

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Occidente
División Ciencia y Tecnología
Carrera de Agronomía



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

EVALUACIÓN DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL BOLONILLO NEGRO (*Phaseolus dumosus*) BAJO EL SISTEMA EN ASOCIO CON MAIZ (*Zea mays*), EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Presentado a las autoridades de la División de Ciencia y tecnología del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala

POR:

MICHAEL ALEJANDRO MÉNDEZ LÓPEZ

Previo a conferírsele el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

Quetzaltenango octubre 2,014

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Occidente
División Ciencia y Tecnología
Carrera de Agronomía

AUTORIDADES

Rector Magnífico:
Secretario general:
Rodas

Dr. Carlos G. Alvarado Cerezo
Dr. Carlos Enrique Camey

CONSEJO DIRECTIVO

Directora general del CUNOC:
Secretario administrativo:

Licda. Msc. María del Rosario Paz G.
Lic. Cesar Haroldo Millián R.

REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES

Ing. Agr. Msc. Héctor Alvarado Quiroa
Ing. Edelman Monzón

REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES

Br. Luis Ángel Estrada García
Br. Edson Vitelio Amézquita Cutz

REPRESENTANTE DE LOS EGRESADOS

Dr. Emilio Búcaro

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Agr. Msc. Héctor Alvarado Quiroa

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA

Ing. Agr. Msc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Occidente
División Ciencia y Tecnología
Carrera de Agronomía

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL

PRESIDENTE

Dr. Fernando Aldana de León

EXAMINADORES

Inga. Agr. Msc. Aura Elvira Hernández
Ing. Agr. Msc. Carlos Gutiérrez

SECRETARIO

Ing. Agr. Msc. Carlos Gutiérrez

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Agr. Msc. Héctor Alvarado Quiroa

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA

Ing. Agr. Msc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

NOTA: “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en el presente trabajo de graduación”. (Artículo 31 del reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente y Artículo 13 de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango octubre de 2014

**HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO
HONORABLES AUTORIDADES DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
HONORABLE MESA DE ACTO DE GRADUACIÓN Y JURAMENTACIÓN**

De conformidad con las normas que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del reglamento general de Evaluación y promoción del estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del normativo de Evaluación y promoción del estudiante del Centro Universitario de Occidente.

Tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL BOLONILLO NEGRO (*Phaseolus dumosus*) BAJO EL SISTEMA EN ASOCIO CON MAIZ (*Zea mays*), EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO.

Como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente me despido de ustedes ilustres miembros con muestras de respeto y consideración.

MICHAEL ALEJANDRO MÉNDEZ LÓPEZ

Quetzaltenango, octubre de 2014.

A QUIEN INTERESE:

Por este medio yo: Luis Fernando Aldana de León, Doctor en Ciencias Agrícolas, colegiado activo No. 549. Tuve a bien asesorar el trabajo de tesis, por lo que hago constar la culminación, hasta la fecha, del proceso de revisión del mismo, elaborado por el estudiante Michael Alejandro Méndez López, con No. de carné 200931129; por lo que doy el visto bueno a la investigación titulada: EVALUACION DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL BOLONILLO NEGRO (*Phaseolus dumosus*) BAJO EL SISTEMA EN ASOCIO CON MAIZ (*Zea mays*), EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO.

Atentamente:

Vo.Bo.



PhD. Luis Fernando Aldana de León
Email: faldana.icta@hotmail.com
Teléfono: 56972354
Asesor



**Centro Universitario de Occidente
División de Ciencia y Tecnología**

Quetzaltenango, 22 de Octubre de 2014.

Ing. Agr. MSc. Héctor Obdulio Alvarado Quiroa
Director de División de Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente -CUNOC-
Edificio.

Estimado Ingeniero Alvarado.

En respuesta al oficio No. 041/SDCyT/2014 de fecha 16 de octubre de 2014, en el cual fui nombrado por la Dirección a su cargo como REVISOR FINAL, del trabajo de investigación del estudiante MICHAEL ALEJANDRO MÉNDEZ LÓPEZ, el cual se titula:

“EVALUACIÓN DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL BOLONILLO NEGRO (*Phaseolus dumosus*) BAJO EL SISTEMA EN ASOCIO CON MAÍZ (*Zea mays*) EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO”, realizada por el estudiante.

Me permito informarle que he concluido la revisión final del trabajo en mención y considero que el mismo cumple con los requisitos establecidos por la Universidad, por la División de Ciencia y Tecnología y por la carrera de Ingeniero Agrónomo en sistemas de Producción Agrícola del Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala, por lo que recomiendo su publicación.

Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Dr. Willian Erik de León Cifuentes.
Colegiado 1729
REVISOR

Centro Universitario de Occidente
División de Ciencia y Tecnología

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 011-AGR-2014 de fecha veintitrés de octubre del año dos mil catorce del (la) estudiante: MICHAEL ALEJANDRO MÉNDEZ LÓPEZ

con Carné No 200931129 emitida por el Coordinador de la Carrera de AGRONOMIA, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN titulado: “EVALUACIÓN DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL BOLONILLO NEGRO (*Phaseolus dumosus*) BAJO EL SISTEMA EN ASOCIO CON MAIZ (*Zea mays*) EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO.”.

Quetzaltenango, 23 de octubre de 2014.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa
Director de División de Ciencia y Tecnología



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Ser supremo de toda honra y gloria por acompañarme día a día por el devenir de la vida.
Sin Él este logro no fuese posible.

A MIS PADRES

Juan Alejandro Méndez Vicente

Marcela López Salvador

Por sus consejos, apoyo y amor incondicional.

A MIS ABUELOS

Gaspar López Pérez

María Salvador Mendoza Q.E.P.D.

Pascual Méndez Q.E.P.D.

Catarina Vicente Mendoza

Por su cariño, consejos y oraciones.

A MIS HERMANAS

Hania y Dalila

Que este logro sea un ejemplo de que con dedicación y voluntad divina todo es posible.

A MI SOBRINA

Daylin Consuelo Vicente Méndez

Por los días de alegría que me ha dado.

A MI PRIMO

Jason Henry Méndez López

Por sus consejos motivacionales tanto para el éxito terrenal como espiritual.

A MIS COMPAÑEROS

Por tantos momentos vividos y compartidos.

A MI ASESOR

PhD. Fernando Aldana de León

Por su amistad, apoyo y disposición.

A la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA)

EVALUACIÓN DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL BOLONILLO NEGRO (*Phaseolus dumosus*) BAJO EL SISTEMA EN ASOCIO CON MAIZ (*Zea mays*), EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO.

Índice

Título	Página
Título.....	ix
Índice	x
Índice de cuadros.....	xiii
Índice de figuras.....	xv
Resumen.....	xvi
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 General.....	3
1.1.2 Específicos	3
1.2 Hipótesis	3
1.2.1 Hipótesis nula (Ho)	3
1.2.2 Hipótesis alternativa (Ha)	4
2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Importancia del frijol bolonillo en Centroamérica y el Caribe	5
2.2 Historia, biología y ecología de la planta del frijol.	6
2.2.1 Historia	6
2.2.2 Descripción botánica	6
2.2.3 Clasificación Taxonómica	7
2.3 Características de los materiales experimentales.....	7
2.3.1 Frijol bolonillo Altense	7
2.3.2 Frijol bolonillo Hunapú	8
2.3.3 Frijol bolonillo Texel	8
2.3.4 Frijol bolonillo Anita.....	9
2.3.5 Frijol bolonillo LOV.....	9

2.3.6	Frijol bolonillo Martín.....	10
2.3.7	Frijol bolonillo ICTA Santa Lucía.....	10
3	MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1	Ubicación del área experimental	11
3.2	Metodología	12
3.2.1	Descripción de la investigación.....	12
3.2.2	Descripción del diseño experimental y modelo estadístico	12
3.2.3	Descripción de los tratamientos	12
3.2.4	Croquis del ensayo en campo	13
3.2.5	Unidad experimental.....	14
3.2.6	Descripción de las variables de respuesta.....	15
3.2.7	Manejo agronómico	17
3.2.8	Análisis de la información	20
3.2.9	Recursos	20
4	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21
4.1	Análisis de los componentes de rendimiento de los siete genotipos y relación de daño al rendimiento de maíz.	21
4.1.1	Rendimiento experimental de grano en Kg.ha ⁻¹ de los siete genotipos de frijol bolonillo en asocio.....	21
4.1.2	Rendimiento experimental de grano en ton.ha ⁻¹ del maíz Compuesto Blanco en asocio con distintos genotipos de frijol bolonillo.....	24
4.1.3	Análisis del peso de cien granos de los genotipos de frijol bolonillo.....	27
4.1.4	Relación de daño del frijol al rendimiento de maíz	29
4.2	Análisis del comportamiento de las siete variedades evaluadas mediante capacidad de crecimiento y proporción de daño a la plantación de maíz.	32
4.2.1	Análisis del desarrollo fisiológico del frijol	32
4.2.2	Estudio sobre el daño a la planta de maíz en base a su acame.	35
4.3	Análisis económico, mediante presupuestos parciales de los genotipos estudiados.	37

4.3.1	Identificación de los costos relevantes.....	37
4.3.2	Estimación del precio de campo de la mano de obra.....	37
4.3.3	Estimación de los costos que varían.....	37
4.3.4	Estimación del precio de campo del producto.....	37
4.3.5	Estimación de los rendimientos ajustados	38
4.3.6	Obtención de los beneficios brutos y beneficios netos.....	38
4.3.7	Realización del análisis de dominancia.....	39
4.3.8	Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM).....	40
4.3.9	Calculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR)	40
4.3.10	Selección del tratamiento más rentable.....	40
4.3.11	Análisis de residuos	40
5	CONCLUSIONES	42
6	RECOMENDACIONES	43
7	BIBLIOGRAFÍA	44
8	CRONOGRAMA.....	46
9	ANEXOS	47

Índice de cuadros

Cuadro		Página
Cuadro 1.	Contenido Nutricional por cada 100 gramos de materia seca.....	5
Cuadro 2.	Identificación de tratamientos que se utilizaron en la investigación.....	13
Cuadro 3.	Presupuesto para la producción de una hectárea de frijol y maíz bajo el sistema de cultivo tradicional en asocio.....	20
Cuadro 4.	Rendimiento en grano del frijol bolonillo (Kg.ha-1), en asocio con maíz variedad Compuesto Blanco.....	22
Cuadro 5.	ANDEVA Peso en grano (Kg.ha-1) del frijol bolonillo, en asocio con maíz variedad Compuesto Blanco.....	22
Cuadro 6.	Prueba Múltiple de Media Tukey del Peso en grano (Kg.ha-1) del frijol bolonillo en asocio con maíz variedad Compuesto Blanco.....	23
Cuadro 7.	Rendimiento de grano del maíz variedad Compuesto Blanco (ton.ha-1), en asocio con frijol bolonillo.....	25
Cuadro 8.	ANDEVA Peso de grano (ton.ha-1) de maíz variedad Compuesto Blanco en asocio con frijol bolonillo.....	25
Cuadro 9.	Prueba múltiple de medias Tukey de los componentes de rendimiento peso de granos (ton.ha-1) de maíz variedad Compuesto Blanco en asocio con frijol bolonillo.....	26

