hábitos de crecimiento. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de estos hábitos de crecimiento de los subtipos (CIAT, 1979):

Tipo I

Hábito de crecimiento determinado, yemas terminales reproductivas en el tallo principal y las ramas, limitada o ninguna formación de nudos y hojas después de iniciada la floración. Ramas y tallo principal generalmente fuerte y erecto. Ramas y tallo principal débil, postrado, con alguna habilidad trepadora.

Tipo II

Hábito de crecimiento indeterminado, yemas terminales del tallo y las ramas, vegetativas, hay producción de hojas después de iniciada la floración tanto del tallo como las hojas fuertes y erectas.

Guía terminal (indeterminados excesivamente alargados y débiles) ausente, por tanto carece de habilidad trepadora.

Guía terminal de longitudes variables y por tanto posee cierta habilidad trepadora.

Tipo III

Hábito de crecimiento indeterminado, ramas relativamente débiles y abiertas, semipostradas. Carga de vainas concentrada en la parte basal de la planta. Su máximo rendimiento se logra en monocultivo. Ramas relativamente cortas, guía de tallo principal y/o en las ramas son pequeñas cuando se presentan y poseen débil habilidad trepadora. Ramas largas, a menudo postradas, con guía del tallo principalmente larga y habilidad trepadora moderada.

Tipo IV

Hábito de crecimiento indeterminado. Tallo y ramas muy débiles y excesivamente largos, con fuerte habilidad trepadora. Necesita apoyo para lograr rendimientos máximos. Carga de vainas distribuida a todo lo largo de la planta. Carga de vainas principalmente en la parte superior de la planta.

2.6 DENSIDAD VEGETAL Y RENDIMIENTO

La productividad de un cultivo está determinada por su potencial genético y el impacto del ambiente sobre su capacidad de crecimiento y partición de materia seca hacia destinos reproductivos (Gifford, Thorne, Hitz y Giaquinta, 1984; Muchow, Sinclair y Bennet, 1990; Andrade, Uhart y Frugone, 1993). El rendimiento por unidad de superficie está condicionado por el número de individuos capaces de producir rendimiento en grano. La biomasa producida por cada individuo refleja la disponibilidad de recursos durante toda la estación de crecimiento y se asocia con su rendimiento (Vega, Uhart y Andrade, 1997).

La densidad o número de plantas por unidad de superficie, es uno de los factores de manejo más importantes cuando se quiere determinar el rendimiento de un cultivo. En el caso del cultivo de zapallo o calabaza, la densidad de siembra es muy variable, dependiendo de factores genéticos que determinan el tamaño de las

plantas, como el hábito de crecimiento (mata, mata expandida o guiadora), y de las posibilidades de manejo del cultivo, como la disponibilidad de herramientas para el control de malezas, plagas, enfermedades y demás labores culturales. Por lo tanto, cada establecimiento de producción, según estos factores, determina la densidad de siembra a utilizar (Záccari y Sollier, 2002).

En Venezuela se realizó un estudio en la estación experimental de San Nicolás, Estado Portuguesa, donde se compararon tres variedades de frijol Alarín; las variedades utilizadas fueron: Unare, Apure y Tuy, las cuales fueron sometidas a tres densidades de siembra, 111,112 plantas/ha; 166,667 plantas/ha y 222,220 plantas/ha. No se encontraron diferencias estadísticas en la interacción densidad de siembra con variedades, tampoco hubieron diferencias entre las densidades de siembra y los rendimientos obtenidos; ni del número de plantas cosechadas con los rendimientos. Solo se presentaron diferencias significativas con relación al peso de los granos, siendo la mejor variedad Tuy, luego Apure y por último Unare como la menos rendidora (Chacin, 1983).

En Colombia se realizó un estudio para determinar la densidad apropiada para un tipo de frijol trepador. Con el fin de evaluar esta práctica se sembró maíz a una densidad constante de 40,000 pl/ha con densidades de frijol que oscilaron entre 40,000 y 320,000 plantas/ha, estas densidades se compararon con monocultivo de frijol sembrado a las mismas densidades. Se encontró que a medida que se aumentaba la densidad, por encima de 160,000 plantas/ha, los rendimientos disminuían y también un aumento en rendimiento de maíz al sembrar ambos cultivos en asociación. Los máximos rendimientos se dieron a densidades de 160,000 plantas/ha en los dos sistemas (CIAT, 1975).

Según Rincón, Ligarreto y Sanjuanelo (2007), el crecimiento y la capacidad productiva de un cultivo es el resultado del genotipo, del ambiente que lo rodea y de su interacción. El genotipo es relativamente constante si se compara con la variabilidad del ambiente; sin embargo, la expresión fenotípica es ampliamente

influenciada por los cambios ambientales y cualquier variable que produzca efectos sobre el medio va a verse reflejada en el crecimiento y productividad del cultivo.

El frijol es la fuente principal de proteína en Centroamérica. En Honduras se realizó una investigación con el objetivo principal de determinar los efectos de las poblaciones y los niveles de nitrógeno sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de frijol rojo. El ensayo se realizó en El Zamorano, Francisco Morazán, a 30 km sur oeste de Tegucigalpa. Para este experimento se usó un arreglo factorial de $3 \times 3 \times 2$ en un diseño estadístico en bloques completamente al azar (BCA), con cuatro repeticiones. Las variedades fueron Tío Canela-75, Amadeus-77 y Carrizalito; las poblaciones fueron de 150,000, 200,000 y 250,000 plantas/ha y los niveles de N fueron 100 y 200 kg/ha. Los datos se analizaron con un ANDEVA y separación de medias SNK, con un nivel de significancia de ($P < 0.1$). Las variables fenológicas de altura de planta y días a floración mostraron diferencias ($P < 0.1$) por efecto varietal y para días a floración la interacción densidad \times nitrógeno. El tamaño de grano mostró diferencia significativa ($P < 0.1$) por efecto varietal; los componentes del rendimiento; número de vainas, número de granos/vaina, peso de 100 semillas mostraron diferencias significativas ($P < 0.1$) por efectos poblacionales. El rendimiento mostró diferencia ($P < 0.1$) en la interacción variedad \times población y a la interacción población \times nitrógeno y su componente número de granos/vaina mostró diferencia ($P < 0.1$) en la interacción variedad \times nitrógeno. Las diferencias encontradas se debieron a las interacciones. Existió respuesta de las variedades a las densidades, incrementaron los rendimientos, donde el mayor ($P < 0.1$) rendimiento lo obtuvieron las variedades Carrizalito-75 y Amadeus-77, a densidades poblacionales de 200,000 plantas/ha, finalmente, los niveles de nitrógeno no tuvieron efecto sobre las variables medidas, sólo afectaron las interacciones (Portilla, 2004).

