

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE FRIJOL VOLUBLE EN ASOCIO CON MAÍZ, SAN  
CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.**

TESIS DE GRADO

**ESDRAS NEHEMIAS MAZARIEGOS CIFUENTES**

CARNET 16479-13

QUETZALTENANGO, JULIO DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE FRIJOL VOLUBLE EN ASOCIO CON MAÍZ, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.**

TESIS DE GRADO

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

POR

**ESDRAS NEHEMIAS MAZARIEGOS CIFUENTES**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, JULIO DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTÍNEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: MGTR. LESBIA CAROLINA ROCA RUANO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. LUIS CARLOS TORO HILTON, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
VICEDECANO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
SECRETARIO: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN  
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. EDNA LUCÍA DE LOURDES ESPAÑA RODRÍGUEZ

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

DR. LUIS FERNANDO ALDANA DE LEÓN

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

ING. LEONEL ABRAHAM ESTEBAN MONTERROSO

## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTORA ACADÉMICA: MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN

SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN  
UNIVERSITARIA: MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN  
GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

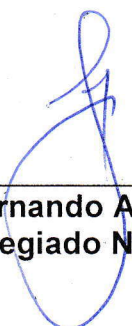
Quetzaltenango, 25 de mayo de 2019

**Honorable Consejo  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar**

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he revisado el informe final de tesis del estudiante: **ESDRAS NEHEMÍAS MAZARIEGOS CIFUENTES**, con carné **No.1647913**, titulado: **“EVALUACIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE FRIJOL VOLUBLE EN ASOCIO CON MAÍZ; SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la **FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS** para ser aprobado; por lo que solicito sean nombrados los revisores, para su aprobación final, previo a su autorización de impresión.

Deferentemente



---

**Dr. Luis Fernando Aldana de León**  
**Colegiado No. 549**



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante ESDRAS NEHEMIAS MAZARIEGOS CIFUENTES, Carnet 16479-13 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 0660-2020 de fecha 14 de marzo de 2020, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE FRIJOL VOLUBLE EN ASOCIO CON MAÍZ,  
SAN CARLOS SIJA, QUETAZALTENANGO.**

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

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 20 días del mes de julio del año 2020.



**MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN, SECRETARIO  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar**

## **Agradecimientos**

### **A Universidad Rafael Landívar**

Centro de mi formación profesional

### **A mis catedráticos.**

Por compartir sus conocimientos

### **A mi asesor PhD. Fernando Aldana de León**

Por su valiosa asesoría, revisión y corrección de este documento

### **A PhD. William de León Cifuentes**

Por todo su apoyo durante este proceso

### **A ICTA**

Por la donación de los materiales experimentales en esta investigación

## **Dedicatoria**

### **A Dios**

Fuente de sabiduría y mi refugio durante mi formación profesional

### **A mis padres. Jeremías A. Mazariegos de León y M. Lesbia Cifuentes de León**

Por ser mi apoyo y por quienes todo esfuerzo surgió

### **A mis hermanos**

Por todo el apoyo recibido durante mi formación



## Índice

1. Introducción .....	1
2. Marco teórico .....	2
2.1. Cultivo de frijol .....	2
2.1.1. Origen del frijol.....	2
2.1.2. Taxonomía del frijol.....	2
2.1.3. Importancia del frijol en Guatemala.....	2
2.1.4. Características morfológicas. ....	3
2.1.5. Requerimientos edafológicos y climáticos.....	6
2.1.6. Principales enfermedades.....	8
2.1.7. Principales plagas insectiles.....	13
2.1.8. Fases de crecimiento del cultivo. ....	16
2.1.9. Componentes de rendimiento.....	18
2.1.10. Importancia económica del cultivo de frijol. ....	19
2.1.11. Líneas avanzadas y variedades de frijol voluble.....	19
2.2. Asocio de cultivos .....	21
2.2.1. Asocio de cultivo frijol y maíz.....	22
2.3. Antecedentes .....	22
3. Planteamiento del problema y justificación del trabajo .....	29
4. Objetivos .....	30
4.1. General .....	30
4.2. Específicos .....	30
5. Hipótesis.....	31
5.1. Hipótesis alternativas .....	31
6. Metodología .....	32
6.1. Localización del trabajo .....	32
6.2. Material experimental .....	32
6.2.1. ICTA Texel Voluble.....	32
6.2.2. ICTA Hunapú Voluble.....	32

6.2.3. ICTA Labor Ovalle. ....	33
6.2.4. ICTA Quiché. ....	33
6.2.5. ICTA Umatlán. ....	33
6.2.6. ICTA Altense Voluble. ....	33
6.2.7. Variedad criolla (Testigo). ....	33
6.2.8. Variedad criolla de maíz. ....	33
6.3. Factores estudiados .....	33
6.4. Variables de estudio .....	34
6.4.1. Incidencia del picudo de la vaina. ....	34
6.4.2. Establecer altura de producción de vainas. ....	34
6.4.3. Número de mazorcas podridas. ....	34
6.4.4. Adaptabilidad vegetativa. ....	34
6.5. Descripción de los tratamientos .....	34
6.6. Diseño experimental.....	35
6.7. Modelo estadístico.....	35
6.8. Unidad experimental .....	36
6.9. Croquis de campo.....	37
6.10. Manejo del experimento.....	38
6.10.1. Preparación del terreno.....	38
6.10.2. Trazo del experimento.....	38
6.10.3. Siembra.....	38
6.10.4. Descostrar.....	38
6.10.5. Fertilización.....	38
6.10.6. Control de malezas. ....	39
6.10.7. Control de plagas insectiles.....	39
6.10.8. Aporque. ....	39
6.10.9. Cosecha. ....	39
6.11. Variables de respuesta.....	39
6.11.1. Componentes de rendimiento.....	39
6.11.2. Componentes de crecimiento vegetativo.....	40

6.11.3. Porcentaje de acame al cultivo de maíz. ....	41
6.11.4. Tolerancia a las principales enfermedades. ....	41
6.11.5. Rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz. ....	41
6.12. Análisis de la información.....	41
6.12.1. Análisis estadístico.....	41
6.12.2. Análisis económico. ....	42
7. Resultados y discusión .....	43
7.1. Componentes de Crecimiento Vegetativo.....	43
7.1.1. Días a germinación.....	43
7.1.2. Porcentaje de germinación. ....	44
7.1.3. Días a floración. ....	46
7.1.4. Días a madurez fisiológica. ....	48
7.1.5. Días a cosecha. ....	50
7.2. Porcentaje de acame de maíz. ....	52
7.3. Tolerancia a enfermedades.....	55
7.3.1. Mancha Angular ( <i>Phaeoisariopsis griseola</i> ). ....	55
7.3.2. Antracnosis ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ). ....	57
7.3.3. Roya ( <i>Uromyces appendiculatus</i> ). ....	59
7.4. Componentes de Rendimiento. ....	61
7.4.1. Vainas por planta.....	62
7.4.2. Granos por vaina. ....	64
7.4.3. Peso de 100 semillas. ....	66
7.4.4. Rendimiento en kg/ha.....	68
7.5. Rendimiento de Grano en kg/ha del Cultivo de Maíz.....	70
7.6. Análisis de correlación de las variables vainas por planta y rendimiento del frijol.....	73
7.7. Regresión de las variables vainas por planta y rendimiento del frijol .....	73
7.8. Análisis de correlación de las variables porcentaje de acame al maíz y rendimiento del maíz .....	74
7.9. Regresión de las variables porcentaje de acame al maíz y rendimiento del maíz.....	75