Cuadro 10.	Peso de cien granos (gramos), de los siete genotipos de frijol bolonillo.....	27
Cuadro 11.	ANDEVA Peso de cien granos (gramos) de los siete genotipos de frijol bolonillo.....	28
Cuadro 12.	Prueba Múltiple de Medias Tukey del peso de 100 granos (gramos) de siete genotipos de frijol bolonillo.....	28
Cuadro 13.	Agresividad del frijol bolonillo.....	30
Cuadro 14.	Días hasta la floración de los genotipos de frijol bolonillo.....	32
Cuadro 15.	Días hasta la madurez fisiológica de vainas de los genotipos de frijol bolonillo.....	33
Cuadro 16.	Número de plantas por hectárea de maíz con acame de tallo.....	35
Cuadro 17.	Rendimiento ajustado del frijol bolonillo.....	38
Cuadro 18.	Beneficios brutos y netos del frijol bolonillo.....	38
Cuadro 19.	Análisis económico de dominancia frijol bolonillo.....	39
Cuadro 20.	Tasa de retorno marginal del frijol bolonillo.....	40
Cuadro 21.	Análisis económico de residuos del frijol bolonillo.....	41

Índice de figuras

Figura		Página
Figura 1.	Croquis del ensayo.....	13
Figura 2.	Unidad experimental.....	14
Figura 3.	Escala de agresividad del frijol bolonillo.....	30
Figura 4.	Comparación entre los días empleados para la floración y maduración fisiológica del frijol.....	34
Figura 5.	Número de plantas por hectárea de maíz con acame de tallo.....	36
Figura 6.	Identificación de los tratamientos del ensayo.....	47
Figura 7.	Registro de datos del ensayo.....	47
Figura 8.	Cosecha de vainas del frijol bolonillo.....	48
Figura 9.	Registro del peso de granos del frijol bolonillo.....	48

Resumen

El desarrollo de variedades de frijol tolerantes a condiciones ambientales locales medio de la investigación de genotipos, es una estrategia muy útil para afrontar las condiciones del cambio climático para garantizar la seguridad alimentaria en zonas marginales. (8) Por lo tanto, es de vital importancia la evaluación de genotipos en campo, tomando criterios de selección de variedades mediante la identificación y registro de características convenientes, en la fenología de la planta, rendimiento y adaptabilidad a condiciones de clima, suelo, agua, etc. de la zona. En el experimento ejecutado se evaluaron siete genotipos compuestos por variedades/líneas mejoradas de frijol negro bolonillo, provenientes del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Olinstepeque, Quetzaltenango. Sobre la base de evaluación de genotipos de frijol bolonillo, que causen un menor daño al cultivo de maíz en cuanto a rendimiento y acame de este cultivo, los tratamientos evaluados fueron: B/Hunapú (T1), B/Altense (T2), B/Texel (T3), B/Anita (T4), B/LOV (T5), B/Martín (T6"Testigo"), B/Santa Lucía (T7). Como producto de la investigación, se seleccionaron las variedades idóneas recolectando datos de rendimiento experimental en ambos cultivos asociados; se eligieron los genotipos, mediante el análisis estadístico del rendimiento en grano de frijol bolonillo y del rendimiento en grano del maíz variedad Compuesto Blanco. Para el análisis objetivo de los resultados obtenidos, se utilizó el criterio de selección, en la priorización del mayor rendimiento del maíz obtenido en el asocio, ya que es la principal fuente de alimentación y como complemento de la dieta se encuentra el frijol. Las variedades recomendadas para su siembra en asocio con maíz variedad Compuesto Blanco son los genotipos frijol bolonillo ICTA Santa Lucía con un rendimiento promedio de maíz en grano de 9.62 ton.ha⁻¹ y 547 kg.ha⁻¹ de frijol; frijol

bolonillo Texel con 9.25 ton.ha⁻¹ y 980 kg.ha⁻¹ de frijol; por último frijol bolonillo LOV con 8.71 ton.ha⁻¹ y 681 kg.ha⁻¹ de frijol, estas tres variedades son idóneas para el asocio con maíz, debido a los altos rendimientos de maíz en grano registrados; la selección del genotipo adecuado para el cultivo a campo definitivo va a depender del sistema productivo de cada agricultor, ya que los cultivares mencionados presentaron alto rendimiento en grano de maíz pero el rendimiento de frijol es variable de un cultivar a otro. Es fundamental en la elección de estos tres materiales, su precocidad; el Bolonillo ICTA Santa Lucía registró 58 días hasta la floración y 149 días hasta la maduración fisiológica de las vainas; Bolonillo LOV 68 días hasta la floración y 155 días hasta la maduración fisiológica de las vainas; por último Bolonillo Texel 70 días hasta la floración y 157 días hasta la maduración fisiológica de las vainas. Se hizo evidente que los materiales de frijol bolonillo más precoces, registraron altos rendimientos de maíz. Los datos anteriores son el reflejo la baja agresividad de cada material, a mayor agresividad mayor es el daño ocasionado a las plantas de maíz, tal es el caso del bolonillo Martín, que presentó un bajo rendimiento de maíz, es por eso que las variedades recomendadas para su cultivo son las tres antes mencionadas. El análisis económico dio como resultado, que el genotipo recomendado en base a presupuestos parciales es el bolonillo Martín, esto considerando únicamente el rendimiento de los genotipos de frijol; sin embargo no es recomendable debido a que registró mayor agresividad y disminución en la producción de grano de maíz; el genotipo recomendable en base a el análisis económico de residuos del presupuesto parcial, es el bolonillo Texel, este material a diferencia de los otros, presenta altos rendimientos y mayor rentabilidad, excluyendo al testigo en este caso frijol bolonillo Martín.

1 INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus dumosus*) es uno de los cultivos del altiplano occidental que forma parte de la dieta básica de la población rural. Sin embargo, ha sido por muchos años un cultivo casi olvidado y asediado por muchos problemas que disminuyen sus rendimientos, el cultivo crece en condiciones de agricultura de subsistencia.

Se le ha dado importancia al cultivo en Guatemala por parte del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-, compañías privadas de semillas y organizaciones agroquímicas, lo que está empezando a tener un impacto positivo en la producción de frijol en diferentes regiones de Guatemala. Esto es debido a la mejora de variedades y su aceptación por los agricultores, lo que finalmente deriva del fitomejoramiento, control de plagas y control de enfermedades más efectivas.

El sistema de cultivo empleado en la zona occidental del país, generalmente es el asocio de maíz-frijol, teniendo en cuenta que el maíz es la principal fuente de alimentación de la población rural y el frijol se ubica como una fuente alimenticia paralela al cultivo de maíz.

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

La investigación de variedades de frijol, adaptadas a condiciones ambientales locales, por medio de mejoramiento genético es una estrategia muy útil para afrontar los nuevos retos y garantizar la seguridad alimentaria en zonas marginales, al mejorar los rendimientos de granos, introduciendo tecnología de producción a los sistemas convencionales.

Por lo tanto, es de vital importancia el implementar herramientas que permitan la evaluación en campo y criterios de selección de variedades mediante la identificación de características morfológicas de la planta relacionadas con rendimiento y adaptabilidad a condiciones de ambiente de la localidad. Esto con la finalidad de generar información técnica, para la implementación y selección de genotipos, acordes a las necesidades o exigencias del productor de granos básicos.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Evaluar el potencial de rendimiento de diferentes cultivares de frijol bolonillo, su relación de daño al cultivo de maíz y la perspectiva económica del asocio.

1.1.2 Específicos

1. Determinar el potencial de rendimiento y componentes de rendimiento de los siete genotipos de frijol bolonillo y su relación de daño al cultivo de maíz.
2. Evaluar cada genotipo mediante sus etapas de desarrollo y el acame del cultivo de maíz.
3. Determinar cuál de los siete genotipos evaluados es el más rentable a través del uso de presupuestos parciales.

1.2 Hipótesis

1.2.1 Hipótesis nula (Ho)

1. No existe diferencia significativa entre el potencial de rendimiento, componentes de rendimiento y su relación de daño al cultivo maíz de los siete genotipos de frijol bolonillo a evaluar.
2. No existe comportamiento diferente entre los genotipos en cuanto a capacidad de crecimiento y el acame producido al cultivo de maíz.
3. No existe diferencia entre la rentabilidad de los diferentes genotipos evaluados.

1.2.2 Hipótesis alternativa (Ha)

1. Al menos uno de los genotipos de frijol bolonillo a evaluar, presentará diferencias significativas en cuanto a potencial de rendimiento, componente de rendimiento y su relación de daño al cultivo maíz de los siete genotipos de frijol bolonillo a evaluar.
2. Al menos uno de los genotipos de frijol bolonillo a evaluar, presentará un comportamiento diferente en cuanto a capacidad de crecimiento y el acame producido al cultivo maíz.
3. Al menos uno de los diferentes genotipos de frijol bolonillo es más rentable.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia del frijol bolonillo en Centroamérica y el Caribe

El frijol, es la fuente principal de proteína para las familias de bajos ingresos en Centro América y el Caribe de ahí la importancia de su cultivo.