Uno de los principales problemas enfrentados en la producción de frijol son las bajas densidades de siembra que maneja el productor. A pesar de las

recomendaciones que indican la cantidad de plantas de fríjol necesarias para una buena producción. Se detectan bajas densidades que repercuten en los rendimientos. La utilización de bajas densidades permite nichos que pueden ser fácilmente colonizados por las malezas (Alemán, 1991).

Cuando la densidad de siembra es alta, se incrementa el índice de área foliar, lo cual no siempre se correlaciona con los rendimientos de grano. Cuando la densidad es baja, las plantas presentan valores bajos de área foliar, lo que se traduce en mayor rendimiento por planta, sin embargo, este mayor rendimiento no alcanza a compensar la capacidad productiva de poblaciones mayores (Díaz y Aguilar, 1984).

Las bajas poblaciones de plantas favorecen los componentes del rendimiento por planta; se producen plantas bajas que presentan menor volcamiento (Neira y Edje, 1973).

Generalmente la densidad influye tanto en el número como en el tamaño de las partes de la planta de fríjol (Masley, 1976; citado por Díaz y Aguilar, 1984).

La siembra de fríjol en monocultivo se realiza a mano o con máquina sembradora, enterrando la semilla a una profundidad de 2 a 4 centímetros; se recomienda, antes de sembrar, estar seguro que el suelo tenga suficiente humedad para garantizar una germinación uniforme. Para la siembra de primera en monocultivo se deben distribuir 11 semillas por metro lineal, en surcos separados a 50 centímetros, utilizando 56 kg/ha de semilla, con ello se puede alcanzar una población igual o mayor a 220,000 plantas por hectárea. Para el ciclo de postrera se debe procurar alcanzar a la madurez fisiológica de la planta, una población ideal de 275,000 plantas/ha, lo que equivale a sembrar 11 semillas por metro lineal, en surcos separados a 40 centímetros, utilizando 70 kg/ha de semilla.

El estudio poblacional en cualquier cultivo debe hacerse para cada variedad de acuerdo a su arquitectura, zona y época de siembra (Galindo; Abawi y Thurston, 1983; Gálvez, Guzman y Castaño, 1979; Joyce, Berggren y Berner, 1990; Lewis, Papavizas, 1980; Prabhu, Ailva, Coorea, Polaro y Lima, 1983; Prabhu, Polaro, Viana, De Assis y Zimmermann, 1982).

Fagaria y Balagar (1997), indican que la densidad de siembra es un factor importante que afecta el rendimiento de los cultivos; el rendimiento biológico se incrementa con la densidad hasta un valor máximo, determinado 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. La densidad óptima de siembra debe ser determinada para cada cultivo bajo cada agro ecosistema, con el fin de obtener rendimientos máximos.

En Centro América se siembran muy comúnmente las variedades de frijol de tipo arbustivo a una distancia promedio de 50 cm entre surcos, 10 cm entre posturas y una semilla por postura, lo cual da una densidad de 200,000 plantas por hectárea. En ensayos sobre densidad espacial de siembra en el área de Centro América, se encontró que el rendimiento de frijol tiene un punto máximo cuando la distancia entre surcos es de 31.6 cm y la distancia entre plantas es de 5.35 cm. A partir de este punto la respuesta declina para cualquier otra combinación de valores de distancias de siembra, esta distancia parece tener justificación en el hecho de que las densidades más altas podrían traducirse en una mayor competencia, en detrimento de la producción, a una menor densidad, puede ser debido al menor número de plantas por unidad de superficie (Hernández y Páez, 1971).

2.7 IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN EN MEJORAMIENTO DE FRIJOL

En el año 1996 en Guatemala se sembraron 121,000 ha con frijol, de las cuales 40.1 % se cultivó con variedades mejoradas y 59.9 % con materiales considerados nativos. La fuente más importante de semilla mejorada son los propios agricultores, que en alguna ocasión obtuvieron semilla de las nuevas variedades y por su cuenta, año con año, toman parte de la cosecha para la siguiente siembra. La semilla certificada producida por instituciones públicas es escasa y la iniciativa privada no ha tenido ninguna participación en la producción de semilla, tampoco en este país se da la producción artesanal de semilla de frijol en gran escala (Viana, 1998).

La investigación que se ha realizado y se realiza hasta ahora en el cultivo de frijol, tiene como prioridad la generación de variedades con resistencia genética a diferentes problemas de tipo biótico, y en algunas ocasiones a limitantes abióticas; pero el mejoramiento varietal siempre lleva implícito el carácter potencial de rendimiento (Viana, 1998).

2.8 PROPÓSITO DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN FRIJOL

Evaluación de germoplasma: realizar evaluación constante de materiales criollos y de introducción, en busca de fuentes de resistencia a plagas y enfermedades, así como características deseables de precocidad, arquitectura y otros (ICTA, 1988).

Mejoramiento genético: generar mediante cruzamientos, evaluación y selección, variedades que superen en resistencia y potencial de rendimiento a las utilizadas por los agricultores de las diferentes regiones (ICTA, 1988).

Protección vegetal: generar tecnología recomendable y económica en la aplicación de herbicidas, insecticidas y fungicidas, mediante evaluaciones de campo (ICTA, 1988).

Investigación básica: mediante estudios de investigación básica se propone encontrar metodologías de trabajo para mejorar la investigación y encontrar los mecanismos de comportamiento del cultivo de frijol (ICTA, 1988).

Agromía del cultivo: evaluar y seleccionar variedades de frijol que se adapten a los diferentes sistemas de producción en las diferentes regiones, tanto en suelos aptos para el cultivo como en laderas; así como encontrar recomendaciones óptimas de fertilización para cada sistema (ICTA, 1988).

Cooperación internacional: mantener la comunicación horizontal con el resto de países, Universidades y Centros Internacionales que se interesen en este cultivo, además, continuar con el intercambio y evaluación de materiales que por su adaptación y características deseables pueden servir para incorporarlas a variedades nacionales (ICTA, 1988).

2.9 GENOTIPOS DE FRIJOL

2.9.1 Genotipo JU 2005-1004-2

Variedad de hábito de crecimiento determinado, su floración ocurre entre los 29 y 30 días, alcanza su madurez fisiológica a los 60 días; sus granos son de color negro oscuro y de tamaño grande. Tolera la sequía y es resistente al mosaico dorado; es susceptible a la mancha angular, la roya y antracnosis. Su rendimiento está entre los 800 a 900 kilogramos por hectárea.