7.10. Análisis de correlación de las variables rendimiento de frijol y rendimiento de maíz .....	76
7.11. Análisis económico de la relación Beneficio/Costo.....	77
7.12. Variables de estudio .....	77
7.12.1. Incidencia del picudo de la vaina. ....	78
7.12.2. Altura de producción de vainas. ....	79
7.12.3. Número de mazorcas podridas. ....	80
7.12.4. Adaptabilidad vegetativa.....	80
8. Conclusiones .....	82
9. Recomendaciones.....	84
10. Bibliografía.....	85
11. Anexos.....	88

## Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados, líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.....	35
Tabla 2. Días a germinación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018. ....	43
Tabla 3. Análisis de Varianza ANDEVA de la variable días a germinación en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.....	44
Tabla 4. Porcentaje de germinación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.....	44
Tabla 5. Análisis de Varianza ANDEVA de la variable porcentaje de germinación en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.....	45
Tabla 6. Días a floración de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018. ....	46
Tabla 7. Análisis de Varianza ANDEVA de la variable días a floración en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.....	47
Tabla 8. Prueba de Tukey para la variable días a floración de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.....	47
Tabla 9. Días a madurez fisiológica de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.....	48
Tabla 10. Análisis de Varianza ANDEVA de la variable días a madurez fisiológica en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018. ....	49
Tabla 11. Prueba de Tukey para la variable días a madurez fisiológica de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018. ....	49
Tabla 12. Días a cosecha de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018. ....	50

Tabla 13. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable días a cosecha en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	51
Tabla 14. <i>Prueba de Tukey para la variable días a cosecha de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	52
Tabla 15. <i>Porcentaje de acame al cultivo de maíz en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	53
Tabla 16. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable porcentaje de acame al cultivo de maíz en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	54
Tabla 17. <i>Prueba de Tukey para la variable porcentaje de acame al cultivo de maíz en asocio con líneas avanzadas y variedades de frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	54
Tabla 18. <i>Tolerancia a la enfermedad mancha angular de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	55
Tabla 19. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable tolerancia a la enfermedad mancha angular en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	56
Tabla 20. <i>Prueba de Tukey para la variable tolerancia a la enfermedad mancha angular de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	57
Tabla 21. <i>Tolerancia a la enfermedad antracnosis de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	58
Tabla 22. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable tolerancia a la enfermedad antracnosis en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	58
Tabla 23. <i>Prueba de Tukey para la variable tolerancia a la enfermedad antracnosis de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	59
Tabla 24. <i>Tolerancia a la enfermedad roya de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	60

Tabla 25. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable tolerancia a la enfermedad roya en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	60
Tabla 26. <i>Prueba de Tukey para la variable tolerancia a la enfermedad roya de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	61
Tabla 27. <i>Vainas por planta de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	62
Tabla 28. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable vainas por planta en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	63
Tabla 29. <i>Prueba de Tukey para la variable vainas por planta de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	63
Tabla 30. <i>Granos por vaina de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	64
Tabla 31. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable granos por vaina en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	65
Tabla 32. <i>Prueba de Tukey para la variable granos por vaina de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	65
Tabla 33. <i>Peso de 100 semillas de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	66
Tabla 34. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable peso de 100 semillas en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	67
Tabla 35. <i>Prueba de Tukey para la variable peso de 100 semillas de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	67
Tabla 36. <i>Rendimiento en kg/ha de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	68

Tabla 37. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable rendimiento en kg/ha en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	69
Tabla 38. <i>Prueba de Tukey para la variable rendimiento en kg/ha de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	70
Tabla 39. <i>Rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	71
Tabla 40. <i>Análisis de Varianza ANDEVA de la variable rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	71
Tabla 41. <i>Prueba de Tukey para la variable rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	72
Tabla 42. <i>Análisis de correlación de Pearson para las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	73
Tabla 43. <i>Análisis de regresión lineal para las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	73
Tabla 44. <i>Estadísticos asociados para determinar la regresión lineal de las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	73
Tabla 45. <i>Análisis de correlación de Pearson para las variables porcentaje de acame de maíz y rendimiento del maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	75
Tabla 46. <i>Análisis de regresión lineal para las variables porcentaje de acame de maíz y rendimiento del maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	75
Tabla 47. <i>Estadísticos asociados para determinar la regresión lineal de las variables porcentaje de acame de maíz y rendimiento del maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> ....	75
Tabla 48. <i>Análisis de correlación de Pearson para las variables rendimiento del frijol y rendimiento del maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	76
Tabla 49. <i>Análisis económico de la relación beneficio/costo de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	77
Tabla 50. <i>Porcentaje de daño del picudo de la vaina en líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	78



Tabla 51. <i>Altura de producción de vainas de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	79
Tabla 52. <i>Número de mazorcas podridas del cultivo de maíz, en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	80
Tabla 53. <i>Adaptabilidad vegetativa de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	81
Tabla 54. <i>Costo de producción por hectárea de la línea avanzada de frijol ICTA Texel Voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.</i> .....	88

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Unidad experimental para la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018. ....	36
<i>Figura 2.</i> Croquis de campo y aleatorización de las líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018. ....	37
<i>Figura 3.</i> Regresión lineal para las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018. ....	74
<i>Figura 4.</i> Regresión lineal para las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018. ....	76

## **EVALUACIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE FRIJOL VOLUBLE EN ASOCIO CON MAÍZ; SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO**

### **Resumen**

El objetivo del estudio fue evaluar cuatro líneas avanzadas y dos variedades mejoradas de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L) en asocio con maíz (*Zea mays*); San Carlos Sija, Quetzaltenango. El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron ICTA Texel Voluble, ICTA Hunapú Voluble, ICTA Labor Ovalle, ICTA Quiché, ICTA Umatlán, ICTA Altense Voluble y Testigo del agricultor. Las variables de respuesta fueron: días a germinación, porcentaje de germinación, días a floración, días a madurez fisiológica, días a cosecha, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento en kg/ha, tolerancia a las principales enfermedades, porcentaje de acame al cultivo de maíz y rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz. Los resultados obtenidos mostraron que las líneas avanzadas de frijol voluble: ICTA Hunapú Voluble alcanzó el mayor rendimiento con 696.50 kg/ha seguido por ICTA Texel Voluble con 605.83 kg/ha e ICTA Labor Ovalle con 560.02 kg/ha respectivamente. Respecto al crecimiento vegetativo ICTA Umatlán demostró ser la más precoz con 182 días a cosecha e ICTA Labor Ovalle con 195 días a cosecha. ICTA Hunapú Voluble, ICTA Labor Ovalle e ICTA Texel Voluble en asocio con maíz obtuvieron la mayor ganancia económica debido a que presentaron una relación Beneficio/Costo de 1.73%, 1.72% y 1.69% respectivamente; es decir, que por cada quetzal invertido se recuperan Q 1.73, Q 1.72 y Q 1.69 respectivamente.

## **1. Introducción**

El frijol, (*Phaseolus vulgaris* L.), en Guatemala es uno de los granos básicos más importantes de la dieta alimenticia de la mayoría de la población, este cultivo es básico de autoconsumo, especialmente de grupos humanos de escasos recursos económicos, constituyendo una fuente principal de proteínas y carbohidratos, además aporta cantidades importantes de minerales (Ca, Mg, Fe), Vitamina A, B1-Tiamina, B2-Rivoflavina y C-ácido ascórbico. La dieta de los guatemaltecos, especialmente en el área rural se basa en el consumo de maíz y frijol, este último ocupa el segundo lugar después del maíz tanto por el área sembrada como también por la cantidad consumida (Villatoro, Castillo, & Franco, 2011).