Esto puede corroborarse con los datos del contenido de este grano que menciona el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá. (7)

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

Contenido	Cantidad	
Energía	337.00	kilo-calorías
Proteína	22.00	gramos
Grasa	1.60	gramos
Carbohidratos	60.80	gramos
Ceniza	3.60	gramos
Calcio	8.60	miligramos
Fosforo	247.00	miligramos
Hierro	7.60	miligramos
Tiamina	0.50	miligramos
Riboflavina	0.19	miligramos
Niacina	2.10	miligramos
Vitamina C	3.00	miligramos
Retinol equival.	2.00	miligramos

Fuente: INCAP 2012

El frijol bolonillo forma parte importante de los hábitos alimentarios de los pobladores, la importancia que esta leguminosa tiene, es el costo de la proteína que contiene, debido a que es bajo en comparación con la proteína de origen animal. (5)

2.2 Historia, biología y ecología de la planta del frijol.

2.2.1 Historia

Los primeros botánicos consideraban que el frijol era oriundo del Asia (China), y De Candolle, en el año 1,883, lo calificó como de origen desconocido o incierto. Hoy en día se sabe que procede de México y de la zona central de Suramérica. Se considera que los mexicanos fueron los primeros en iniciar con la domesticación del cultivo hace unos 5,000 años A.C., Actualmente en el norte de Argentina se encuentran algunas formas silvestres, espontáneas, posiblemente antecesoras del frijol común (*Phaseolus aborigineus* B.). (3)

2.2.2 Descripción botánica

El frijol, tiene hábitos de crecimiento variado; en Guatemala generalmente se le conoce como frijol de suelo y el crecimiento indeterminado o voluble, éstas generalmente están postradas o son rastreras, que emplean para treparse fácilmente sus zarcillos. En Guatemala también se le conoce como frijol de vara o de enredaderas, a las variedades que se desarrollan de esta manera. El sistema radical del frijol consta de una raíz principal y muchas ramificaciones laterales dándole la forma de un cono; como en todas las leguminosas, el frijol hace simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, formando nodulaciones de tamaños muy variados. Los tallos son delgados, débiles y angulosos y de sección cuadrangular; son órganos que parcialmente almacenan pequeñas cantidades de alimentos foto sintetizada los cuales más tarde son cedidos a las vainas (frutos) y luego cuando los tallos son viejos se ahuecan. Las hojas son alternas, compuestas de tres folíolos, dos laterales y uno terminal, de forma y tamaño variables con pulviniólos y pulviniólos fotosensitivos. Las hojas pueden variar su estructura ligeramente de acuerdo

con el medio ambiente donde crecen. Es usual la auto-polinización; la frecuencia de polinización cruzada es baja. El período de llenado de la semilla puede tomar como 23 días a casi 50 días. La madurez de la semilla seca se alcanza 65-150 días después de sembrar. Los granos están constituidos por dos cotiledones, formados de tejido parenquimatoso con alto contenido de almidón y proteínas. (4)

2.2.3 Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

Subreino: Embryobiontha

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsidae

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: Phaseolus

Especie: (Phaseolus dumosus) (3)

2.3 Características de los materiales experimentales

2.3.1 Frijol bolonillo Altense

Esta variedad es agresiva, por lo que es un material con dificultades en el manejo, para su asocio con maíz, su periodo de floración está comprendida en un promedio de 80 días y para la maduración fisiológica de las vainas 170 días. Los componentes de rendimiento son de 569.33 Kg.ha⁻¹ en promedio de grano, un largo de vaina promedio de 14.7 centímetros con 8 granos por vaina y un peso de 100 granos de 38.27 gramos. La

variedad/línea tiende a producir un acame promedio a las plantas de maíz de 2,499 Plantas.ha⁻¹ y un rendimiento de maíz de 7,884 Kg.ha⁻¹.

2.3.2 Frijol bolonillo Hunapú

La variedad tiene una agresividad intermedia, un material adecuado para el asocio con maíz, requiere de 90 días hasta la floración y 184 días hasta la madurez fisiología de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 766.00 Kg.ha⁻¹ en grano, un largo de vaina de 13.83 centímetros con 8 granos por vaina promedio y un peso de 100 granos de 37.77 gramos. Este genotipo produjo un acame promedio a las plantas de maíz de 2,499 Plantas.ha⁻¹ y un rendimiento de maíz de 7,359 Kg.ha⁻¹.

2.3.3 Frijol bolonillo Texel

Variedad con muy buen potencial para su cultivo en asocio debido a que tiene una agresividad intermedia, provoca un daño poco severo a la planta de maíz, requiere de 70 días hasta la floración y 157 días hasta la madurez fisiología de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 953.67 Kg.ha⁻¹ en grano, un largo de vaina de 14.16 centímetros con 7 granos por vaina promedio y un peso de 100 granos de 39.03 gramos. Es un material adecuado al sistema de cultivo en asocio debido a su alto rendimiento y precocidad para la producción de grano. Esta variedad/línea tubo un registro de acame promedio a las plantas de maíz de 1,428 Plantas.ha⁻¹ y un rendimiento de maíz de 9,271.12 Kg.ha⁻¹, uno de los rendimiento más altos, esto es un indicador positivo de las características deseables del genotipo en un sistema de asocio.

2.3.4 Frijol bolonillo Anita

Esta variedad es agresiva, requiere de 88 días hasta la floración y 184 días hasta la madurez fisiología de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 855.33 Kg.ha⁻¹ en grano, un largo de vaina de 13.67 centímetros con 7 granos por vaina promedio y un peso de 100 granos de 36.27 gramos. Es una variedad muy productiva, causa severo daño a la planta de maíz, disminuyendo su rendimiento comparado a las otras variedades. El genotipo produjo un acame promedio a las plantas de maíz de 2,499 Plantas.ha⁻¹ y un rendimiento de maíz de 7,796 Kg.ha⁻¹.

2.3.5 Frijol bolonillo LOV

Es un material adecuado al sistema de producción en asocio al calificarse con una agresividad intermedia, ocasionando un daño no severo al maíz, requiere de 68 días hasta la floración y 155 días hasta la madurez fisiología de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 676.33 Kg.ha⁻¹ en grano, un largo de vaina de 12.75 centímetros con 6 granos por vaina en promedio y un peso de 100 granos de 37.63 gramos. Es una variedad muy productiva en cuanto a grano, excelente para su cultivo en asocio con maíz y principalmente muy precoz en la producción de grano, característica importante para reducir los días de competencia entre plantas. El genotipo tiende a producir un acame promedio a las plantas de maíz de 1,071 Plantas.ha⁻¹ y un rendimiento de maíz de 8,590 Kg.ha⁻¹, es un material ideal para el asocio, debido a que el maíz produjo un alto rendimiento.

2.3.6 Frijol bolonillo Martín

La variedad es muy agresiva, difícil de manejar en el campo, debido al acame que produce a las plantas de maíz, al estar cultivadas en asocio; requiere de 100 días hasta la floración y 203 días hasta la madurez fisiológica de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 1,093.00 Kg.ha⁻¹ de grano, un largo de vaina de 13.83 centímetros con 8 granos por vaina en promedio y un peso de 100 granos de 40.80 gramos. La variedad es la más productiva en kilogramos de grano, sin embargo su agresividad reduce drásticamente la producción de maíz, al dañar severamente a las plantas. Este genotipo produjo un acame promedio a las plantas de maíz de 4,641 Plantas.ha⁻¹ y un rendimiento de maíz de 8,590 Kg.ha⁻¹, es un material con dificultades para el asocio, debido a que produce un daño severo a las plantas de maíz.

2.3.7 Frijol bolonillo ICTA Santa Lucía

La variedad tiene una agresividad baja ideal, recomendada para el asocio con maíz, calificada con 1 “No agresivo”, requiere de 58 días hasta la floración y 149 días hasta la madurez fisiológica de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio (Cuadro 1) son 538.67 Kg.ha⁻¹ de grano, un largo de vaina de 13.33 centímetros con 7 granos por vaina y un peso de 100 granos de 28.10 gramos. Es una variedad excelente para el asocio con maíz al causar un mínimo daño al maíz, de tal manera que el rendimiento de maíz es alto. El genotipo tubo el registro más bajo de acame promedio a las plantas de maíz de 714 Plantas.ha⁻¹ y un rendimiento de maíz de 9,651 Kg.ha⁻¹, es un material excelente para el asocio, debido a que produce un bajo daño a las plantas de maíz reflejado en el rendimiento en grano de maíz.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área experimental

El área experimental se ubicó en el municipio de San Juan Ostuncalco, el cual se encuentra situado en la parte Nor-Este del departamento de Quetzaltenango, en la Región VI o Región Sur-Occidental. Colinda al Norte con los municipios de Cajolá y San Miguel Sigüilá, al Sur con Concepción Chiquirichapa, al Este con San Mateo y, al Oeste con Palestina de Los Altos, todos municipios de Quetzaltenango. La altura del municipio de San Juan Ostuncalco es de 2,501 metros sobre el nivel del mar. La distancia de la Cabecera Municipal a la Cabecera Departamental es de 12 Km., mientras que para la Ciudad Capital es de 212 Km. Su extensión territorial es de 109 kms². Se ubica en las coordenadas 14°52'00"N 91°37'00"O

Existen tres regiones climáticas y el clima varía según la región: La región cwbg (de 2,000 a 2,500 metros sobre el nivel del mar), la región cwbgm (mayor de 2,500 sobre el nivel del mar), y la región awi o zona de la boca costa (menor de 2,000 metros sobre el nivel del mar); se marcan dos estaciones claramente definidas, típicas para el altiplano Occidental de Guatemala: Una época de lluvias de mayo a Octubre y otra seca de Noviembre a Abril.

En San Juan Ostuncalco el tipo de suelo predominante es el anda sol (T); este posee un horizonte "A" úmbrico o mólico que puede subyacer con horizonte "B" cámbico, o un horizonte "A" ócrico y un horizonte "B" cámbico. Pertenecerían a los sistemas de suelo "altiplano volcánico", "conos volcánicos" y "pie de monte volcánico". (3)

El municipio de San Juan Ostuncalco pertenece a la serie de suelos Totonicapán según el estudio publicado por Simmons, Táranos y Pinto en 1959.

3.2 Metodología

3.2.1 Descripción de la investigación

En la presente investigación se evaluaron siete genotipos de frijol bolonillo en asocio con un genotipo de maíz, estos genotipos provinieron del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). El trabajo se orientó en la selección de genotipos con mejores características de adaptación a condiciones ambientales en la localidad, principalmente registrando el rendimiento de cada cultivar.

3.2.2 Descripción del diseño experimental y modelo estadístico

El trabajo de investigación, se realizó utilizando un diseño experimental de bloques al azar, el modelo estadístico del diseño experimental es $Y_{ij}=M+T_i+B_j+E_{ij}$ donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

M = Media general

T_i = Efecto del tratamiento i

B_j = Efecto del bloque j

E_{ij} = Error aleatorio

3.2.3 Descripción de los tratamientos

En el experimento se evaluaron 7 tratamientos de igual número de variedades mejoradas de frijol negro bolonillo, los cuales para dicha prueba fueron proporcionados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), como semilla comercial, la cual es tratada y envasada para la venta en dicha institución. Las siete variedades que conformaron los tratamientos a evaluar, fueron identificadas de la siguiente manera:

Cuadro 2. Identificación de tratamientos que se utilizaron en la investigación.

No.	Tratamiento	Variedad/línea
1	T1	B/HUNAPU
2	T2	B/ALTENSE
3	T3	B/TEXEL
4	T4	B/ANITA
5	T5	B/LOV
6	T6	B/MARTIN (Testigo)
7	T7	B/SANTA LUCIA

3.2.4 Croquis del ensayo en campo

El área experimental consistió en siete tratamientos y tres repeticiones en la localidad.