2.9.2 Genotipo JU 2006-1052-9

Es un genotipo de hábito de crecimiento determinado, su floración ocurre a los 30 días, alcanza su madurez fisiológica a los 63 días después de la siembra; sus granos son de color negro oscuro y de tamaño grande. Entre algunas características importantes están: la tolerancia a la sequía y que es resistente al mosaico dorado; es susceptible a la mancha angular, la roya y antracnosis. Su rendimiento está entre los 800 a 900 kilogramos por hectárea.

2.10 ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE FRIJOL

La presencia de enfermedades reduce los rendimientos en el cultivo de frijol, principalmente cuando las siembras se realizan fuera de la fecha recomendada. Se considera que el frijol es un cultivo con una baja rentabilidad, por lo que la mejor opción de control es el uso de variedades resistentes.

El uso de plaguicidas es conveniente siempre y cuando se estime que es costeable su uso. Las enfermedades más comunes y su forma de tratarlas, se presenta a continuación:

2.10.1 Enfermedades causadas por hongos

Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

Los síntomas de esta enfermedad aparecen inicialmente en el envés de las hojas y las lesiones son de un color que varía desde rojo hasta negro, y se localizan a lo largo de las venas y venillas de las hojas.

Estas lesiones también pueden mostrarse en los peciolo, ramas, tallos y vainas. Generalmente la infección en las vainas aparece en forma de manchas rosadas con borde negro, dando el aspecto como si hubiesen sido quemadas con un cigarrillo y aquí es donde alcanzan a infectarse las semillas en formación. Las vainas son las partes de la planta donde es más notoria esta enfermedad y donde

causa los daños más graves, ya que disminuye la calidad del ejote y del grano (Aldana, 2010)

Roya del Frijol (*Uromyces appendiculatus* var *typica*)

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 severa, puede haber defoliación prematura así como una disminución drástica en la formación y el llenado de las vainas. El patógeno también puede atacar tallos y pecíolos, donde se pueden observar pústulas.

Mancha angular en frijol (*Phaeoisariopsis griseola*)

Los síntomas aparecen después de 6 días de la inoculación. Se inician como manchas grisáceas delimitadas por las nervaduras, y después se tornan de un color gris oscuro a negro, distribuidas en grupos. En las vainas, las manchas son ovaladas o circulares con centros de color café rojizo y bordes ligeramente más oscuros.

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 y afecta la productividad del frijol.

Las Pudriciones de la raíz

En la mayoría de las ocasiones, la pudrición de la raíz se da por una mezcla de patógenos que atacan todos al mismo tiempo. Al atacar, estos patógenos ejercen una acción de sinergismo, de tal forma que los daños se multiplican e incrementan. Los hongos más comunes son: *Fuzarium*, *Rhizoctonia*, y *Phytium*; Estos patógenos generalmente se encuentran en los suelos donde se ha cultivado frijol.

Los síntomas más visibles de estas enfermedades en las plantas de frijol se expresan como amarillamientos, marchitamientos, enanismo y aún una germinación y emergencia pobre. Muchas veces estos síntomas son también atribuidos a factores edáficos y ambientales.

Las pudriciones de la raíz se presentan desde las primeras semanas de crecimiento de la planta y se encuentran localizadas en el campo formando parches de diferentes tamaños. En estas áreas se observan plantas pequeñas y débiles con hojas menos desarrolladas y amarillas. Algunas veces el amarillamiento se observa también en plantas adultas. Puede observarse marchitamiento total de la planta o solamente de algunas hojas.

2.10.2 Enfermedades causadas por bacterias

Bacteriosis o tizón común

Otra de las enfermedades que ataca al frijol en regiones frías de altiplano es la conocida como Bacteriosis causada por *Pseudomona syringa patovar Phaseolicola*. Los síntomas causados por esta enfermedad aparecen como manchas acuosas de forma redonda e irregular (Figura 34). Las partes de la hoja afectada se notan flácidas y están rodeadas por un círculo estrecho de tejido, color amarillo limón, el cual se vuelve después café y necrótico dando un aspecto como si la hoja estuviera quemada.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El frijol es consumido diariamente y es parte fundamental en la dieta de los guatemaltecos. La mayor parte de la producción proviene de las zonas orientales, del norte (Petén), y del altiplano central del país, realizada principalmente por agricultores de escasos recursos económicos; son pocos los agricultores de la costa sur que se dedican a la producción de este cultivo, debido a las condiciones ambientales, a los bajos rendimientos obtenidos y especialmente a factores fitosanitarios que hacen difícil su producción.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), a partir de 1984 inició la generación de tecnología para contrarrestar este problema, en los últimos años han logrado liberar al mercado materiales especialmente para las zonas tropicales, con potencial para el manejo a densidades de siembra mayores a las recomendadas; para así aprovechar al máximo su potencial genético. La densidad de siembra adecuada de un cultivo es fundamental para garantizar que las plantas alcancen su mejor desarrollo y por ende la máxima producción. A través de ofrecer a la planta el espacio suficiente para su desarrollo vegetativo y evitar la competencia desmedida por los nutrientes del suelo, espacio, luz y agua.

Además de los materiales liberados, existen otros materiales promisorios, que deben ponerse a prueba bajo las condiciones edafoclimáticas de la costa sur de Guatemala.

Por lo anteriormente mencionado y por la necesidad de seguir generando, validando y transfiriendo nuevos materiales de frijol para las zonas tropicales, se propuso evaluar tres densidades de siembra en los geotipos de frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9, bajo las condiciones del caserío La Empalizada, La Gomera, Escuintla.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el efecto de tres densidades de siembra, sobre el comportamiento de las variedades de frijol arbustivo JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9, bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio de La Gomera, Escuintla.

4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar los componentes de rendimiento para dos variedades de frijol arbustivo, manejados con tres densidades de siembra, bajo las condiciones del caserío La Empalizada, La Gomera, Escuintla.
- Cuantificar el rendimiento de grano de las variedades de frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9, en tres densidades de siembra, bajo las condiciones de La Gomera, Escuintla.
- Determinar la rentabilidad en la producción de las variedades de frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9, con tres densidades de siembra, bajo las condiciones de La Gomera, Escuintla.

V. HIPÓTESIS

- En al menos uno de los tratamientos a evaluar, los componentes del rendimiento de frijol serán mejores.
- En al menos uno de los tratamientos a evaluar, se obtendrá un mejor rendimiento de grano.
- Al menos uno de los tratamientos a evaluar, constituirá una mejor alternativa económica para el productor.