El sistema de cultivo frijol-maíz es empleado por la población occidental del país, sin embargo, en los últimos años la producción no ha sido la esperada, los bajos rendimientos de este cultivo relacionado a la disponibilidad de variedades poco rendidoras afecta de una u otra manera a los productores. Las condiciones climáticas, edáficas, biológicas y la reducción de las áreas para la producción agrícola han hecho que los rendimientos de los cultivos sean muy inestables, con lo cual se afecta la producción y por ende la disponibilidad de alimento para las familias rurales.

Ante dicha situación se propuso la evaluación de cuatro líneas avanzadas y dos variedades mejoradas de frijol voluble en asocio con maíz, seleccionadas por su elevado rendimiento y buenas características vegetativas, en el municipio de San Carlos Sija, Quetzaltenango, con la finalidad de encontrar una línea o variedad de frijol con rendimientos óptimos, crecimiento adecuado, asimismo tolerante a enfermedades, aceptable a las exigencias de los productores, la evaluación se realizó mediante el diseño experimental de Bloques completos al azar.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Cultivo de frijol

**2.1.1. Origen del frijol.** 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 como los centros de diversificación primaria. Hallazgos arqueológicos en sus posibles centros de origen México, Centroamérica y Sudamérica indican que el fríjol era conocido por lo menos unos 5,000 años antes de la era cristiana (Aldana, 2010).

**2.1.2. Taxonomía del frijol.** Desde el punto de vista taxonómico, el fríjol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es (*Phaseolus vulgaris* L.) asignado por Linneo en 1753. Pertenece a la tribu Phaseolae de la subfamilia papilionoidae dentro del orden Rosales y la familia Leguminosae (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan, siendo estas: (*P. vulgaris* L.), (*P. lunatus* L.), (*P. coccineus* L.) & (*P. acutifolius* A. Gray van *latifolius* Freeman) (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**2.1.3. Importancia del frijol en Guatemala.** El frijol es una de las leguminosas más importantes de la dieta diaria de los guatemaltecos, especialmente para familias de escasos recursos económicos, en el país, dentro de los granos básicos, el frijol ocupa el segundo lugar después del maíz, tanto por la superficie sembrada como también por la cantidad que consume la población de este cultivo. En Guatemala están delimitadas cuatro regiones que sobresalen como productoras de frijol las cuales por orden de importancia son: región oriental, región altiplano, región del Norte y la región del Sur (Villatoro, Castillo, & Franco, 2011).

La dieta de los guatemaltecos, especialmente en el área rural se basa en el consumo de maíz y frijol (este último ocupa el 31% del área total cultivada con granos básicos) con una ingesta diaria promedio para adultos de 423 g/d de maíz y 58 g/d de frijol. El consumo de frijol aparente anual per cápita para Guatemala se calcula en 9.4 kg. Los niveles de consumo varían de acuerdo con el estrato económico de los consumidores, y su localización geográfica, de esta cuenta se tiene que en el área rural y estratos con bajo nivel de ingresos son los que consumen mayor cantidad de frijol

por día y este cultivo en Guatemala, ha sido motivado 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).

El objetivo primario del cultivo de frijol, especialmente del frijol negro, en Guatemala es satisfacer las necesidades alimentarias nacionales, para el año 2014 hubo una producción total de 225,760.00 t, aportando el departamento de Quetzaltenango a ello 1,223.65 t, siendo el 98% para consumo interno y el 2% para exportación, indicando que mantener la autosuficiencia como país a través de este cultivo enmarca su relevada importancia (MAGA, 2014).

**2.1.4. Características morfológicas.** El estudio de la morfología se hace por los caracteres, es decir, las marcas externas que componen cada órgano, visibles a escalas macroscópica y microscópica. Los caracteres de la morfología de las especies se agrupan en caracteres constantes y caracteres variables. Los caracteres constantes son aquellos que identifican la especie o la variedad y generalmente son de alta heredabilidad. Los caracteres variables reciben la influencia de las condiciones ambientales, y podrán ser considerados como la resultante de la acción del medio ambiente sobre el genotipo (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**a. Raíz.** En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales, además, se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra dentro de los primeros 0.20 m de profundidad del suelo. Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación incluso dentro de una misma variedad.

Como miembro de la subfamilia papilionoideae, (*Phaseolus vulgaris* L.) presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan el nitrógeno atmosférico que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta. La composición del sistema radical del frijón y su tamaño dependen de las características del suelo, tales como estructura, porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad, temperatura, contenido de nutrientes, entre otros (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**b. Tallo.** El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. Desde la germinación, y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristemo tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos. Un nudo es el punto de inserción de las hojas o de los cotiledones en el tallo. El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. El tallo es el resultado de un proceso dinámico de construcción activa desde sus primeras etapas de crecimiento por parte de un grupo de células situadas en su parte final, llamada meristemo terminal. Este proceso de construcción incluye también la formación de otros órganos en los nudos y la de los entrenudos. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, y puede ser erecto, semiprostrado y prostrado, según el hábito de crecimiento de la variedad (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**c. Hábito de crecimiento.** Este concepto morfoagronómico puede ser definido como el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta que determinan su arquitectura final. Debido a que algunos de estos caracteres son influenciados por el ambiente, el hábito de crecimiento puede ser afectado por éste. Los principales caracteres morfoagronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son: el tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado, el número de nudos, la longitud de los entrenudos y, en consecuencia, la altura de la planta, la aptitud para trepar, el grado y tipo de ramificación. Es necesario incluir el concepto de guía definida como la parte del tallo o de las ramas que sobresale por encima del follaje del cultivo (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

Se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales tipo I: hábito de crecimiento determinado arbustivo, tipo II: hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, tipo III: hábito de crecimiento indeterminado postrado y tipo IV: hábito de crecimiento indeterminado trepador (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**d. Hojas.** Las hojas del fríjol son de dos tipos, simples y compuestas, y están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del fríjol, tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. En la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular que siempre son visibles (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

En condiciones normales, existe una gran variación en cuanto al color y la pilosidad de las hojas. Estos caracteres pueden o no tener relación con el color y la pilosidad del tallo y de las ramas. La variación también está relacionada con la variedad, con la posición de la hoja en la planta y con la edad (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**e. Flores e inflorescencia.** La flor del fríjol es una típica flor papilionácea. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bracteolas que tienen forma ovalada o redonda. En su estado final, la corola, que aún está cerrada, sobresale, y las bracteolas cubren sólo el cáliz. Cuando ocurre el fenómeno de antesis la flor se abre (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

La morfología floral del fríjol favorece el mecanismo de autopolinización, ya que las anteras están al mismo nivel del estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce el derrame del polen (antesis), éste cae directamente sobre el estigma (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).



Las inflorescencias pueden ser terminales o axilares. Desde el punto de vista botánico, se consideran como racimos de racimos, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**f. Fruto.** El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad. Dos suturas aparecen en la unión de las valvas: la sutura dorsal, llamada placentar, y la sutura ventral. Los óvulos, que son las futuras semillas, alternan en la sutura placentar (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**g. Semilla.** La semilla no posee albumen, por tanto, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Puede tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada. Las partes externas más importantes de la semilla se caracterizan por la testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria del óvulo, el hilum, que conecta la semilla con la placenta, el micrópilo, que es una abertura en la cubierta cerca del hilum, a través de esta abertura se realiza la absorción del agua, el rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos de óvulo e internamente, la semilla está constituida por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**2.1.5. Requerimientos edafológicos y climáticos.** Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

En zonas bajas, las lluvias pueden ser intensas y durar cortos períodos esto hace que el cultivo sea vulnerable a daños por lavado de cosecha, por estas condiciones se ocasionan pérdidas considerables a la producción. En climas favorables al frijol donde las lluvias son moderadas y

tienen mejor distribución los rendimientos son más altos, obviamente el cultivo de frijol necesita los suelos adecuados para su óptimo desarrollo, todo esto es consecuencia de los factores climáticos y edáficos (INTA, 2009).