Cada repetición tuvo un área de 196 metros cuadrados (7.0 metros de ancho por 28 metros de largo). Se estableció una calle en el experimento, con un ancho de 3 metros y un largo de 28 metros, por lo que el área total de la calle fue de 84 metros cuadrados; y una espalda de 2 metros de ancho por 28 metros de largo igual a 56 metros cuadrados. El área total del experimento fue de 728 metros cuadrados. Como se muestra:

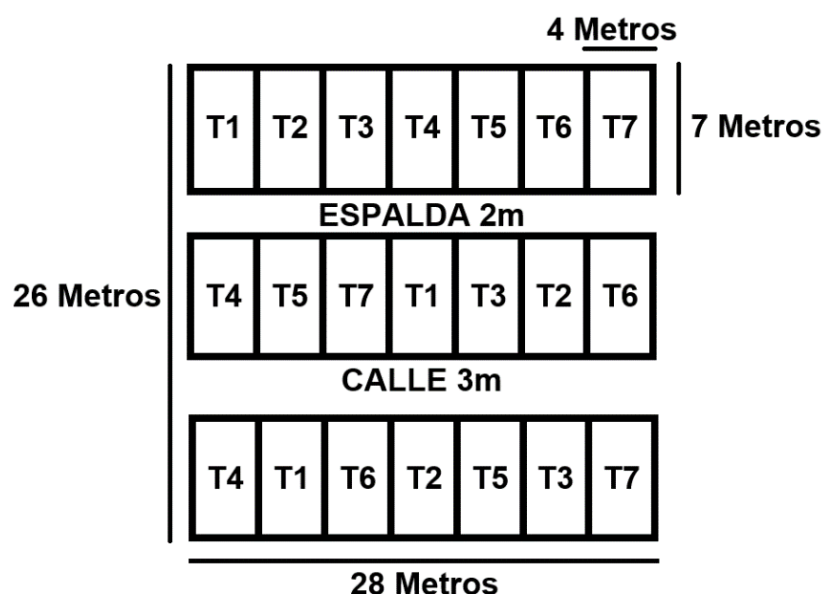


Figura 1. Croquis de ensayo.

3.2.5 Unidad experimental

La unidad experimental consistió en una parcela de 4 metros de ancho por 7.0 metros de largo (28 metros cuadrados), la distancia de siembra por postura fue de 1 metro entre planta y 1 metro entre surco, utilizando 2 semillas por postura de frijol bolonillo y 4 semillas de maíz.

El sistema de siembra en asocio contempla sembrar maíz, el cual proporciona un soporte a la planta de frijol.

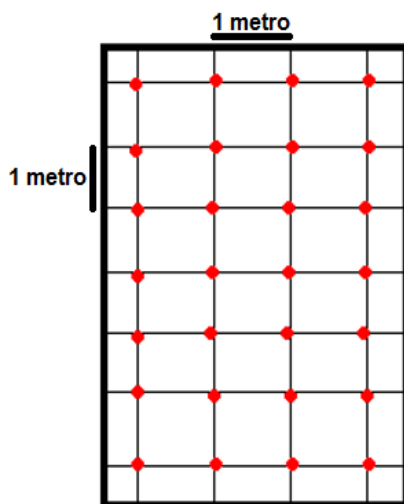


Figura 2. Unidad experimental.

3.2.6 Descripción de las variables de respuesta

3.2.6.1 Componentes de rendimiento de los siete genotipos de frijol con maíz en asocio y relación de daño al rendimiento de maíz

Para cada una de las unidades experimentales se realizó un análisis estadístico, para el rendimiento de grano del frijol y del maíz así como el peso de cien granos de frijol. Con la finalidad de determinar la existencia de diferencias significativas, entre los tratamientos, determinándose por medio de la regla de decisión “Si el valor de la p-valor de tratamientos es menor a 0.05, entonces existen diferencias significativas entre los mismos”. Al encontrar significancia, se hizo necesario la comparación múltiple de medias utilizando la prueba de Tukey, con el fin de encontrar el o los mejores tratamientos. Para dicho análisis se utilizó el programa InfoStat (versión libre); para su mejor comprensión se presentan y se discuten cada una de las salidas y resultados, obtenidos, Además se elaboraron cuadros y tablas para facilitar la interpretación, el análisis y la discusión de resultados de la categorización en una escala de agresividad del comportamiento de las plantas de frijol, esto para cada parcela experimental.

Datos recolectados:

Frijol: peso de granos (Kg.ha^{-1}), peso de cien granos (gramos), agresividad (escala).

Maíz: peso de granos (Kg.ha^{-1}).

3.2.6.2 Análisis del comportamiento de las siete variedades evaluadas mediante capacidad de crecimiento y daño a la plantación de maíz.

El análisis de conducta se realizó mediante el registro, de la últimas etapas del desarrollo fenológico, de las siete variedades de frijol y la variedad de maíz con el fin de determinar

la precocidad productiva de los genotipos. Relacionando dicho análisis con el estudio del daño por acame en las plantas de maíz; inicialmente se realizó un cuadro resumen de los resultados obtenidos; que muestra los días utilizados por cada material mejorado de frijol, en cada una de las diferentes etapas fenológicas, utilizando el promedio en días para observar el comportamiento de cada genotipo.

En cuanto al acame, se registró el número de plantas con daño en cada unidad experimental, los cuales se presentaron en plantas por hectárea.

Datos recolectados:

Frijol bolonillo: días hasta la flotación, días hasta la madurez fisiológica.

Maíz: acame de tallo (número de plantas).

3.2.6.3 Análisis económico, mediante presupuestos parciales.

El análisis de rentabilidad económica de las variedades se efectuó mediante el uso de presupuestos parciales, para el cual se enfocó el estudio, en los registros de producción de granos de frijol cosechada, en cada genotipo evaluado y el costo variable de los jornales empleados para la cosecha de cada cultivar, el cual tiende a variar debido a las diferencia de rendimiento de un genotipo a otro

El análisis económico, tuvo la finalidad de concluir cual o cuales de los genotipos son más rentable, relacionando el cambio de un cultivar a otro.

3.2.7 Manejo agronómico

3.2.7.1 Preparación del suelo

Se inició con la eliminación de malezas dentro del área de cultivo, luego se procedió con el picado y mullido del suelo. El suelo fue labrado de forma manual utilizando azadones a una profundidad de 20 centímetros, habiendo utilizado mano de obra local.

3.2.7.2 Trazado del experimento

Posterior a la preparación del suelo se procedió al trazado del ensayo. Se procuró que los ángulos de cada una de las parcelas estuvieran alineados formando ángulos de 90 grados, para lo cual se utilizó una rafia (pita de plástico), y cinta métrica. Las parcelas se delimitaron con estacas de madera en los vértices y con rafia, en el perímetro de cada una. Posteriormente se establecieron los surcos de cada unidad experimental, de acuerdo al distanciamiento de siembra determinado, se identificó cada parcela con etiquetas impermeabilizadas, ubicando la identificación de acuerdo al tratamiento que corresponde.

3.2.7.3 Siembra

La siembra se realizó de manera manual, utilizando azadones; depositando 4 semillas de maíz y 2 de frijol por postura, con un distanciamiento 1 metro entre plantas y 1 metro entre surcos.

3.2.7.4 Fertilización

La fertilización se realizó empleando recursos del agricultor, aplicando fertilizantes orgánicos (0.5 libras por postura) y dos aplicaciones de fertilizante químico; la primera

fertilización se realizó a los 45 días después de la siembra previo al aporque, se utilizaron 30 gramos aproximadamente de 20-20-0. La segunda fertilización se realizó a los 80 días después de la siembra con 30 gramos de 15-15-15 por postura.

3.2.7.5 Control de malezas

El control de malezas fue realizado de forma manual, utilizando azadones. El primer desmalezado se realizó a los 22 días después de la siembra, tres semanas posteriores a la siembra, luego se realizó el control de malezas a cada 4 semanas.

3.2.7.6 Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades fue planificado para toda el área experimental, se realizó aplicando productos químicos de uso agrícola.

La primera aplicación se realizó para el control de nemátodos en el suelo, se incorporó al suelo el nematicida granulado de nombre comercial Thimet® empleando 2 kilos en el área experimental total.

El picudo del frijol (*Apion godmani*) se controló con la aplicación vía foliar del insecticida líquido de nombre comercial Decis®, con una dosis de 12.5 cc en por rociadora de 16 litros, la primer aplicación se realizó a los 65 días después de la siembra, repitiendo la aplicación a los 15 días.

Para el control de gusano cogollero en el maíz (*Spodoptera frugiperda*), se asperjó vía foliar el insecticida líquido de nombre comercial Volaton®, con una dosis de 25 cc en una rociadora de 16 litros. La primera aplicación se realizó a los 45 días después de la

siembra, esto se repitió a cada 4 semanas, con un total de tres aplicaciones en el ciclo del cultivo.

3.2.7.7 Aporque

El aporque se realizó a los 45 días después de la siembra, la actividad consistió en acumular suelo, sobre las raíces adventicias de la planta de maíz, utilizando azadones, con el fin de asegurar el soporte de la planta de maíz al suelo, tratando de disminuir el daño por acame a las plantas de maíz a causa del viento de la época.

3.2.7.8 Cosecha

Esta actividad se realizó de manera individual para cada unidad experimental en forma manual, recolectando todas las vainas, posteriormente se procedió a secar al sol todo el material colectado. Cuando las plantas presentaron un secamiento uniforme, se realizó un aporreo (sacar semilla de las vainas) y se pesó tanto el grano como las valvas secas (biomasa), utilizando balanza de aguja, anotando el peso correspondiente de cada unidad experimental. Del mismo modo se realizó la cosecha del maíz, recolectando las mazorcas de cada unidad experimental por separado; posterior al secado uniforme de las mazorcas, se procedió al desgrane, pesando la totalidad de los granos de maíz en una balanza de aguja. (4)

3.2.8 Análisis de la información

3.2.8.1 Análisis de varianza

El análisis de varianza se utilizó para verificar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre medias.

3.2.8.2 Prueba de Tukey

Esta prueba se realizó, posteriormente a la verificación de la existencia de diferencias significativas entre las medias, de los tratamientos bajo estudio. Esta prueba representó estadísticamente, cuál o cuáles de los tratamientos, es más alto y bajo en cuanto a la relación de sus medias. Para concluir que tratamiento es el más conveniente a elegir.

3.2.9 Recursos

Cuadro 3. Presupuesto para la producción de una hectárea de frijol y maíz bajo el sistema de cultivo tradicional en asocio.