VI. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se llevó a cabo en la parcela Chicales, ubicada en el caserío La Empalizada, en el municipio de La Gomera, departamento de Escuintla; dista 26 kilómetros de la cabecera municipal. Según la organización La Gomera se encuentra situada en la parte sur del departamento de Escuintla, en la Región V o Región Central. Se localiza en la latitud 14° 05' 03" Norte y en la longitud 91° 02' 55" Oeste, limita al norte con el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa; al sur con el Océano Pacífico; al este con los municipios de San José y La Democracia; y al oeste con el municipio de Nueva Concepción, todos del departamento de Escuintla. Cuenta con una extensión territorial de 640 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altitud media de 35 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es cálido. Se encuentra a una distancia de 57 kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla. (Municipalidad de La Gomera, Escuintla, 2003)

Según el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, la precipitación anual del área se encuentra entre 1,000 y 1,100 mm. El clima se clasifica como cálido húmedo y se marcan perfectamente las dos estaciones del año, invierno (época lluviosa) y verano (época seca). La época de invierno inicia generalmente en el mes de mayo y termina en el mes de octubre y la de verano comienza en noviembre y termina a finales del mes de abril. La temperatura varía entre 31° y 33° C.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la investigación se utilizaron los genotipos de frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.

6.3 FACTORES ESTUDIADOS

En el experimento se evaluaron dos factores:

- a. Genotipos de frijol: JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.
- b. Densidades de siembra 250,000, 200,000 y 166,667 plantas/hectárea (entre surcos 40, 50 y 60 centímetros y entre plantas 10 centímetros, 1 semilla por postura)

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se evaluaron 6 tratamientos; provenientes del factorial 2 x 3 (dos genotipos y tres densidades de siembra) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de genotipos de frijol y densidades de siembra a evaluar.

No. de Tratamientos	Genotipo	Densidad (plantas/ha)	Distancia entre surcos (cm)
1	JU 2005-1004-2	250,000	40
2	JU 2005-1004-2	200,000	50
3	JU 2005-1004-2	166,667	60
4	JU 2006-1052-9	250,000	40
5	JU 2006-1052-9	200,000	50
6	JU 2006-1052-9	166,667	60

En todos los tratamientos la distancia entre posturas fue de 10 cm, colocando una semilla por postura.

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de Bloques completos al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones, provenientes del bifactorial 2 x 3 (dos genotipos y 3 densidades de siembra).

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico para la investigación fue el siguiente

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_j + A_iB_j + R_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta

u = Media general del experimento

A_i = Efecto de la i -ésima variedad

B_j = Efecto de la j -ésima densidad de siembra

A_iB_j = Efecto de la interacción entre la i -ésima variedad y la j -ésima densidad de siembra

R_k = Efecto de la repetición

E_{ijk} = Error asociado a la ijk -ésima unidad experimental

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Como parcela neta se tomaron los dos surcos centrales de cada unidad experimental. El experimento estuvo constituido por un total de 24 unidades experimentales. El área para los tratamientos 1 y 4 (40 cm entre surcos), fue de 9.6 m² (6 x 1.6 m), para los tratamientos 2 y 5 (50 cm entre surcos), fue de 12 m² (6 x 2 m) y para los tratamientos 3 y 6 (60 cm entre surcos), el área fue de 14.4

m² (6 x 2.4 m). La separación entre bloques fue de 1 m; la distancia entre posturas fue de 0.1 m y se colocó una semilla por postura; esto equivale a una densidad poblacional de 250,000 plantas por hectárea a un distanciamiento entre surcos de 40 cm; 200,000 plantas por hectárea a un distanciamiento entre surcos de 50 cm y 166,667 plantas ha⁻¹ para el distanciamiento entre surco de 60 cm.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

La distribución de los tratamientos en el campo se muestra en la figura 1.

Rep. I	Rep. II	Rep. III	Rep. IV
T2	T3	T1	T6
T4	T1	T2	T5
T6	T2	T5	T3
T1	T5	T6	T1
T3	T4	T3	T4
T5	T6	T4	T2

Figura 1. Aleatorización de los tratamientos en el campo.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para el manejo del experimento se ejecutaron las siguientes actividades:

- **Preparación del terreno**

Se realizó en forma manual, se utilizó azadón, realizando un picado profundo del suelo y eliminando terrones grandes para facilitar la germinación y emergencia de las plantas.

- **Siembra**

Se procedió a la siembra, colocando una semilla por postura, a una profundidad de aproximadamente 5 cm, distanciadas las posturas a 10 cm entre ellas.

- **Fertilización**

La fertilización se realizó a los ocho días después de la siembra; se utilizaron las dosis que el ICTA recomienda para los materiales tropicales de frijol, 40-40-0 kg por hectárea.

- **Control de malezas**

Se realizaron manualmente los controles de malezas, la primera limpia se realizó a los 15 días después de la siembra, utilizando azadón; la segunda a los 40 días después de la siembra, utilizando la misma herramienta.

- **Control de plagas y enfermedades**

Durante el desarrollo de la plantación se hicieron monitoreos constantes, para poder aplicar los productos químicos necesarios y así controlar las plagas y enfermedades que fueron desarrollándose durante el ciclo del cultivo.

Entre las plagas que se encontraron están: gusano alambre (*Agriotes ipsilum*), gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), chicharritas (*Empoasca fabae*), minadores de las hojas (*Liriomyza huidobrensis*), tortuguillas (*Diabrotica* spp), cortadores o nocheros (*Spodoptera* spp.), los barrenadores de la vaina (*Epinotia aporema*). Los productos utilizados para el control de las mismas fueron: Deltametrina, Endosulfan, Thiodicarb, Metaldehido, Endosulfan y Fosfamina.

- **Cosecha**

Cuando los materiales de frijol evaluados alcanzaron el grado de madurez apropiado, se realizó la cosecha del cultivo. Para ello se procedió a arrancar las plantas, luego se expusieron a los rayos solares; posteriormente se procedió al aporreo y limpieza del grano.

6.10 VARIABLES DE RESPUESTA

Número de vainas por planta: En el momento de la cosecha se tomaron 20 plantas al azar de cada unidad experimental, se registró el número total de vainas y luego se obtuvo el promedio respectivo.

Números de granos por vaina: Previo al aporreo del producto obtenido en cada unidad experimental, se tomaron al azar 100 vainas de cada unidad experimental, se registró el número de granos de las mismas y se procedió a obtener el promedio respectivo.