**a. Temperatura.** La planta de frijol se desarrolla bien entre temperaturas promedio de 15 °C a 27 °C, en términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración, pero es importante reconocer que existe un gran rango de tolerancia entre diferentes variedades, las temperaturas extremas (5 °C o 40 °C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles (Cabrera & Reyes, 2008).

**b. Luz.** Obviamente el papel principal de la luz está en la fotosíntesis, pero la luz también afecta la fenología y morfología de una planta por medio de reacciones de fotoperiodo y elongación. A intensidades altas puede afectar la temperatura de la planta (Cabrera & Reyes, 2008).

“El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días” (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

“Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables” (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**c. Agua.** El frijol requiere 3.4 mm de agua por día, desde la siembra hasta la etapa fenológica de prefloración, 6 mm de agua por día, durante la floración y cinco mm de agua por día de la formación de vainas al llenado de grano. Las etapas críticas son quince días antes de la floración y 18 a 22 días en la fase de maduración de las primeras vainas. Se ha determinado que las necesidades de agua durante el ciclo del cultivo de 60-120 días, varían entre 300-500 mm de agua según el clima (INTA, 2009).

Las plantas de frijol consumen la mayor cantidad de agua en las etapas de floración y llenado de vainas, en estas etapas el frijol es más sensible al déficit de agua, afectando seriamente los

rendimientos, el exceso de humedad hace escasear el nitrógeno disminuyendo el desarrollo de la planta, además, se favorece el ataque de gran número de patógenos que causan enfermedades (Hernández, 2009).

**d. Suelos.** El cultivo de frijol requiere suelos fértiles, con buen contenido de materia orgánica; las texturas del suelo más adecuadas son las medias o moderadamente pesadas (suelos francos), con buena aireación y drenaje, significa que deben contener buenas propiedades físicas ya que es un cultivo que no tolera suelos compactos, la poca aireación y acumulación de agua. El pH óptimo fluctúa entre 6.5 y 7.5; dentro de este rango la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan una máxima disponibilidad para la planta. El frijol tolera pH hasta de 5.5, aunque debajo de éste, presenta generalmente síntomas de toxicidad de aluminio y/o manganeso (Cabrera & Reyes, 2008).

**2.1.6. Principales enfermedades.** El frijol es afectado por muchos patógenos sujetos a las condiciones ambientales, susceptibilidad del huésped y virulencia del patógeno. Existen enfermedades de mayor importancia que causan daños a la producción del cultivo de frijol, entre las que se encuentran hongos, bacterias y virus. Las variedades mejoradas tienen resistencia genética a diferentes enfermedades, lo que debe ir acompañado con otras prácticas de manejo que reduce los riesgos de contaminación y diseminación de las enfermedades (INTA, 2009).

**a. Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*).** La mancha angular es común en regiones con temperaturas intermedias (18-28 °C), y períodos de lluvia alternados con días secos. La planta puede ser atacada desde las dos semanas después de la siembra hasta el llenado de vaina (la enfermedad se nota más a partir de la sexta semana). La enfermedad se transmite por semilla. El hongo sobrevive en restos de cosechas anteriores y en el campo se disemina rápidamente por el viento. Puede causar pérdidas entre 40 y 80% en rendimiento. Los síntomas son más frecuentes en hojas y vainas, aunque también aparecen en tallos. En las hojas se observan pequeñas manchas de color gris o café, de forma cuadrada o triangular, con borde amarillento. Estas manchas crecen y se unen. Por debajo de la mancha en la hoja se observan pequeños bastoncitos grises. En plantas adultas ocurre amarillamiento y caída de las hojas inferiores. En las vainas se observan manchas café o rojizas circulares con un borde más oscuro (IICA, 2008).

En ataques severos, las hojas se tornan amarillentas y mueren, ocasionando la defoliación prematura de las plantas. En el tallo, ramas y pecíolos, las lesiones son de color café- rojizo, con bordes oscuros y de forma alargada. En las vainas, las manchas son ovaladas y circulares, con centros café-rojizos y ocasionalmente con bordes oscuros. La prevención y control de la mancha angular se puede lograr usando semilla limpia proveniente de lotes libres de la enfermedad, la eliminación de los residuos de la cosecha anterior y la rotación con cultivos no hospederos. La aplicación de fungicidas debe efectuarse al inicio del ataque, y como complemento de las medidas anteriores. Aunque el nivel de resistencia de las variedades comerciales es bajo, existen variedades mejoradas que toleran la enfermedad, sobre todo si se previenen los ataques con las prácticas anteriormente mencionadas (Cabrera & Reyes, 2008).

**b. Falsa mancha angular (*Aphelenchoides besseyi* Christie).** Se presenta en regiones con temperaturas moderadas (18-25 °C) y lluvias frecuentes. La planta es atacada durante las primeras siete semanas del cultivo, y los síntomas pueden ser más visibles en las hojas más viejas. Se presenta en sitios donde antes se sembró arroz. Se disemina por el salpique de lluvia. Se observan pérdidas en rendimiento del 50%. Cerca de la base de las hojas más viejas se observan pequeños puntos amarillentos, que al crecer se oscurecen y toman forma de cuadrados o triángulos, con un pequeño borde amarillo claro. Estas manchas pueden unirse para formar manchas oscuras más grandes, alargadas. Esta enfermedad puede confundirse con la mancha angular, pero en este caso no se observan los bastoncitos grises por debajo de las manchas en las hojas. En las vainas no se observan síntomas. Se recomienda técnicamente evitar sembrar frijol después de arroz, eliminar malezas y plantas voluntarias de arroz, usar coberturas o labranza mínima, no sembrar muy tupido para que las plantas sequen rápidamente después de las lluvias (IICA, 2008).

La falsa mancha angular es causada por el nemátodo (*Aphelenchoides besseyi*) y es uno de los pocos nemátodos que afecta las partes aéreas de la planta, el principal medio de diseminación de la enfermedad es el salpique de lluvia, que lleva a los nemátodos desde el suelo hacia la parte aérea de la planta y dentro de ella. La práctica de combate más eficiente es la rotación de cultivos evitando rotar aquellos cultivos que son hospederos de la enfermedad (Hernández, 2009).

**c. Pudrición de raíz (*Rhizoctonia solani* Kühn).** Las condiciones ambientales adecuadas para la enfermedad son suelos húmedos y temperaturas medias (20-25 °C). La planta puede ser atacada durante las primeras cuatro semanas. El hongo sobrevive en restos de cosechas anteriores, por lo que el daño aumenta cuando se cultiva frijol en el mismo sitio por varios años. La importancia económica se caracteriza porque esta enfermedad puede causar pérdidas de un 50% en los rendimientos; las plantas afectadas son más pequeñas y están marchitas. En la raíz se notan pequeños puntos rojizos alargados, que con el tiempo crecen y pueden llegar a formar canchales rojizos, hundidos, oscuros. La raíz principal se deforma y se ven los tejidos internos. En casos muy severos, cerca de las plantas muertas se forman pequeñas estructuras redondas, negras, parecidas a granos de arena (IICA, 2008).