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario en quetzales (Q)	Total en quetzales (Q)
Semilla de frijol	libra	57	8.00	456.00
Semilla de maíz	libra	65	2.75	178.75
Nematicida	kilo	45	40.00	1800.00
Insecticida	litro	3	85.00	255.00
Fertilizante 20-20-0	quintal	7	280.00	1960.00
Fertilizante 15-15-15	quintal	7	275.00	1925.00
Preparación de suelo	jornal	29	75.00	2175.00
Siembra	jornal	19	75.00	1425.00
Aplicación de insecticidas	jornal	20	75.00	1500.00
Aplicación de herbicidas	jornal	21	75.00	1575.00
Aplicación de fertilizante	jornal	28	75.00	2100.00
Cosecha	jornal	34	75.00	2550.00
Total				17899.75

En el cuadro 3 se presentan los recursos, aproximados para la implementación de un cultivo tradicional, de asocio entre maíz y frijol en una hectárea.

4 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dado que el sistema de siembra es en asocio frijol-maíz, se efectuó el análisis estadístico del rendimiento y análisis descriptivo del comportamiento tanto de las plantas de frijol como del maíz, con el fin de la obtención de resultados acordes al sistema productivo, detallando los registros referentes a las variables estudiadas.

4.1 Análisis de los componentes de rendimiento de los siete genotipos y relación de daño al rendimiento de maíz.

4.1.1 Rendimiento experimental de grano en Kg.ha⁻¹ de los siete genotipos de frijol bolonillo en asocio.

El cultivo de frijol bolonillo con las diferentes variedades evaluadas manifestó diferentes rendimientos para cada uno de los tratamientos en estudio.

En cada unidad experimental, se utilizaron bolsas de papel para colectar las vainas de cada unidad experimental según su variedad y se procedió a secarlas al sol, sobre las bolsas de papel; cuando las vainas iniciaban a abrirse naturalmente tras el proceso de secado, se inició el aporreo de las vainas y al pesado de las valvas (estructura vegetal que cubre los granos de frijol) secas, para posteriormente determinar uno de los componentes de rendimiento en peso grano, de cada uno de los tratamientos y repeticiones del experimento.

El análisis estadístico se realizó para el peso de grano de cada cultivar de frijol bolonillo con el objetivo de seleccionar al genotipo con un mayor rendimiento.

Los resultados del rendimiento en granos de frijol y maíz se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro 4. Rendimiento en grano del frijol bolonillo (Kg.ha⁻¹), en asocio con maíz variedad Compuesto Blanco.

Tratamientos	Bloques			Total	Media
	I	II	III		
B/Altense	575	596	569	1740	580
B/Hunapú	786	773	766	2325	775
B/Texel	989	954	998	2941	980
B/Anita	891	893	855	2639	880
B/LOV	693	674	676	2043	681
B/Martín	1126	1107	1093	3326	1109
B/ICTA Santa Lucía	566	544	530	1640	547
Total	5626	5541	5487	16654	5551

En el cuadro 4 se presentan los rendimientos del frijol bolonillo por bloque y por cada uno de los tratamientos evaluados, en las medias se hacen evidentes tres tratamientos con mayor rendimiento el frijol bolonillo Martín con 1,109 Kg.ha⁻¹, seguido de frijol bolonillo Texel con 980 Kg.ha⁻¹ y por ultimo frijol bolonillo Anita con 880 Kg.ha⁻¹.

Cuadro 5. ANDEVA Peso en grano (Kg.ha⁻¹) del frijol bolonillo, en asocio con maíz variedad Compuesto Blanco.

F.V.	GI	SC	CM	FC	p-valor (Significancia)
BLOQUE	2	1403	701	3	0.0773 NS
TRATAMIENTO	6	783502	130584	597	0.0001 **
Error	12	2626	219		
Total	20	787531			

<0.01(**) Alta significancia, <0.05 (*) Significancia, >0.05 (NS) No significancia

En el Cuadro 5 se puede observar, el resumen del análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para tratamientos que en este caso son las variedades es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.01 de significancia por lo que es altamente significativo, se demostró que existe diferencia entre cada uno de los tratamientos estudiados, con lo cual se rechaza la primera hipótesis nula.

Para establecer cuál de los cultivares de frijol (tratamientos), estudiadas fue la más productiva en relación a los otros genotipos, con el mayor rendimiento en kg.ha^{-1} , se realizó una prueba o comparación múltiple de medias por el criterio de “Tukey” al 0.05 de significancia, esta prueba detectó cuál de los tratamientos está provocando estas diferencias.

Los resultados obtenidos en la salida del programa InfoStat se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 6. Prueba Múltiple de Media Tukey del Peso en grano (Kg.ha^{-1}) del frijol bolonillo en asocio con maíz variedad Compuesto Blanco.

Tratamiento	Medias	Tukey al 5%			
B/Martín	1109	A			
B/Texel	980		B		
B/Anita	880			C	
B/Hunapú	775				D
B/LOV	681				E
B/Altense	580				F
B/ICTA Santa Lucia	547				F
Error: 218.8095 Gl: 12					
DMS: 42.27096					

El Cuadro 6, corresponde al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia; los tratamientos que mejores resultados ofrecieron estadísticamente, en lo que se refiere a rendimiento en Kg.ha^{-1} , son en su orden bolonillo Martín, Texel,

Anita ya que estos fueron los que lograron mayor producción con valores de 1,109, 980, y 870 Kg.ha⁻¹; respectivamente sobre los otros genotipos; estos datos son aplicables a un sistema productivo desde el punto de vista exclusivamente de rendimiento de frijol. Los genotipos más recomendables, son el frijol bolonillo Texel y frijol bolonillo Anita en este análisis; excluyendo al testigo, en este caso el frijol bolonillo Martín, un cultivar muy productivo pero muy agresivo.

Para ser objetivos en las conclusiones es importante tomar en cuenta que el maíz ocupa el primer lugar dentro de la alimentación, por ende en el asocio de maíz-frijol se prioriza su rendimiento, ubicando al frijol como un complemento nutricional.

Por lo tanto para una justa crítica de los resultados obtenidos en el cuadro 6, se presenta a continuación el análisis del rendimiento del maíz, en la cual se hizo el análisis estadístico de los rendimientos promedio del maíz en asocio.

4.1.2 Rendimiento experimental de grano en ton.ha⁻¹ del maíz Compuesto Blanco en asocio con distintos genotipos de frijol bolonillo.

En el caso del maíz se cultivó una sola variedad, Compuesto Blanco, la cual se cosechó, separando las mazorcas de cada unidad experimental, con el fin de medir el rendimiento de grano en toneladas por hectárea de maíz, asociado con los diferentes cultivares de frijol.

Se efectuó un análisis estadístico para el rendimiento de grano del maíz, el cual varió notablemente de un genotipo de frijol a otro.

El análisis se realizó mediante análisis de varianza, obteniendo significancia entre tratamientos por lo que se procedió a realizar una prueba múltiple de medias con un nivel de significancia del 5%.

Cuadro 7. Rendimiento de grano del maíz variedad Compuesto Blanco (ton.ha⁻¹), en asocio con frijol bolonillo.

Tratamiento	Bloque			Total	Media
	I	II	III		
B/Altense	7.60	7.88	7.91	23.39	7.80
B/Hunapú	7.55	7.36	7.52	22.43	7.48
B/Texel	8.98	9.27	9.50	27.75	9.25
B/Anita	7.58	7.95	7.80	23.32	7.77
B/LOV	8.59	8.80	8.75	26.14	8.71
B/Martín	7.14	7.29	7.11	21.54	7.18
B/ICTA Santa Lucía	9.65	9.38	9.84	28.87	9.62
Total	57.09	57.94	58.42	173.44	57.81

En el cuadro 7 se presentan los rendimientos de maíz registrados en cada bloque y por cada uno de los genotipos de frijol bolonillo en asocio, en las medias de los rendimientos se observó tres tratamientos con mayor rendimiento el frijol bolonillo ICTA Santa Lucía con 9.62 ton.ha⁻¹, seguido de frijol bolonillo Texel con 9.25 ton.ha⁻¹ y por ultimo frijol bolonillo LOV con 8.71 ton.ha⁻¹.

Cuadro 8. ANDEVA peso de grano (ton.ha⁻¹) de maíz variedad Compuesto Blanco en asocio con frijol bolonillo.

F.V.	GI	SC	CM	FC	p-valor (Significancia)
BLOQUE	2	0.13	0	3	0.000**
TRATAMIENTO	6	15.82	3	104	0.000**
Error	12	0.30	0		
Total	20	16.25			

<0.01(**) Alta significancia, <0.05 (*) Significancia, >0.05 (NS) No significancia

El Cuadro 8 del ANDEVA se demostró que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, como se puede observar en el cuadro de análisis de varianza el p-valor para tratamientos es de 0.0001 el cual es menor al 0.01 de significancia con el cual

se realizó la prueba, evidenciando diferencias altamente significativas entre los tratamientos y bloques evaluados, con lo cual se rechaza la primera hipótesis nula.

Observando que existe alta significancia en los tratamientos y bloques se procedió a realizar la prueba por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos tuvo diferencia significativa, esto puede apreciarse en el cuadro siguiente.

Cuadro 9. Prueba múltiple de medias Tukey de los componentes de rendimiento peso de granos (ton.ha^{-1}) de maíz variedad Compuesto Blanco en asocio con frijol bolonillo.

Tratamiento	Medias	Tukey al 5%	
B/ICTA Santa Lucía	9.62	A	
B/Texel	9.25	A	
B/LOV	8.71	B	
B/Altense	7.80		C
B/Anita	7.78		C
B/Hunapú	7.48		C D
B/Martín	7.18		D
Error: 0.0133, Gl: 12			
DMS:0.32972			

Los resultados del Cuadro 9, demostraron estadísticamente que sí existen comportamientos diferentes, en lo que se refiere a rendimiento en grano (ton.ha^{-1}), de maíz en asocio con diferentes genotipos de frijol bolonillo; los tratamientos ICTA Santa Lucía, Texel y LOV, presentaron medias de producción de grano de maíz de 9.62, 9.25 y 8.71 en ton.ha^{-1} , respectivamente. El maíz en asocio con estos tres genotipos de frijol, produjeron los mayores volúmenes de grano por hectárea.

Los rendimientos de maíz en asocio con las variedades frijol bolonillo Altense, Anita, Hunapú y Martín fueron los que menores rendimientos de grano ofrecieron con 7.80, 7.78, 7.48, y 7.18 ton.ha^{-1} respectivamente, por lo cual, no son variedades recomendables considerando que el maíz es el principal cultivo.

Por lo tanto las variedades más adecuadas a la producción en asocio con maíz son los genotipos bolonillo ICTA Santa Lucía, bolonillo Texel y bolonillo LOV. Haciendo énfasis en los rendimientos altos del bolonillo Texel, tanto en grano de frijol como los altos rendimiento de maíz en grano medido, esto se debe a muchas otras características apreciables en la fenología y comportamiento de estas variedades las cuales causan menor daño a la planta de maíz.