Peso de 100 granos: Luego de secado y limpiado, se tomaron al azar 100 granos y se procedió a obtener el peso de los mismos. Para ello se utilizó una balanza semianalítica.

Rendimiento de grano: Luego de secado y limpiado, se procedió a obtener el peso total del grano obtenido en cada unidad experimental. Posteriormente a la recopilación de la información, se procedió a considerar los factores respectivos (de acuerdo a las densidades evaluadas), para transformar los datos a kg/ha.

Costos de producción: Durante la ejecución del experimento se llevaron registros económicos y se anotaron las diferentes actividades que se realizaron y los costos que implicaron. Con la información generada se procedió a determinar el costo de producción para cada uno de los tratamientos evaluados.

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico

A las diferentes variables se les realizó un análisis de varianza. Al encontrar diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a realizar Pruebas de Medias, utilizando para el efecto Tukey al 5% de probabilidad de error. También se utilizaron gráficas.

6.11.2 Análisis económico

Se realizó un análisis económico de cada uno de los tratamientos, para ello se obtuvieron los costos totales de producción (CTP), el ingreso bruto (IB), el ingreso neto (IN) y se calculó la rentabilidad (R) con el modelo matemático citado por Soberanis, (2002).

$$R = \frac{IN}{CTP} \times 100$$

Donde:

$$IN = IB - CTP$$

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

7.1.1 Vainas por planta

Los resultados del análisis de varianza, para este componente, se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la variable vainas por plantas, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repetición	3	54.218	18.072	3.34	0.048 *
Genotipo (G)	1	28.623	28.623	5.28	0.036 *
Densidad (D)	2	6.884	3.442	0.64	0.543 NS
G*D	2	9.741	4.870	0.90	0.427 NS
Error	15	81.278	5.418		
Total	23	180.746			

C.V. 17%

NS = No significativo

* = Diferencia significativa

El componente de rendimiento vainas por planta presentó diferencia estadísticamente significativa para el factor genotipo (G) (cuadro 2), por lo que se procedió a realizar una prueba de medias (cuadro 3). De acuerdo a los coeficientes de variación (17%), se deduce que dicha variable fue medida en forma adecuada.

Cuadro 3. Prueba de medias Tukey (5%) para la variable vainas por planta, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9

Genotipo (G)	Media (vainas/planta)	Tukey *
JU 2005-1004-2	14.96	A
JU 2006-1052-9	12.77	B

* Medias con letra distinta son estadísticamente diferentes

Según la prueba de medias Tukey (5%) (cuadro 3), se formaron dos grupos estadísticos, en el primero de ellos se ubicó el genotipo JU 2005-1004-2, este genotipo mostró un mayor número de vainas por planta (15) en comparación con el genotipo JU 2006-1052-9 (13).

7.1.2 Granos por vaina

Esta variable granos por vaina fue sometida a análisis de varianza, los resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable granos por vaina, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repetición	3	0.934	0.311	0.60	0.623 NS
Genotipo (G)	1	0.303	0.303	0.59	0.455 NS
Densidad (D)	2	0.840	0.420	0.81	0.462 NS
G*D	2	2.177	1.088	2.10	0.156 NS
Error	15	7.762	0.517		
Total	23	12.019			

C.V. 17%

NS = No significativo

Según el análisis de varianza (cuadro 4), en esta variable no se encontró diferencia significativa. De acuerdo al coeficiente de variación 17%, se deduce que dicha variable fue medida en forma adecuada. De los resultados se deduce que ni

los genotipos de frijol, ni las densidades de siembra evaluadas, provocaron diferencias en el componente granos por vaina.

7.1.3 Peso de 100 granos

Esta variable peso de 100 granos fue sometida a análisis de varianza, los resultados se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repetición	3	150.134	50.044	3.75	0.034 *
Genotipo (G)	1	88.819	88.819	6.65	0.020 *
Densidad (D)	2	7.160	3.580	0.27	0.768 NS
G*D	2	40.267	20.133	1.51	0.253 NS
Error	15	200.227	13.348		
Total	23	486.610			

C.V. 16%

NS = No significativo

* = Diferencia significativa

Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre genotipos para la variable peso de grano (cuadro 5), por lo que se procedió a realizar una prueba de medias (cuadro 6). De acuerdo al coeficiente de variación (16 %), se deduce que dicha variable fue medida en forma adecuada.

Cuadro 6. Prueba de medias Tukey (5%) para la variable peso de 100 granos, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9

Genotipo (G)	Media (g)	Tukey *
JU 2005-1004-2	24.84	A
JU 2006-1052-9	20.99	B

* Medias con letra distinta son estadísticamente diferentes

Según los resultados de la prueba de medias Tukey (5%), se formaron dos grupos de tratamientos (Cuadro 6), sobresaliendo en el primero, el genotipo JU 2005-1004-2, con un peso de 100 granos promedio de 24.84 gramos, mientras que el genotipo JU 2006-1052-9 con peso promedio de 20.99 gramos.

7.1.4 Rendimiento de grano

Esta variable rendimiento de grano fue sometida a análisis de varianza, los resultados se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repetición	3	1186408.833	395469.611	6.03	0.0067 **
Genotipo (G)	1	1039168.166	1039168.166	15.83	0.0012 **
Densidad (D)	2	348025.000	174012.500	2.65	0.1033 NS
G*D	2	1112076.333	556038.166	8.47	0.0035 **
Error	15	984518.166	65634.544		
Total	23	4670196.500			

C.V. 12%

NS = No significativo

** = Diferencia altamente significativa

La variable rendimiento (Cuadro 7) muestra que existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre los Genotipos (G) evaluados, por lo que se procedió a realizar una prueba de medias (cuadro 8). De acuerdo a los coeficientes de variación (12%), se deduce que dicha variable fue medida en forma adecuada. Según el análisis de varianza (Cuadro 7), en la interacción Genotipo/Densidad (G*D), existieron diferencias estadísticas altamente significativas.

Cuadro 8. Prueba de medias Tukey (5%) para la variable rendimiento de grano, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9

Genotipo (G)	Media (kg/ha)	Tukey *
JU 2005-1004-2	2315	A
JU 2006-1052-9	1899	B

* Medias con letra distinta son estadísticamente diferentes

Según la prueba de medias Tukey (5%) (Cuadro 8), se formaron dos grupos estadísticos, en el primero de ellos se ubicó el genotipo JU 2005-1004-2, con un rendimiento promedio de 2315 kg/ha fue superior al genotipo JU 2006-1052-9 con 1899 kg/ha, gráficamente se puede observar en la figura 2.