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 amarillamiento, marchitamiento, 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 (Aldana, 2010).

**d. Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).** Muy común en regiones de temperaturas frescas (16-24 °C), localizadas a más de 1,000 msnm, con lluvias frecuentes. La planta es atacada desde germinación hasta llenado de vaina, el hongo es transmitido por semilla y sobrevive durante mucho tiempo en restos de cosechas. La diseminación por salpique de lluvia es muy eficiente. Puede causar pérdidas totales en condiciones favorables. Es la principal causa de rechazo de lotes de semilla. Los síntomas se presentan en tallos, pecíolos, hojas, vainas y semillas. En plantas jóvenes, los tallos presentan manchas pequeñas, alargadas, ligeramente hundidas, que crecen a lo

largo y pueden quebrarlo. Debajo de las hojas, las venas principales se ven quemadas y presentan un color rojizo oscuro. El síntoma más claro es en las vainas, donde se observan manchas redondas, hundidas, con borde rojizo. En ataques tempranos la vaina se tuerce y no produce granos (IICA, 2008).

La antracnosis puede afectar cualquier órgano aéreo (excepto flores) y en cualquier etapa de desarrollo; aunque los síntomas severos se observan en pecíolos, hojas y vainas. En el follaje, los síntomas se presentan a lo largo de las nervaduras en el haz de las hojas y consisten en lesiones de color ladrillo a púrpura. Las lesiones pueden observarse en los cotiledones cuando el inóculo proviene de la semilla o de residuos de cosecha; y al diseminarse la infección, en los pecíolos, tallos, ramas y vainas. Las infecciones en vainas son frecuentes y aparecen en forma de chancros hundidos, redondeados, con márgenes delimitados por anillos negros o bordes café-rojizos. El manejo de la enfermedad se basa en la eliminación de residuos de la cosecha anterior, el uso de semilla limpia y control químico con productos efectivos y aplicaciones bien controladas. En zonas altamente infestadas, se recomienda la rotación de cultivos y el uso de variedades no susceptibles o resistentes que, con solo su uso, se obtienen resultados favorables (Cabrera & Reyes, 2008).

*e. Roya (Uromyces appendiculatus).* La roya es favorecida en ambientes con temperaturas moderadas (17-27 °C), y lluvias frecuentes, o noches frescas con períodos prolongados de rocío durante prefloración y floración. La roya ataca desde la tercera semana después de la siembra hasta el llenado de vainas. El hongo sobrevive en los restos de cosechas, tutores, plantas de frijol voluntarias, o malezas, desde donde se disemina muy rápidamente por el viento. No se transmite por semilla, las pérdidas en rendimiento están alrededor del 25%. En las hojas se observan puntos amarillentos que, después de cuatro días de su aparición, presentan en el centro un punto de color oscuro, que se abre y libera un polvo rojizo o color ladrillo, semejante a herrumbre, estos puntos se distribuyen por toda la hoja; en algunos casos presentan borde amarillo. Cuando la planta se acerca a la madurez, los puntos rojizos se vuelven negros. Ataques muy severos pueden causar amarillamiento y caída de hojas (IICA, 2008).

A esta enfermedad se le conocía anteriormente como chahuixtle. Sin embargo, se le conoce como herrumbre o roya del frijol. Se presenta a partir de la floración. Los síntomas se presentan como

manchas cloróticas o blancas, en las cuales se desarrollan pústulas de color café-rojizas, en el haz y en el envés de las hojas. Cuando el ataque en la floración es muy severo, puede haber defoliación prematura así como una disminución drástica en la formación y el llenado de las vainas. El patógeno también puede atacar tallos y pecíolos, donde se pueden observar pústulas. Dentro de los métodos de control de la roya en frijol se encuentran: hacer coincidir la fecha de siembra con las épocas en que la incidencia de la roya es insignificante, y sobre todo durante los periodos de floración y prefloración. La rotación de cultivos que no sean hospedantes del patógeno. Eliminar los residuos de la cosecha. El control químico es más efectivo cuando inicia el problema en las etapas iniciales de los síntomas (Aldana, 2010).

**f. Tizón común (*Xanthomonas axonopodis*).** Aparece en regiones bajo los 1,200 msnm, con temperaturas altas (20-32 °C) y lluvias frecuentes. La planta es susceptible desde la germinación hasta el llenado de vainas. Los ataques se notan más después de la floración. La bacteria sobrevive, por más de diez años, en restos de cosecha, malezas, otros tipos de frijol, y semilla. Se transmite por semilla y se disemina fácilmente por salpique de lluvia o por el paso de personas o animales por los campos mojados. Es la principal enfermedad bacteriana del frijol, ocasiona pérdidas entre 20 y 40%. Los síntomas se presentan en hojas, vainas, tallos y semillas. En hojas, se inicia como pequeñas manchas acuosas, que se oscurecen, aumentan de tamaño y se unen para dar aspecto de quema, con borde amarillo claro, la quema aparece principalmente en el borde de las hojas. En las vainas se ven pequeñas manchas húmedas que se vuelven color café oscuro con el borde rojizo (IICA, 2008).

**g. Bacteriosis (*Pseudomonas syringa* *patovar Phaseolicola*).** Ésta es otra de las enfermedades que ataca al frijol en regiones frías del altiplano. Los síntomas causados por esta enfermedad aparecen como manchas acuosas de forma redonda e irregular. Las partes de las hojas afectadas 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. Esta enfermedad no es muy común en Guatemala y solo se ha visto en raras ocasiones en campos de semilla de frijol ejotero. Esto es producto de la importación de semilla de ejoteros de otras regiones. Sin embargo no se presenta en la región occidental debido a que no encuentra las condiciones necesarias para su desarrollo. Dentro de los principales mecanismos de control de esta enfermedad

están el uso de semilla limpia, rotación de cultivos y barbecho profundo. A la fecha no existen productos curativos, pero se pueden prevenir tratando la semilla con fungicidas (Aldana, 2010).

**2.1.7. Principales plagas insectiles.** Las plagas al igual que las enfermedades se convierten en factores que limitan la producción del cultivo, ya que estas manifiestan su daño en pérdidas de población de plantas, defoliación, daños a raíces, tallos, flores, botones y vainas, sin olvidar aquellos que al final producen daño al grano almacenado. La prevención en el manejo adecuado y oportuno de las plagas, resulta más efectivo y rentable, al compararlos con los controles que pudieran realizarse a última hora o sin ningún monitoreo de la plaga y de la intensidad del daño (Escoto, 2011).

Los insectos plaga pueden afectar el proceso productivo del frijol hasta ocasionar la pérdida total. El daño puede efectuarse de forma directa al succionar la sabia y consumir el tejido vegetal o de forma indirecta mediante la transmisión de enfermedades. El manejo de plagas debe estar orientado en el principio de la prevención. El número de insectos que afectan el cultivo es alto, sin embargo estos deben evaluarse y definir cuáles de ellos representan peligro para la cosecha (niveles críticos), partiendo del hecho que existen etapas en la planta de frijol que son más susceptibles al daño por determinado tipo de plagas (INTA, 2009).