4.1.3 Análisis del peso de cien granos de los genotipos de frijol bolonillo

Fueron contadas cien semillas de cada variedad y posteriormente pesadas en una balanza, dando los siguientes promedios:

Cuadro 10. Peso de cien granos (gramos), de los siete genotipos de frijol bolonillo.

Tratamiento	Bloque			Total	Promedio
	I	II	III		
B/Altense	38	38	38	114	38
B/Hunapú	38	37	38	113	38
B/Txel	39	38	37	114	38
B/Anita	36	36	36	109	36
B/LOV	37	38	38	113	38
B/Martín	41	40	41	121	40
B/ICTA Santa Lucía	28	28	28	84	28
Total	257	254	255	767	256

En el cuadro 10 se presentan el registro del peso de cien granos de los genotipos de frijol bolonillo evaluados, registrados en cada bloque y por cada uno de los tratamientos, en las medias de los pesos se observó cuatro grupos de tratamientos con diferente peso promedio el frijol bolonillo ICTA Santa Lucía con 28 gramos, seguido de frijol bolonillo

Anita con 36 gramos y por ultimo un grupo con pesos similares frijol bolonillo Altense, frijol bolonillo Hunapú, frijol bolonillo Texel, frijol bolonillo LOV con 38 gramos.

El Cuadro anterior sirvió de base para elaborar el Análisis de Varianza, el análisis se describe a continuación:

Cuadro 11. ANDEVA Peso de cien granos (gramos) de los siete genotipos de frijol bolonillo.

F.V.	GL	SC	CM	FC	p-valor (significancia)
BLOQUE	2	0.64	0	1	0.0878 NS
TRATAMIENTO	6	291.77	49	196	0.0000 **
Error	12	2.98	0		
Total	20	295.38			

<0.01(**) Alta significancia, <0.05 (*) Significancia, >0.05 (NS) No significancia

En el Cuadro 11 se demostró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados no así para los bloques; en el cuadro de análisis de varianza el p-valor para tratamientos es de 0.00001 el cual es menor al 0.01 de significancia. Se procedió a realizar la prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál o cuáles de los tratamientos tuvieron diferencia significativa, en el cuadro siguiente:

Cuadro 12. Prueba Múltiple de Medias Tukey del peso de 100 granos (gramos) de siete genotipos de frijol bolonillo.

Tratamiento	Medias	Tuckey al 5%
B/Martín	40	A
B/Altense	38	B
B/Texel	38	B
B/LOV	38	B
B/Hunapú	38	B
B/Anita	36	C
B/ICTA Santa Lucía	28	D

Error: 0.11111, GL: 12
DMS: 0.95255

En el Cuadro 12, correspondiente al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey; se observó la presencia de 4 grupos, en donde el tratamiento que mejores resultados registró estadísticamente, referente al peso de cien granos, es el frijol bolonillo Martín con un peso promedio de 40 gramos sobre los otros tratamientos, en la prueba de medias se observó un grupo con características similares a un promedio de 38 gramos por 100 granos pesados, los genotipos similares estadísticamente fueron: bolonillo Altense, bolonillo Texel, bolonillo LOV y bolonillo Hunapú, por último el frijol bolonillo Anita con 36 gramos y frijol bolonillo ICTA Santa Lucía con 28 gramos. Sobre la base de los resultados, se propuso, que el segundo grupo se recomienda para su cultivo; los genotipos frijol bolonillo Martín, bolonillo Altense y bolonillo Hunapú aunque son similares en peso, esta cualidad se ve mermada por su alta agresividad reduciendo el rendimiento de maíz. Por lo tanto se recomiendan los materiales bolonillo Texel y bolonillo LOV, por ser genotipos con un alto rendimiento de frijol, maíz y su baja agresividad.

4.1.4 Relación de daño del frijol al rendimiento de maíz

4.1.4.1 Análisis de la agresividad del frijol

La agresividad es una escala que se asignó a la vigorosidad del crecimiento de frijol sobre la planta de maíz, este es un indicador importante para cuantificar el daño que el frijol causó a la planta de maíz. La relación de agresividad del frijol bolonillo y daño a la planta de maíz es exponencial; a mayor nivel de agresividad dentro de la escala mayor es el daño sobre la planta de maíz y viceversa. (1)

A continuación de presentan los datos registrados para la agresividad:

Cuadro 13. Agresividad del frijol bolonillo.

Tratamiento	Bloque			Total	Media
	I	II	III		
B/Altense	7	7	7	21	7
B/Anita	7	8	8	23	8
B/Hunapu	6	7	6	19	6
B/ICTA Santa Lucia	1	1	1	3	1
B/LOV	5	5	7	17	6
B/Martin	9	9	9	27	9
B/Texel	6	6	6	18	6
Total	41	42	42	125	42

La agresividad se evaluó en base a los parámetros establecidos por investigador, con la siguiente escala: (1-2) No agresivo, (3-4) Trazas de agresividad, (5-6) Intermedio, (7-8) Agresivo, (9-10) Muy agresivo.

Para una mejor apreciación se muestra una gráfica de barras:

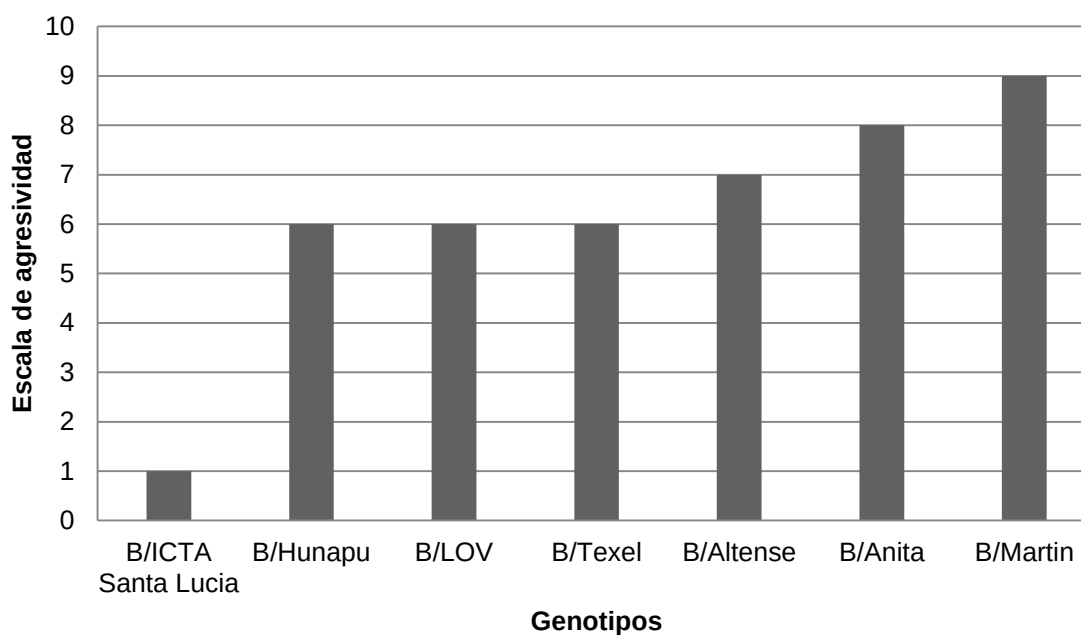


Figura 3. Escala de agresividad del frijol bolonillo

A medida que la agresividad es menor en su escala, es más beneficioso para el crecimiento óptimo del maíz; las líneas con menor agresividad son: bolonillo ICTA Santa Lucía calificada como un material No agresivo (escala 1), seguido por bolonillo Hunapú, bolonillo LOV y bolonillo Texel clasificados con una agresividad Intermedia (escala 6), concluyendo que las variedades mencionadas fueron las ideales para su cultivo en asocio, al no dañar severamente al cultivo de maíz, esto se refleja en los resultados de la prueba múltiple de medias Tukey del rendimiento en grano del maíz (Cuadro 9) en el cual observamos un rendimiento de maíz promedio de 9.62 ton.ha⁻¹ de grano de maíz en asocio con ICTA Santa Lucía, 9.25 ton.ha⁻¹ de grano de maíz en asocio con bolonillo Texel y 8.71 ton.ha⁻¹ de maíz en asocio con bolonillo LOV.

Las variedades con mayor agresividad dentro de la escala, tienden a dañar a las plantas de maíz, esto se refleja en los registros del rendimiento del cultivo de maíz; las variedades más agresivas son: bolonillo Anita y bolonillo Altense calificadas como Agresivas; esto se ve reflejado en el daño ocasionado a las plantas de maíz; Bolonillo Martín fue calificada como Muy agresiva, este material no es recomendado para su cultivo en asocio ya que reduce drásticamente el rendimiento de maíz 7.18 ton.ha⁻¹ en relación a los otros genotipos.

Los genotipos recomendados en base a sus características de rendimiento y baja agresividad son en el siguiente orden: frijol bolonillo Texel, frijol bolonillo LOV y frijol bolonillo ICTA Santa Lucía.

4.2 Análisis del comportamiento de las siete variedades evaluadas mediante capacidad de crecimiento y proporción de daño a la plantación de maíz.

4.2.1 Análisis del desarrollo fisiológico del frijol

El análisis del desarrollo se efectuó mediante el registro de días empleados por cada genotipo para las etapas fenológicas finales en su ciclo concerniente a la madurez fisiológica, con el propósito de seleccionar los genotipos más precoces. Cada variable se presenta en un cuadro resumen, que muestra los días en los cuales la planta concluyó cada etapa de desarrollo, en dicho cuadro se expresa el promedio de los datos para cada parcela experimental.

Cuadro 14. Días hasta la floración de los genotipos de frijol bolonillo.

Tratamiento	Bloque			Total	Media
	I	II	III		
B/Altense	80	80	80	240	80
B/Anita	90	85	90	265	88
B/Hunapú	90	90	90	270	90
B/ICTA Santa Lucía	60	60	55	175	58
B/LOV	5	70	70	205	68
B/Martín	100	100	100	300	100
B/Texel	70	70	70	210	70
Total	555	555	555	1665	555

En el cuadro 14 se presentan los días desde la siembra hasta la floración de los genotipos evaluados, los datos fueron registrados por cada bloque y por cada uno de los genotipos de frijol bolonillo, en las medias se observó tres tratamientos con mayor precocidad el frijol bolonillo ICTA Santa Lucía con 58 días, seguido de frijol bolonillo LOV con 68 días y por ultimo frijol bolonillo Texel con 70 días.

Cuadro 15. Días hasta la madurez fisiológica de vainas de los genotipos de frijol bolonillo.