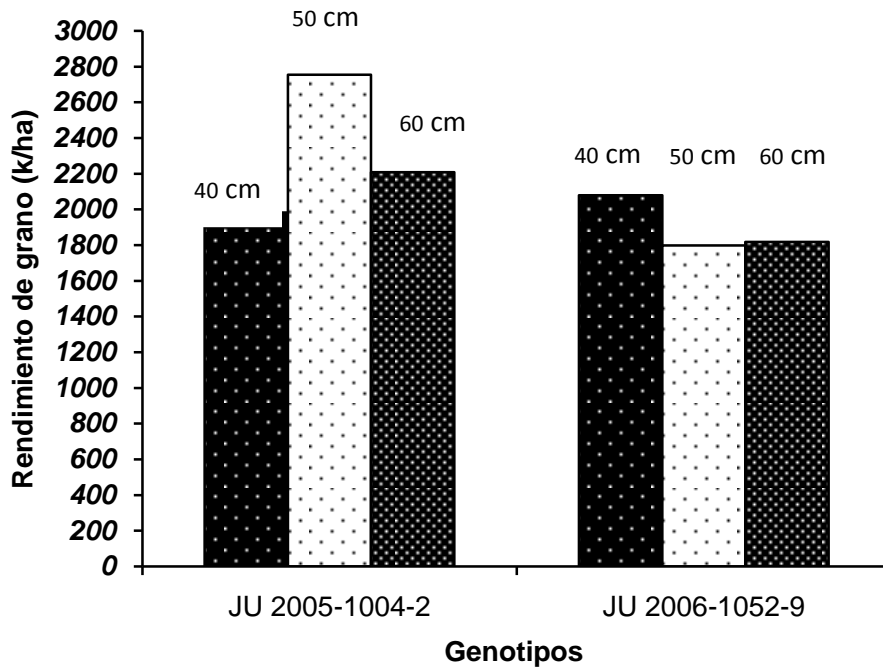


Figura 2. Rendimiento de grano, en la evaluación de tres densidades de siembra, en los genotipos de frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9

La figura anterior muestra que para el genotipo JU 2005-1004-2 se obtuvo mejor resultado al utilizar el distanciamiento de 50 cm entre surcos (2,755 kg/ha), mientras que para el genotipo JU 2006-1052-9, a ese mismo distanciamiento los resultados que se obtuvieron fueron los más bajos (1,799 kg/ha). Contrario a ello, al utilizar un distanciamiento de 40 cm entre surcos, se observa una tendencia a aumentar el rendimiento en el genotipo JU 2006-1052-9 (2,079 kg/ha), mientras que en el genotipo JU 2005-1004-2 la tendencia es a disminuir su rendimiento (1,982 kg/ha).

7.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el cuadro 9 se presenta un resumen de los parámetros económicos implicados en cada uno de los tratamientos evaluados; así como la determinación de su rentabilidad.

Cuadro 9. Análisis económico en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9

Tratamiento	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Costo de Producción (Q ha ⁻¹)	Ingreso Bruto (Q ha ⁻¹)	Ingreso Neto (Q ha ⁻¹)	Rentabilidad (%)
1	1,982	8,926.77	14,825.36	5,898.59	66
2	2,755	8,354.21	20,607.40	12,253.19	147
3	2,208	7,298.38	16,515.84	9,217.46	126
4	2,079	8,926.77	15,550.92	6,624.15	74
5	1,799	8,354.21	13,456.52	5,102.31	61
6	1,818	7,298.38	13,598.64	6,300.26	86

Precio promedio de frijol en el mercado = Q 7.48 por kg

De acuerdo a los resultados del análisis económico (Cuadro 9), todos los tratamientos evaluados fueron rentables. Sobresalen los tratamientos 2 y 3 (147% y 126%), aplicados al genotipo JU 2005-1004-2 en donde se utilizaron distanciamientos entre surcos de 50 y 60 centímetros respectivamente. Otro tratamiento con alta rentabilidad fue el 6 (86%), correspondiente al genotipo JU 2006-1052-9, con un distanciamiento de 60 centímetros entre surcos.

Se observó mayor rentabilidad del genotipo JU 2005-2004-2, al utilizar los distanciamientos 50 y 60 centímetros entre surcos, esto por el buen rendimiento del material, lo que demuestra mayor respuesta a dicho tratamiento.

VIII. CONCLUSIONES

- Para las condiciones ambientales en que se llevó a cabo el experimento, la variable rendimiento de grano de frijol, resultado de las tres densidades, fue afectada por el genotipo utilizado, similar situación se observó para las variables vainas por planta y peso de 100 granos.
- No se encontró efecto de los tratamientos en la variable granos por vaina para los genotipos evaluados.
- Las densidades de siembra evaluadas afectaron significativamente el rendimiento de grano de frijol de los genotipos JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9
- Todos los tratamientos evaluados resultan ser económicamente rentables; sin embargo, se determinó una mayor rentabilidad al cultivar el genotipo JU 2005-1004-2, con las densidades de siembra de 200,000 plantas/ha (147%) y 166,667 plantas/ ha (126%).

IX. RECOMENDACIONES

- Para el área del Caserío La Empalizada, La Gomera, Escuintla, que posean terrenos con fertilidad y características similares al usado en la investigación, se recomienda utilizar el genotipo JU 2005-1004-2, a distanciamientos de 50 cm (200,000 plantas/hectárea) o 60 cm (166,667 plantas/hectárea) entre surcos, debido a que presentó la mejor alternativa económica y los mejores rendimientos de grano.
- Validar los resultados de la presente investigación en otras zonas del país.
- Evaluar los aspectos culinarios de cada uno de los genotipos utilizados en la investigación.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aldana, L. 2010. Manual de Producción Comercial y de Semilla de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Proyecto Establecimiento del Mecanismo de Difusión Tecnológica Agrícola, y su Aplicación para Mejorar las Condiciones de Vida de los Pequeños Agricultores Indígenas y no Indígenas –PROETTAPA - . MAGA – ICTA – JICA.
- Alemán, F. (1991). Manejo de malezas. Texto Básico. Universidad Nacional Agraria FAGRO/ESAVE. Managua, Nicaragua. pp 164.
- Andrade, F.; Uhart, S. y Frugone, M. (1993). Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: Shade versus plant density effects. *Crop Science*. 33:482-485.
- Chacín, F. (1983). Estudio de tres variedades y tres densidades de siembra en frijol en la estación experimental de San Nicolás, Estado Portuguesa. Venezuela. 38 p.
- CIAT. (1975). Sistemas de producción de frijol. Agronomía. Cali. Colombia. Osprey impresores Ltda. 64p.
- CIAT. (1979). Programa de frijol: informe de resultados. Colombia. pp. 77-78.
- CIAT. (1985). Guía de estudio etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Audiotutorial. Colombia.
- Cronquist, A. (1981). An integral system of classification of flowering plants. New York, US Columbia, University Press. 1262 p.
- Díaz M; Aguilar, F. (1984). Efecto de las densidades de siembra en la distribución de materia seca en la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Turrialba. Vol 34. No. 1 Costa Rica pp 63-76.
- Fagaria, N; Balagar, V. (1997). Growth and mineral nutrition of field crops. 2 ed. US; Marcel Dekker. 624 p.
- Galindo, J.; Abawi, G.; Thurston, H. (1983). Effect of mulching on web blight of beans in Costa Rica. *Phytopathology* 73:610-615.
- Gálvez, G.; Guzmán, P.; Castaño, M. (1979). Web blight. Pages 101-110. *In: Bean production problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of Phaseolus vulgaris*. H. E Schwartz and G.E. Gálvez, eds. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 424 p.