El manejo integrado de plagas es una estrategia que trata de mantener las plagas de un cultivo en niveles que no causen daño económico, utilizando preferentemente los factores naturales adversos a su desarrollo, incluidos los factores de mortalidad natural. Sólo en última instancia se recurre al uso de plaguicidas como medida de emergencia (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

“En el caso del frijol, se han desarrollado métodos para el control biológico y etológico, entre otros, de algunos de los insectos plaga, cuya aplicación en forma integrada permite aproximarse a una estrategia de manejo integrado” (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**a. Gallina ciega.** La gallina ciega es la plaga del suelo de mayor importancia no solo para el frijol sino también para otros cultivos como el maíz, caña de azúcar, hortalizas y pastos. Las larvas atacan las semillas desde el momento de la germinación, se alimentan de las raíces y de la base del



tallo de las plantas. En las áreas afectadas se observa mala germinación, plantas con poco desarrollo, coloración amarillenta y marchitez en las horas más soleadas. En campos severamente afectados pueden ocurrir pérdidas hasta en un 100% entre los siete y diez días de germinación (Escoto, 2011).

Las gallinas ciegas son larvas grandes en forma de C con cabeza y patas color café; se alimentan de raíces de muchas plantas. En frijol esta plaga se presenta cuando se siembra en un terreno que ha sido cultivado con pastos o gramíneas. Se recomienda usar tratamiento químico a la semilla, o aplicar insecticidas granulados en el surco de siembra (Cabrera & Reyes, 2008).

**b. Picudo de la vaina.** El picudo de la vaina del frijol (*Trichapion godmani*) y (*Trichapion auricalcium*) son dos especies de plagas que constituye un factor limitante en la producción de frijol. (*T. godmani*) se encuentra en el oriente y altiplano de Guatemala., mientras que (*T. auricalcium*) solo se ha detectado en el altiplano. Afecta a todos los cultivares, especialmente a los frijoles volubles con un ciclo vegetativo de hasta seis meses. La hembra adulta del picudo de (*T. godmani*), durante el día abre un orificio pequeño en el tejido tierno de la vaina, generalmente muy cerca de cada grano en formación y allí deposita los huevos, estos dan lugar a la formación de una pequeña protuberancia en la vaina. (*T. auricalcium*) pone una masa de huevos en la punta de la vaina. Al eclosionar las larvas, penetran hasta donde están las semillas y se alimentan de ellas, destruyéndolas (ICTA, 2014).

Existe un mecanismo mediante el cual el picudo sincroniza su ciclo de vida con el del cultivo de frijol. Así, cuando las vainas están tiernas, las hembras depositan sus huevos en ellas, este período puede variar entre cinco a doce días; al eclosionar las larvas, penetran y comienzan a alimentarse de los granos en formación. Este período varía entre seis a 22 días; luego empupan para convertirse en adultos, período que puede durar entre dos a nueve días, hasta el final del ciclo vegetativo de la planta. El picudo de la vaina es un insecto muy pequeño, piriforme y de un color negruzco. La hembra es de tamaño ligeramente mayor que el macho. El pico es la característica que mejor permite diferenciar los dos sexos; observado lateralmente en un estereoscopio, el pico del macho se ve más corto y grueso y menos curvo que el de la hembra. La ovoposición de (*T. auricalcium*), se realiza en la punta de la vaina. Los síntomas externos se caracterizan por la necrosis de la punta

de las vainas y la presencia de cicatrices. Las larvas emigran paulatinamente hacia el centro de las vainas, destruyendo los granos (ICTA, 2014).

**c. *El lorito verde.*** El lorito verde también denominado como chicharrita, es una plaga de importancia económica en el cultivo de frijol, que en incidencia elevada influye en el crecimiento y desarrollo de la planta. Como consecuencia del ataque resultan afectados los componentes de rendimiento: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de la semilla. Esta plaga inicia su ataque inmediatamente después de la germinación, provoca un encorvamiento de las hojas hacia arriba o hacia abajo que posteriormente se encrespan. Los márgenes de las hojas primarias se tornan amarillas, la planta se retrasa en su crecimiento y presenta síntomas similares a los causados por ataque de virus. El ataque de esta plaga es más severo durante el tiempo cálido y seco y se agrava con un suelo pobre o deficiente en humedad (Escoto, 2011).

“El lorito verde o salta hojas es considerado como la plaga más importante del frijol en el mundo. Sin embargo, para las condiciones del clima frío en pocas ocasiones se presenta como plaga de importancia económica” (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**d. *Gorgojos.*** Los coleópteros comúnmente designados gorgojos, causan pérdidas económicas en frijol almacenado en Centroamérica alrededor del 20%. Sin embargo, cuando la cosecha es tardía y se trae del campo con una infestación alta, las pérdidas en el almacén pueden elevarse al 100% o pérdida total de la cosecha, sino se toman medidas de control adecuadas y oportunas (Escoto, 2011).

Las principales plagas del frijol almacenado son (*Acanthoscelides obtectus*) y (*Zabrotes subfasciatus*). La principal diferencia entre las dos especies radica en el comportamiento durante la ovoposición. Las hembras de (*A. obtectus*) diseminan sus huevos entre las semillas almacenadas, o infestan el frijol en el campo, donde ponen los huevos en las cuarteaduras o cortes de las vainas en desarrollo, las larvas primero salen de los huevos y luego penetran en las semillas. En cambio, como los huevos de (*Z. subfasciatus*) se encuentran fuertemente adheridos a las semillas, las larvas rompen el cascarón de los huevos y perforan las semillas en forma simultánea (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

Las pérdidas por estos insectos al frijol almacenado son irreparables, por el daño directo al grano. Se afecta directamente a la calidad del grano por la contaminación con las excretas y los cuerpos de los mismos insectos. Estas pérdidas en calidad y en cantidad se incrementan debido al ataque de microorganismos secundarios como hongos y bacterias, las cuales a su vez producen aflatoxinas de alto riesgo para el ser humano (Escoto, 2011).

*e. Mosca blanca.* La mosca blanca es un insecto chupador de amplia distribución mundial y se considera la especie más difundida y dañina. Es una plaga de importancia económica para el cultivo de frijol, cuyo manejo es complejo y difícil de realizar. Tiene la habilidad de adquirir resistencia a insecticidas utilizados para su control. El mayor peligro de esta plaga radica en la transmisión de ciertos virus del grupo geminivirus al cultivo de frijol, en los síntomas provocados en las hojas esta plaga transmite en el frijol el virus llamado “mosaico dorado” (Escoto, 2011).

*f. Tortuguillas.* Se les denomina también mallas o vaquitas, el adulto se alimenta de las hojas, flores y vainas tiernas del cultivo de frijol, provocando agujeros irregulares en las hojas y defoliando a las plantas recién germinadas, por lo que las plantas pueden morir si la incidencia de la plaga es severa. El daño ocasionado por esta plaga es crítico en los primeros 20 días, además del daño causado a la parte vegetativa de la planta es vector de varios virus entre ellos el virus del mosaico severo en frijol (Escoto, 2011).

**2.1.8. Fases de crecimiento del cultivo.** El ciclo biológico de la planta de fríjol se divide en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva. La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a la semilla las condiciones para iniciar la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta. La fase reproductiva, por su parte, está comprendida entre la aparición de los primeros botones florales o racimos y la madurez de cosecha. 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 fase reproductiva. El número indica la posición de la etapa en la escala (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**a. Fase vegetativa.** “La fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada” (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007). Etapa V0 (Germinación). La semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones. Emerge luego la radícula, que posteriormente se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias; el hipocótilo también crece, y quedan los cotiledones al nivel del suelo (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

“Etapa V1 (Emergencia). Se inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo. El hipocótilo se endereza y sigue creciendo, los cotiledones comienzan a separarse y luego se despliegan las hojas primarias” (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

Etapa V2 (Hojas primarias). Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. En un cultivo se considera que esta etapa inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En esta etapa se forma el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

“Etapa V3 (Primera hoja trifoliada). Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. En un cultivo esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas han desplegado la primera hoja trifoliada” (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada). Esta etapa comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo comienza esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. A partir de esta etapa se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las tríadas de yemas (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**b. Fase reproductiva.** “En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración” (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

Etapa R5 (prefloración). La etapa R5 se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Se nota el desarrollo de los botones florales en el último nudo del tallo o la rama (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

Etapa R6 (Floración). La etapa R6 se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

Etapa R7 (Formación de las vainas). En una planta, esta etapa se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendido, durante los primeros diez o quince días después de la floración, ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

“Etapa R8 (Llenado de las vainas). En un cultivo, la etapa R8 se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas” (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

Etapa R9 (Maduración). Se caracteriza por la maduración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando en el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado. Aquí termina el ciclo biológico de la planta y ésta se encuentra lista para la cosecha (Jesús, Teresa, & Jaramillo, 2007).