Tratamiento	Bloque			Total	Media
	I	II	III		
B/Altense	170	170	170	510	170
B/Anita	184	184	184	552	184
B/Hunapú	184	184	184	552	184
B/ICTA Santa Lucía	149	149	149	447	149
B/LOV	155	155	155	465	155
B/Martín	203	203	203	609	203
B/Texel	157	157	157	471	157
Total	1202	1202	1202	3606	1202

En el cuadro 15 se presentan los días desde la siembra hasta la madurez fisiológica de las vainas de cada uno de los genotipos evaluados, los datos son presentados por cada bloque y por cada uno de los genotipos de frijol bolonillo evaluados, en las medias se observó la misma tendencia de la floración, tres tratamientos con mayor precocidad, estos son el frijol bolonillo ICTA Santa Lucía con 149 días, seguido de frijol bolonillo LOV con 155 días y frijol bolonillo Texel con 157 días.

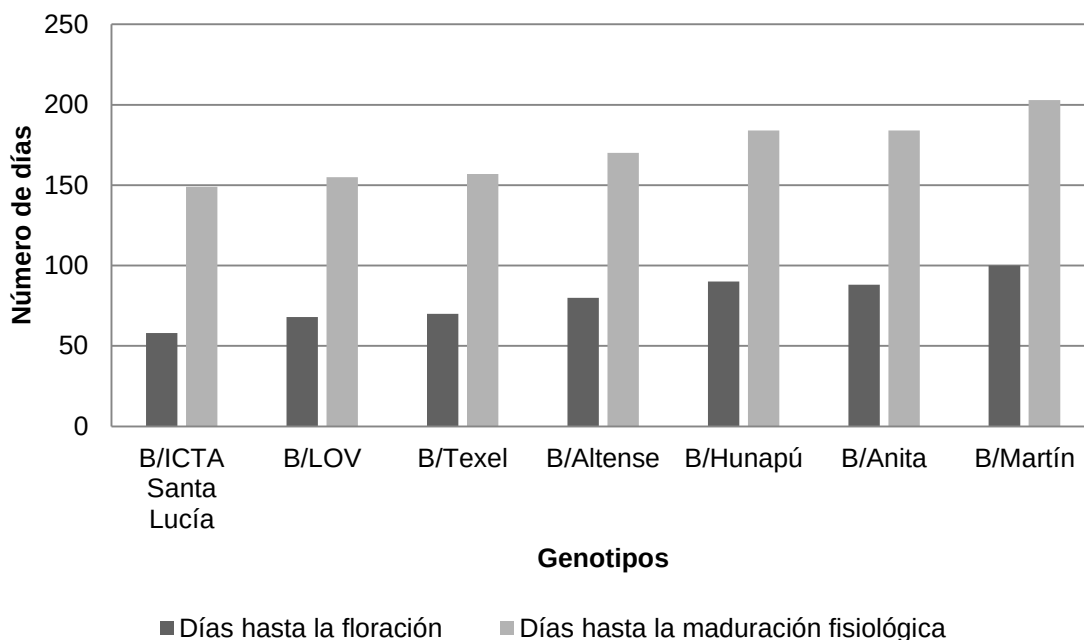


Figura 4. Comparación entre los días empleados para la floración y maduración fisiológica del frijol.

La precocidad productiva de la planta es otro factor importante dentro de las variables para la selección de las variedades; el análisis, de los días desde la siembra hasta la floración, así como para los días hasta la maduración fisiológica de las vainas, reflejó que las variedades precoces son: Bolonillo ICTA Santa Lucía con 58 días hasta la floración y 149 días hasta la maduración fisiológica de las vainas; Bolonillo LOV 68 días hasta la floración y 155 días hasta la maduración fisiológica de las vainas; por último Bolonillo Texel 70 días hasta la floración y 157 días hasta la maduración fisiológica de las vainas. Los tres genotipos antes mencionados, son recomendables para su cultivo debido al corto período para la producción de granos, su baja agresividad y el daño mínimo ocasionado a las plantas de maíz. El frijol bolonillo que presentó un período más prolongado para su desarrollo fue bolonillo Martin 100 días hasta la floración y 203 días hasta la maduración fisiológica de las vainas.

4.2.2 Estudio sobre el daño a la planta de maíz en base a su acame.

Para la comparación del daño que cada variedad de frijol causó al maíz se utilizó el registro de plantas, con daño de acame por efecto de la vigorosidad con que la planta de frijol se desarrolló paralelamente al maíz.

Cuadro 16. Número de plantas por hectárea de maíz con acame de tallo.

Tratamiento	Bloque			Total	Media
	I	II	III		
B/Altense	1786	2500	2143	6429	2143
B/Anita	2143	3214	2857	8214	2738
B/Hunapú	2500	3214	2143	7857	2619
B/ICTA Santa Lucía	714	357	1071	2143	714
B/LOV	1071	1071	1429	3571	1190
B/Martín	5714	3571	5357	14643	4881
B/Texel	1429	1071	1786	4286	1429
total	15357	15000	16786	47143	15714

En el cuadro 16 se presentan el número de plantas de maíz con daño por acame, bajo el sistema de asocio maíz-frijol, los datos fueron registrados por cada bloque y por cada uno de los genotipos de frijol bolonillo evaluados, en las medias se observó tres tratamientos con menor daño por acame a la planta de maíz, los genotipos fueron el frijol bolonillo ICTA Santa Lucía con 714 plantas por hectárea, seguido de frijol bolonillo LOV con 1.190 plantas por hectárea y por ultimo frijol bolonillo Texel con 1.429 plantas por hectárea.

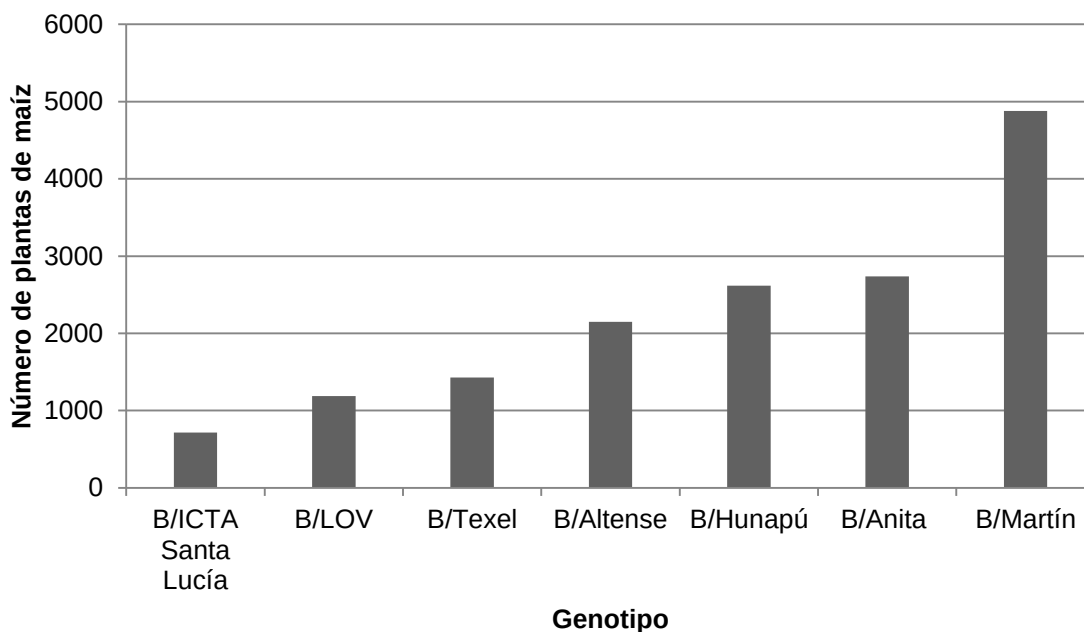


Figura 5. Número de plantas por hectárea de maíz con acame de tallo.

El daño por la agresividad del frijol se reflejó en el acame de tallo de las plantas de maíz, los genotipos que ocasionaron un menor número de plantas con acame de tallo son bolonillo ICTA Santa Lucía con 714 plantas.ha⁻¹, bolonillo LOV 1,190 plantas.ha⁻¹ y bolonillo Texel con 1,429 plantas.ha⁻¹, esto repercute en el rendimiento tanto del frijol como del maíz, al reducir el número de plantas productivas dentro de la plantación. En cuanto al genotipo más agresivo y que ocasionó aumento de daño por acame al maíz es el frijol bolonillo Martín con un promedio de 4,881 plantas por hectárea.

En conclusión, las variedades/líneas recomendables por su bajo número de plantas con acame son frijol bolonillo ICTA Santa Lucía, frijol bolonillo y frijol bolonillo Texel.

4.3 Análisis económico, mediante presupuestos parciales de los genotipos estudiados.

4.3.1 Identificación de los costos relevantes

La cosecha fue manual, por lo tanto el único rubro de costos que varían fue la mano de obra empleada en esta labor, la cual varía según el rendimiento de cada genotipo.

4.3.2 Estimación del precio de campo de la mano de obra

No se incurrió en ningún costo para llevar la mano de obra al terreno, por tanto, su precio de campo es el costo por jornal. El costo del jornal fue de Q75.00 por día de trabajo.

4.3.3 Estimación de los costos que varían

Solamente existió un costo relevante asociado a los tratamientos, este fue el de la mano de obra ocupada en la cosecha de vainas de cada cultivar de frijol bolonillo. Para obtener los costos que varían solamente se multiplicó el salario diario (Q75.00) por los jornales usados en las cosechas.

4.3.4 Estimación del precio de campo del producto

El precio de campo de los siete genotipos fue de Q17.60 por kilogramo estas variedades aún no se comercializan en grandes volúmenes en el ICTA, por lo que se manejó un único precio para los materiales.

4.3.5 Estimación de los rendimientos ajustados

Previo a la estimación del rendimiento ajustado se obtuvieron los rendimientos experimentales corregidos, los cuales resultaron de promediar los rendimientos.

Con los rendimientos experimentales corregidos se obtuvieron los rendimientos ajustados, usando una tasa de ajuste del 15 %.

Cuadro 17. Rendimiento ajustado del frijol bolonillo

Tratamiento	Tratamiento	Medias	Rendimiento ajustado al 15%
T1	B/Altense	580	667
T2	B/Hunapú	775	891
T3	B/Texel	980	1127
T4	B/Anita	880	1012
T5	B/LOV	681	783
T6	B/Martín	1109	1275
T7	B/ICTA Santa Lucía	547	629

4.3.6 Obtención de los beneficios brutos y beneficios netos

Multiplicando el rendimiento ajustado por el precio de campo del producto (Q17.60/Kg), se obtuvo el beneficio bruto, y luego sustrayendo de éste último los costos que varían, se obtuvo el beneficio neto.