- Gifford, R.; Thorne, J.; Hitz, W. y Giaquinta, R. (1984). Crop productivity and photoassimilate partitioning. *Science*, 225:801-808.
- 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. pp. 64-67
- ICTA. 1988. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Plan de Investigación a Mediano Plazo 1988-1992. 168p.
- Joyce, G.; Berggren, G.; Berner, D. (1990). Effects of row spacing and withinrow plant population on *Rhizoctonia* aerial blight of soybean and soybean yield. *Plant Disease* 74: 158-160.
- Lewis, J.; Papavizas, G. (1980). Integrated control of *Rhizoctonia* fruit rot of cucumber. *Phytopathology* 70:85-89.
- Molina, C. (1972). Frijol: Como aumentar su rendimiento en Guatemala. In DIGESA (Dirección General de Servicios Agrícolas, GT). Proyecto de investigación de frijol en Guatemala. Guatemala 60 p.
- Muchow, R.; Sinclair, T. y Bennet, J. (1990). Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. *Agronomy Journal* 82:338-343.
- Municipalidad de La Gomera, Escuintla, 2003. Monografía del Municipio de La Gomera, Escuintla.
- Neira, L. Edje, O. (1973). Efectos de las poblaciones de plantas en el crecimiento y rendimiento del frijol y sus componentes. Produces shorter plants that long edless. Effects of plant populations on growth and yield of beans, lilongwe, walawi, Bunda college of Agriculture, Ressearch. Bulletin No 3.
- Portilla, D. (2004). Respuesta de tres variedades de frijol rojo a tres poblaciones y dos niveles de nitrógeno. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 20 p.
- Prabhu, A.; Ailva, J.; Correa, J.; Polaro, R; Lima, E. (1983). Murcha da teia micelica do feijoeiro comun. *Epidemiología e aplicação de fungicidas. Pesq. Agr. Bras.* 12: 1323-1332.
- Prabhu, A.; Polaro, R.; Viana, C.; De Assis, F.; Zimmermann, P. (1982). Relação entre murcha da teia micelica e produção no feijoeiro comum. *Pesq. Agropec. Bras.* 17:1607-1613.

- Rincón, A.; G. Ligarreto y D. Sanjuanelo. (2007). Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria sp.*) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. *Agron. Colomb.* 25(2), 264-272.
- Soberanis, R.A. (2002) Respuesta del Cultivo de Maní (*Arachis hypogea* L) a la Fertilización Orgánica en San Miguel Chicaj, Baja Verapaz. Guatemala. Tesis –Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar.
- Vega, C.; Valentinuz, O.; Uhart, S. y Andrade, F. (1997). Rendimiento en grano por planta y estabilidad del índice de cosecha en función del tamaño de planta en soja, girasol y maíz. Maíz VI Congreso Nacional. AIANBA, Pergamino, Argentina. Tomo II, pp. 20-24.
- Viana, A. 1998. Flujo de germoplasma e impacto del PROFRIJOL en Centroamérica Período 1987-1996. PROFRIJOL para Centroamérica, México y el Caribe 48 p.
- Záccari, F. y S. Sollier. 2002. La Densidad en el cultivo de zapallos (*Cucurbita sp.*). En Seminario de Actualización en el Cultivo de Zapallo. Mesa Nacional de Cucurbitáceas. Carballo, S (Ed.) 2 de Octubre de 2002. INIA Las Brujas, Canelones. Uruguay. pp 21-23

XI. ANEXOS

Cuadro 10. Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2005-1004-2 a una densidad de 250,000 plantas/hectárea.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENDAMIENTO DE LA TIERRA	Ha	1	650	650
MANO DE OBRA			747	5561
Preparación de la tierra	jornal	15	83	1245
Siembra	jornal	10	83	830
Aplicación de fertilizante	jornal	5	83	415
Aplicación de herbicida	jornal	3	83	249
aplicación de insecticida	jornal	3	83	249
limpias	jornal	15	83	1245
cosecha	jornal	10	83	830
secado	jornal	4	83	332
selección y peso	jornal	2	83	166
INSUMOS			327.66	2715.77
Semilla de frijol	kilo	41.6	17.6	732.16
Fertilizante	kilo	200	5.06	1012
Insecticida	litro	2.88	220	631.61
Herbicidas	litro	4	85	340
COSTO TOTAL POR HA			1724.66	8926.77
RENDIMIENTO	kilos/hectárea	1982		
INGRESO BRUTO	quetzales/hectárea	Q 14,825.36		
INGRESO NETO	quetzales/hectárea	Q 5,898.59		
RENTABILIDAD	%	66		

Cuadro 11. Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2005-1004-2 a una densidad de 200,000 plantas/hectárea.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENDAMIENTO DE LA TIERRA	Ha	1	650	650
MANO DE OBRA			747	5229
Preparación de la tierra	jornal	12	83	996
Siembra	jornal	9	83	747
Aplicación de fertilizante	jornal	5	83	415
Aplicación de herbicida	jornal	3	83	249
aplicación de insecticida	jornal	3	83	249
limpias	jornal	15	83	1245
cosecha	jornal	10	83	830
secado	jornal	4	83	332
selección y peso	jornal	2	83	166
INSUMOS			327.66	2475.208
Semilla de frijol	kilo	39.43	17.6	693.968
Fertilizante	kilo	160	5.06	809.6
Insecticida	litro	2.3	220	631.64
Herbicidas	litro	4	85	340
COSTO TOTAL POR HA			1724.66	8354.21
RENDIMIENTO	kilos/hectárea	2,755		
INGRESO BRUTO	quetzales/hectárea	Q 20,607.40		
INGRESO NETO	quetzales/hectárea	Q 12,253.19		
RENTABILIDAD	%	147		