**2.1.9. Componentes de rendimiento.** Los procesos fisiológicos que intervienen en la captación, transformación y translocación de la energía disponible, determinan entre otras cosas el rendimiento de la planta. Es importante considerar a los componentes de rendimiento como indicadores de tendencias de los procesos que determinan el rendimiento, y no necesariamente como causas directas del mismo. Los componentes de rendimiento incluyen el número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso del grano y el rendimiento (Lemus, 2017).

**2.1.10. Importancia económica del cultivo de frijol.** “El cultivo de frijol, abarca un superficie cultivada de 184,000 ha, el cultivo de frijol muestra que es cultivado principalmente en asocio con otros cultivos, siendo de esta manera cultivado un 90% en asocio y 10% en monocultivo” (INE, 2013).

En la producción obtenida reviste importancia el cultivo de frijol, el objetivo primario del cultivo de frijol, especialmente del frijol negro, en Guatemala es satisfacer las necesidades alimentarias nacionales, para el año 2014 hubo una producción total de 225,760.00 t, aportando el departamento de Quetzaltenango a ello 1,223.65 t, siendo el 98% para consumo interno y el 2% para exportación (MAGA, 2014).

Respecto a la situación del cultivo de maíz y frijol en el occidente del país, de acuerdo con la red de informantes agrícolas y del sistema de monitoreo de cultivos, la mayoría de las actividades en el occidente están relacionadas con la siembra de maíz y frijol; agricultores trabajan sus tierras para que al momento de llegar el invierno ellos puedan sembrar sus cultivos que son la manera de emplearse y mantener la seguridad alimentaria de los municipios (MAGA, 2015).

La producción nacional del cultivo de frijol se encuentra distribuida de la siguiente forma: Petén (27%), Jutiapa (13%), Chiquimula (10%), Santa Rosa (7%), Jalapa (6%), Quiché (5%), Alta Verapaz (5%), Huehuetenango (4%), Guatemala (4%), Chimaltenango (4%) y los demás departamentos de la república suman el (15%) restante. El 69.3% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en siete departamentos: Petén (17.0%), Jutiapa (13.5%), Quiché (9.9%), Chiquimula (8.4%), Huehuetenango (8.1%), Jalapa (6.4%) y Santa Rosa (6.0%). Generando de esta forma empleos directos en campo (15, 944,350 jornales para el año 2014), equivalente a 54,944 empleos permanentes (MAGA, 2015).

### **2.1.11. Líneas avanzadas y variedades de frijol voluble**

**a. ICTA Texel Voluble (Línea avanzada).** Variedad con 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 153 días hasta la madurez fisiológica de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 799.30 kg/ha en grano, siete granos por vaina

promedio y un peso de 100 granos de 39.03 g. Es un material adecuado al sistema de cultivo en asocio debido a su alto rendimiento y precocidad para la producción de grano. Vaina de color vino tinto, el grano es brillante (Lemus, 2017).

**b. ICTA Hunapú Voluble (Línea avanzada).** La variedad tiene una agresividad intermedia, un material adecuado para el asocio con maíz, requiere de 120 días hasta la floración y 168 días hasta la madurez fisiológica de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 785.45 kg/ha en grano, ocho granos por vaina promedio un peso de 100 granos de 37.77 g (Lemus, 2017).

**c. ICTA Labor Ovale (Variedad mejorada).** 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 93 días hasta la floración y 142 días hasta la madurez fisiológica de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 756.01 kg/ha en grano, seis granos por vaina en promedio y un peso de 100 granos de 37.63 g. Es una variedad muy productiva en cuanto a cada grano, excelente para su cultivo en asocio con maíz y principalmente muy precoz en la producción de grano, característica muy importante para reducir los días de competencia entre plantas (Lemus, 2017).

**d. ICTA Quiché (Línea avanzada).** Esta variedad es agresiva, requiere de 120 días hasta la floración y 153 días hasta la madurez fisiológica de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 750.74 kg/ha en grano, un largo de vaina de 13.67 centímetros con siete granos por vaina promedio y un peso de 100 granos de 36.27 g. Es una variedad muy productiva, causa daño severo a la planta de maíz, disminuyendo su rendimiento comparado a las otras variedades (Lemus, 2017).

**e. ICTA Uatatlán (Variedad mejorada).** La variedad tiene una agresividad baja ideal, recomendada para el asocio con maíz, calificada como “no agresivo”, requiere de 93 días hasta la floración y 142 días hasta la madurez fisiológica de las vainas. Los componentes de rendimiento promedio son 710.78 kg/ha de grano, un largo de vaina de 13.33 centímetros con siete granos por vaina y un peso de 100 granos de 28.10 g. 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, es un material excelente

para el asocio, debido a que produce un bajo daño a las plantas de maíz reflejando en el rendimiento en grano de maíz (Lemus, 2017).

**f. ICTA Altense Voluble (Línea avanzada).** 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 120 días y 170 días para la maduración fisiológica de las vainas. Los componentes de rendimiento en promedio son de 706.92.33 kg/ha, ocho granos por vaina y un peso de 100 granos de 38.27 g. La variedad/línea tiende a producir un acame promedio a las plantas de maíz de 2,499 plantas/ha (Lemus, 2017).

**g. Variedad criolla (Testigo).** La variedad local se caracteriza por ser muy agresiva al cultivo de maíz provocando acame de maíz, requiere de 120 días para la floración en promedio y 190 días a madurez fisiológica.

## **2.2. Asocio de cultivos**

En la actualidad se mencionan varios vocablos para referirse a la siembra de cultivos en el mismo terreno, entre los que tenemos: policultivo, cultivos mixtos, o bien cultivos en asocio. Independientemente de la variabilidad de nombres, la distribución espacial en que se encuentran dos o más cultivos simultáneamente en una misma área de terreno, asimismo; se define como siembras asociadas al ecosistema agrícola donde participan en tiempo y espacio dos o más especies de plantas, tratándose generalmente de una leguminosa y una gramínea (Méndez, 2004).

En primer lugar, podemos mencionar que un efecto positivo de la asociación de cultivos puede deberse a que uno de ellos puede ser una especie leguminosa. En este caso no existe competencia entre ellos por el nitrógeno, ya que la leguminosa lo obtiene de la atmósfera y la otra planta (una gramínea) del suelo. Además, la leguminosa en el policultivo es una fuente de nitrógeno para el sistema como un todo, y no sólo para ella misma, porque se produce una transferencia de este elemento desde la leguminosa al otro cultivo (Guzmán & Alonso, 2008).