Cuadro 18. Beneficios brutos y netos del frijol bolonillo

Tratamiento	Genotipo	Rendimiento ajustado al 15%	Beneficio bruto	Total costos que varían	Beneficio neto
T1	B/Altense	667	11739	2552	9188
T2	B/Hunapú	891	15686	2911	12775
T3	B/Texel	1127	19835	2983	16852
T4	B/Anita	1012	17811	3163	14649
T5	B/LOV	783	13783	2480	11304
T6	B/Martín	1275	22446	3306	19140
T7	B/ICTA Santa Lucía	629	11071	2516	8556

4.3.7 Realización del análisis de dominancia

Para realizar este análisis se organizaron los datos de costos que varían y beneficios netos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, es decir, de menor a mayor. Luego se determinó si los tratamientos son dominados o no.

Cuadro 19. Análisis económico de dominancia frijol bolonillo.

Tratamiento	Genotipo	Total costos que varían	Beneficio neto	Observación de cambio de tratamiento	Conclusión de la observación
T5	B/LOV	2480	11304		NO DOMINADO
T7	B/ICTA Santa Lucía	2516	8556	T5-T7	DOMINADO
T1	B/Altense	2552	9188	T5-T1	DOMINADO
T2	B/Hunapú	2911	12775	T5-T2	NO DOMINADO
T3	B/Texel	2983	16852	T2-T3	NO DOMINADO
T4	B/Anita	3163	14649	T3-T4	DOMINADO
T6	B/Martín	3306	19140	T3-T6	NO DOMINADO

El primer tratamiento es no dominado. En seguida se observa si al pasar de T5 a T7 disminuyen los beneficios, en este caso T7 es dominado. Luego se observa si al pasar de T5 a T1 disminuyen los beneficios, entonces T1 es dominado. Como T5 fue no dominado, se sigue empleando T5 como referencia del cambio, y ahora se observa si al pasar de T5 a T2 aumentan los beneficios y en este caso ocurre, por tanto T2 es no dominado. Como T2 fue no dominado, se sigue empleando T2 como referencia y se observa si al pasar de T2 a T3 aumentan los beneficios, T3 es no dominado. Esto se repite para T3 a T4 no aumentan los beneficios por lo que T4 es dominado, en el cambio T3 y T6 existe incremento en los beneficios, siendo T6 no dominado.

4.3.8 Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM)

Con los tratamientos no dominados se calculan los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor. Luego se calcula la TRM.

Cuadro 20. Tasa de retorno marginal del frijol bolonillo

Tratamiento	Genotipo	Total costos que varían	Beneficio neto	ΔBN	ΔCV	TRM (%)
T5	B/LOV	2480	11304			
T2	B/Hunapú	2911	12775	1471	431	341
T3	B/Texel	2983	16852	4077	72	5673
T6	B/Martín	3306	19140	2288	323	707

4.3.9 Calculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR)

Las tasas de interés en el mercado financiero informal en el Altiplano Central de Guatemala andan más o menos en 60 % por temporada de cultivo, lo cual al sumarse con el 40 % de retorno mínimo exigido a la agricultura, da una TAMIR de 100 %.

4.3.10 Selección del tratamiento más rentable

El tratamiento más rentable es el último para el cual se cumple la condición, $TMR \geq TAMIR$, se observa que ésta se cumple para T6, por tanto, este tratamiento es el más rentable. (2)

4.3.11 Análisis de residuos

Sustrayendo de los beneficios netos el costo de oportunidad de los costos variables, se tiene los residuos. Con lo cual se corrobora que el tratamiento T6 bolonillo Martin es el más rentable.

Cuadro 21. Análisis económico de residuos del frijol bolonillo

Tratamiento	Genotipo	Total costos que varían	Beneficio neto	Costo de oportunidad de los CV	Residuo
T5	B/LOV	2480	11304	2480	8824
T2	B/Hunapú	2911	12775	2911	9864
T3	B/Texel	2983	16852	2983	13870
T6	B/Martín	3306	19140	3306	15834

En conclusión el tratamiento más rentable es T6 bolonillo Martin considerando su rendimiento y jornales para su cosecha, este resultado no es del todo objetivo debido a que únicamente se contemplan los registros del rendimiento de frijol, sin embargo. Es importante enfocarse en el rendimiento de maíz, como se mencionó anteriormente es la fuente principal de la alimentación, en el asocio de ambos cultivos.

Por otro lado en el análisis económico de dominancia se evidenció que los genotipos bolonillo LOV, Hunapú y Texel presentaron un incremento en los beneficios en el cambio de un tratamiento a otro, éste resultado es un indicador que los materiales mencionados son recomendados para su cultivo en asocio.

Es importante recalcar que el genotipo recomendable, debido a sus mejores características, fue el frijol bolonillo Texel, dicho genotipo produjo altos rendimiento de maíz y frijol, además de su baja agresividad y daño por acame a las plantas de maíz; amparado por el análisis económico de residuos en el cual refleja una mayor rentabilidad sobre los otros genotipos, excluyendo al frijol bolonillo Martín que es en este caso el testigo.

5 CONCLUSIONES

Los genotipos de frijol seleccionados en base al rendimiento del cultivo de maíz y frijol, fueron las líneas o genotipos: frijol bolonillo Texel, frijol bolonillo LOV y frijol bolonillo ICTA Santa Lucía ; en los análisis de ambos cultivos en asocio se destacó un factor común, que es el frijol bolonillo Texel, este cultivar es totalmente recomendable ya que presentó un alto rendimiento tanto en grano de frijol como de grano de maíz, esto sumado al análisis referente al peso de 100 granos, en el cual el genotipo recomendado es el frijol bolonillo Texel. En cuanto al daño al cultivo de maíz por la agresividad del frijol, el frijol bolonillo Texel se mantuvo en un nivel bajo de agresividad y por ende un daño menos severo al cultivo de maíz. Por lo tanto se rechaza la primera hipótesis nula y se acepta la primera hipótesis alternativa.

El análisis de la capacidad de crecimiento de los genotipos, demostró que la línea de frijol bolonillo ICTA Santa Lucia, fue la línea más precoz seguida de frijol bolonillo LOV y frijol bolonillo Texel. El genotipo adecuado para su cultivo es el frijol bolonillo Texel, debido a su rendimiento en el asocio, como en su acelerada precocidad productiva. Por tal razón la segunda hipótesis alternativa es aceptada.

El análisis de presupuestos parciales destaco en el análisis de dominancia a los genotipos bolonillo LOV y bolonillo Texel; el genotipo ideal es el frijol bolonillo Texel ya que presentó en análisis anteriores una baja agresividad y alto rendimiento de grano de maíz y frijol, excluyendo al testigo, en este caso frijol bolonillo Martín por su agresividad. La tercera hipótesis alternativa se acepta.

6 RECOMENDACIONES

Se recomienda tres genotipos para su cultivo en asocio, la selección del más apto dependerá del sistema productivo con el que se pretende realizar el cultivo, ya que los genotipos frijol bolonillo Texel, frijol bolonillo LOV y frijol bolonillo ICTA Santa Lucía, presentaron variaciones aceptables, demostrando que estos tres materiales son aptos para su cultivo.

Utilizar el genotipo frijol bolonillo Texel debido a que es un material ideal por su precocidad productiva, mayor rendimiento de grano tanto en frijol como en maíz y baja agresividad en relación a los otros genotipos evaluados que presentaron mayor variación. Por otro lado económicamente se recomienda el bolonillo Texel por ser el más rentable en relación a los otros genotipos analizados.

Divulgar la información generada en esta investigación, a fin de que esté disponible para el uso del agricultor de la zona en donde se desarrolló el estudio.

7 BIBLIOGRAFÍA

1. Aldana, F. ICTA. 2013. Recomendaciones técnicas (Correo electrónico). ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, GT) Olinztepeque, Quetzaltenango, GT.
2. CIAGROS (Centro De Información Agrosocioeconomica, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala). 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re enseñando el uso de este enfoque. Mamerto Reyes Hernández. (En Línea). guatmemala, GT. Consultado el 25 mayo 2014. Disponible en <http://www.geocities.ws/mrhdz/pparciales.PDF>
3. CIAT (centro Internacional De Agricultura Tropical, CO) 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). (En Linea) Cali, Colombia. Consultado el 23 marzo 2013. Disponible en <http://books.google.com.gt/books?id=AtOLF2NhJogC&pg=PA2&lpg=PmmmA2&dq=MORFOLOGIA+DEL+FRIJOL+CIAT&source=bl&ots=f9nPvhxzY&sig=bLr08QqCv0cZGhoaXsuaYvzMszA&hl=es&sa=X&ei=rmmmxRaUYvnPMH1ygHW54H4Aw&ved=0CCoQ6AEwAA>
4. CIAT (centro internacional de agricultura tropical, CO). 1986. Etapas del desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Fernando Fernández de C., Paul Gepts, Marceliano López. (En Línea). Cali, Colombia. Consultado el 25 marzo 2013. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAV570.pdf.
5. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, NI). 2008. Mapeo de cadenas agroalimentarias de maíz blanco y frijol en Centroamérica edición actualizada al año 2008/IICA, Proyecto Red SICTA, Cooperación Suiza en América Central. Managua, NI. Consultado en 22 marzo 2013. Disponible en http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/actual_Mapeo_MaizFrijol.pdf
6. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 1999. Redacción de referencias bibliográficas: normas técnicas del IICA y el CATIE, 4 ed. (En línea), CR. Consultado el 7 de septiembre de 2014. Disponible en <http://www.iica.int/Esp/organizacion/LTGC/Documentacion/BibliotecaVenezuela/Documents/Redacci%C3%B3n-Referencias-Bibliogr%C3%A1ficas.htm>. 26 p.
7. INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, GT). 2012. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Segunda edición. (En Línea). Guatemala, GT. Consultado en 22 marzo 2013. Disponible en <http://www.incap.int/.../80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica>.

8. Villanueva Elias, DA. 2010, Evaluación De Seis Variedades De Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). Bajo Condiciones De Cultivo Tradicional En Localidades De Chimaltenango Y Sololá (En línea). Tesis Ingeniero Agrónomo, Guatemala, GT: Consultado el 20 de marzo de 2013. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2579.pdf Guatemala. 108 p.

8 CRONOGRAMA

Cronograma de actividades CULTIVO DE FRIJOL BOLONILLO (Phaseolus domosus) año 2,013																																					
Actividad	Mes																																				
	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				
	Semana																																				
	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	2	3	4	1	2	3	4	
Compra de insumos																																					
Planificación con agricultores																																					
Preparación del terreno																																					
Trazado del experimento																																					
Siembra																																					
Fertilización																																					
Control de malezas																																					
Control de plagas y enfermedades																																					
Cosecha																																					
Registro de las variables																																					
Análisis de información																																					
Redacción del informe																																					

9 ANEXOS



Figura 6. Identificación de los tratamientos del ensayo



Figura 7. Registro de datos del ensayo



Figura 8. Cosecha de vainas del frijol bolonillo



Figura 9. Registro del peso de granos del frijol bolonillo