Cuadro 12. Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2005-1004-2 a una densidad de 166,667 plantas/hectárea.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENDAMIENTO DE LA TIERRA	Ha	1	650	650
MANO DE OBRA			747	4399
Preparacion de la tierra	jornal	12	83	996
Siembra	jornal	7	83	581
Aplicación de fertilizante	jornal	3	83	249
Aplicación de herbicida	jornal	3	83	249
aplicación de insecticida	jornal	2	83	166
limpias	jornal	10	83	830
cosecha	jornal	11	83	913
secado	jornal	3	83	249
selección y peso	jornal	2	83	166
INSUMOS			327.66	2249.38
Semilla de frijol	kilo	34	17.6	598.4
Fertilizante	kilo	134	5.06	678.04
Insecticida	litro	2	220	632.94
Herbicidas	litro	4	85	340
COSTO TOTAL POR HA			1724.66	7298.38
RENDIMIENTO	kilos/hectárea	2,208		
INGRESO BRUTO	quetzales/hectárea	Q 16,515.84		
INGRESO NETO	quetzales/hectárea	Q 9,217.46		
RENTABILIDAD	%	126		

Cuadro 13. Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2006-1052-9 a una densidad de 250,000 plantas/hectárea.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENDAMIENTO DE LA TIERRA	Ha	1	650	650
MANO DE OBRA			747	5561
Preparación de la tierra	jornal	15	83	1245
Siembra	jornal	10	83	830
Aplicación de fertilizante	jornal	5	83	415
Aplicación de herbicida	jornal	3	83	249
aplicación de insecticida	jornal	3	83	249
limpias	jornal	15	83	1245
cosecha	jornal	10	83	830
secado	jornal	4	83	332
selección y peso	jornal	2	83	166
INSUMOS			327.66	2715.77
Semilla de frijol	kilo	41.6	17.6	732.16
Fertilizante	kilo	200	5.06	1012
Insecticida	litro	2.88	220	631.61
Herbicidas	litro	4	85	340
COSTO TOTAL POR HA			1724.66	8926.77
RENDIMIENTO	kilos/hectárea	2,079		
INGRESO BRUTO	quetzales/hectárea	Q 15,550.92		
INGRESO NETO	quetzales/hectárea	Q 6,624.15		
RENTABILIDAD	%	74		

Cuadro 14. Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2006-1052-9 a una densidad de 200,000 plantas/hectárea.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENDAMIENTO DE LA TIERRA	Ha	1	650	650
MANO DE OBRA			747	5229
Preparacion de la tierra	jornal	12	83	996
Siembra	jornal	9	83	747
Aplicación de fertilizante	jornal	5	83	415
Aplicación de herbicida	jornal	3	83	249
aplicación de insecticida	jornal	3	83	249
limpias	jornal	15	83	1245
cosecha	jornal	10	83	830
secado	jornal	4	83	332
selección y peso	jornal	2	83	166
INSUMOS			327.66	2475.208
Semilla de frijol	kilo	39.43	17.6	693.968
Fertilizante	kilo	160	5.06	809.6
Insecticida	litro	2.3	220	631.64
Herbicidas	litro	4	85	340
COSTO TOTAL POR HA			1724.66	8354.21
RENDIMIENTO	kilos/hectárea	1,799		
INGRESO BRUTO	quetzales/hectárea	Q 13,456.52		
INGRESO NETO	quetzales/hectárea	Q 5,102.31		
RENTABILIDAD	%	61		

Cuadro 15. Análisis económico por hectárea de frijol, genotipo JU 2006-1052-9 a una densidad de 166,667 plantas/hectárea.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENDAMIENTO DE LA TIERRA	Ha	1	650	650
MANO DE OBRA			747	4399
Preparacion de la tierra	jornal	12	83	996
Siembra	jornal	7	83	581
Aplicación de fertilizante	jornal	3	83	249
Aplicación de herbicida	jornal	3	83	249
aplicación de insecticida	jornal	2	83	166
limpias	jornal	10	83	830
cosecha	jornal	11	83	913
secado	jornal	3	83	249
selección y peso	jornal	2	83	166
INSUMOS			327.66	2249.38
Semilla de frijol	kilo	34	17.6	598.4
Fertilizante	kilo	134	5.06	678.04
Insecticida	litro	2	220	632.94
Herbicidas	litro	4	85	340
COSTO TOTAL POR HA			1724.66	7298.38
RENDIMIENTO	kilos/hectárea	1,818		
INGRESO BRUTO	quetzales/hectárea	Q 13,598.64		
INGRESO NETO	quetzales/hectárea	Q 6,300.26		
RENTABILIDAD	%	86		

Cuadro 16. Resumen de los análisis factoriales (Pr > F) para las variables Vainas por planta; Granos por vaina; Peso de 100 granos y Rendimiento de grano.

Fuente de Variación	Vainas por planta	Granos por vaina	Peso de 100 granos	Rendimiento de grano
Repeticiones (R)	0.0480 *	0.6237 NS	0.0343 *	0.0067 **
Genotipos (G)	0.0363 *	0.4555 NS	0.0209 *	0.0012 **
Densidad (D)	0.5435 NS	0.4624 NS	0.7683 NS	0.1033 NS
G x D	0.4279 NS	0.1565 NS	0.2530 NS	0.0035 **
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	17	17	16	12

NS = no significativo

*= diferencia significativa

** = altamente significativo

Cuadro 17. Valores medios de las variables, en la evaluación de tres densidades de siembra en frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.

Tratamiento	Vainas por planta	Granos por vaina	Peso de 100 granos (g)	Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)
1	14	4	23	1982
2	16	4	26	2755
3	15	4	26	2208
4	12	5	22	2079
5	12	4	21	1799
6	14	4	19	1818

Composición nutricional del frijol

El frijol contiene niveles altos de proteína, carbohidratos, fósforo y tiamina.

Cuadro 18. Componentes del grano de frijol

COMPONENTES	% en gramos
Humedad	12
Extracto aterio	1.6
Fibra cruda	4.3
Proteína	22
Cenizas	3.6
Carbohidratos	60.8
Calorías	33.7
Minerales	mg
Calcio	86
Fósforo	247
Tiamina	0.54
Riboflavina	0.19
Niacina	2.1