**2.2.1. Asocio de cultivo frijol y maíz.** En Guatemala se realiza el asocio de cultivos, generalmente se asocia el cultivo de maíz con el cultivo de frijol, el maíz proporciona un soporte a la planta de frijol y permite que estas variedades por su dominancia apical, les permita subir por las cañas de maíz y desarrollar un mayor número de vainas por planta. En el altiplano de Guatemala generalmente se asocia un tipo de siembra característico de los indígenas de Guatemala, como lo es maíz-frijol-ayote, esta última planta de la familia de las cucurbitáceas, ya que se considera una concepción cultural y ancestral como un equilibrio para las plagas y enfermedades en las áreas de siembra (Villanueva, 2010).

### **2.3. Antecedentes**

ICTA (2017), evaluando el comportamiento agronómico de líneas avanzadas de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sistema milpa para el altiplano de Guatemala, Quetzaltenango, Totonicapa, San Marcos, Huehuetenango y El Quiché. Teniendo como objetivo principal evaluar el potencial de rendimiento y el comportamiento agronómico de once genotipos de frijol voluble en asocio con el cultivo de maíz, en la región del Altiplano de Guatemala. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques completos a azar, compuesto por once tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos fueron: ICTA Labor Ovalle, ICTA Utatlán, ICTA Hunapú Voluble, ICTA Quiché, ICTA Altense Voluble, ICTA Guate 221, ICTA Texel Grano Brillante, ICTA Guate 1026, ICTA Martín, ICTA Texel Grano Opaco y el Testigo del agricultor. Evaluando las variables crecimiento vegetativo, registro de enfermedades, incidencia del picudo de la vaina, porcentaje de acame al maíz, rendimiento del frijol y rendimiento del maíz. La prueba de medias de rendimiento por DGC (Alfa=0.05) indican que la variedad ICTA Martin presenta mayor rendimiento con 403.19 Kg ha<sup>-1</sup>, y en último lugar ICTA Guate 221 con 185.3 Kg ha<sup>-1</sup>. La localidad con mayores rendimientos fue Quetzaltenango con 826.2 Kg ha<sup>-1</sup>, la regresión lineal por sitio identifico 2 ambientes: San Antonio, Chiantla, Momostenango y Nebaj, siendo específico para la siembra de ICTA Texel GO y Quetzaltenango y San Francisco para ICTA Martin. La línea más adaptada fue ICTA Guate 1026 e ICTA Texel GO, esta última con rendimiento mayor a la media por lo que se considera la línea ideal para seguir procesos de validación y generación de tecnologías. Concluyendo que se acepta la hipótesis alternativa “Ha1. Los genotipos de frijol voluble a evaluar, presentan diferencias significativas en cuanto a potencial de rendimiento y sus componentes”.

Villanueva (2010), evaluando seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de cultivo tradicional en localidades de Chimaltenango y Sololá, el objetivo principal fue evaluar el rendimiento en grano expresado en kg/ha, determinar el comportamiento agronómico de las variedades en las distintas localidades en función de la adaptación, el manejo para cada una de ellas, así como también la interacción entre las variedades y las localidades en las que se desarrolló el cultivo esto en seis variedades de frijol bajo condiciones de cultivo tradicional,. A través del diseño Bloques al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los tratamientos: ICTA Altense, Santa Gertrudis, ICTA Ostúa, ICTA Hunapú, ICTA Ligerito e ICTA Texel. Evaluando las variables componentes de rendimiento y etapas de desarrollo de las variedades. Encontró que las variedades ICTA Texel con 1042.38 kg/ha e ICTA Hunapú con 960.56 kg/ha fueron las que lograron los mayores rendimientos y la que menor rendimiento produjo fue ICTA Ligerito con un promedio de 555.84 kg/ha. En el caso de la respuesta del rendimiento por localidad, se determinó que en la comunidad de San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá fue en donde se obtuvo los mejores resultados con 864.80 kg/ha, seguido de San Andrés, Semetabaj con 846.07 kg/ha y por último la localidad de Finca Florida, Pochuta, Chimaltenango con 696.37 kg/ha. Se recomienda utilizar las variedades ICTA Texel e ICTA Hunapú para obtener buenos rendimientos de frijol. Concluyendo que en las seis variedades evaluadas de frijol, existen diferencias en cuanto al rendimiento en grano expresado en kg/ha siendo las variedades ICTA Texel e ICTA Hunapú las que lograron los mayores rendimientos.

ICTA (2014), evaluando 10 cultivares promisorios de frijol voluble bolonillo (*Phaseolus dumosus* M), en el altiplano occidental de Guatemala, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos. Teniendo como objetivo principal evaluar el comportamiento agronómico y productivo de diez genotipos de frijol bolonillo (*Phaseolus dumosus* X *Phaseolus vulgaris*), en la región del altiplano de Guatemala. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques completos al azar con diez tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos fueron: Bolonillo/Altense, Bolonillo/Hunapú, Bolonillo/Texel, Bolonillo Anita, Bolonillo L.O.V, Bolonillo Martín, Bolonillo Santa Lucía, Voluble 1120, Voluble 1026 y Bolonillo criollo (testigo). Evaluando las variables, días a floración, días a madurez fisiológica, vainas por planta, número de granos por vaina, conteo de plantas y vainas por parcela y el rendimiento en kg/ha. Se determinó que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los cultivares evaluados por lo que se acepta la hipótesis nula;

mientras en datos de campo los de mayor rendimiento fueron Bolonillo Martín, Bolonillo Hunapú y Bolonillo Altense con 1,014, 996 y 890 kg/ha respectivamente, aunque el primero presenta problemas de acame en el maíz sin llegar al 10% principalmente de tallo; Bolonillo Santa Lucía fue de mayor precocidad en días a flor y madurez, en Número de vainas y peso de 100 semillas los mejores fueron Bol. Santa Lucía, Bolonillo Martín y Bolonillo Hunapú. Se recomienda repetir el ensayo debido al cambio climático, en las mismas localidades para que los materiales demuestren su potencial de rendimiento y sus principales características. Concluyendo que estadísticamente todos los cultivares de frijol bolonillo evaluados en el ensayo de finca en localidades del departamento de Totonicapán son iguales en rendimiento y características por lo que se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

Rivas (2004 ), evaluando ocho líneas avanzadas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos localidades de El Progreso, Guatemala. Teniendo como objetivo principal identificar los materiales genéticos de frijol con mayor rendimiento para las dos localidades, así como la dosis de fertilización nitrogenada de mejor resultado y económicamente rentable. A través del diseño de Bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas con ocho tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron las variedades: ICTA Santa Gertrudis, ICTA Ostúa, ICTA Ligerito, ICTA EAP 95 10-77 Rojo, ICTA C 1452-14, ICTA C 1439-4, ICTA C 1433-8, ICTA C 1434-16. Dosis de nitrógeno evaluadas (urea 46%), 100% N, 75% N, 50% N, 25% N. con las variables, variables agronómicas: (altura de planta, días a floración, días a madurez fisiológica, días a la cosecha, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, rendimiento del grano, color de la vaina, peso de 100 semillas, longitud de la vaina, curvatura de la vaina, color de la semilla, brillantez de la semilla, forma de la semilla, orientación de la punta de la vaina). Los resultados obtenidos demuestran que en cuanto al rendimiento promedio se pueden identificar materiales genéticos promisorios de frijol común, a saber: ICTA C1452-14, de grano comercial negro e ICTA EAP 9510-77 de grano comercial rojo con rendimientos de 1,008.21 y 1,086.50 kg/ha respectivamente. En cuanto al análisis económico los materiales genéticos ICTA C1452-14 grano comercial negro e ICTA EAP 9510-77 grano comercial rojo presentaron la mejor relación beneficio/costo, 1.24% y 1.34% respectivamente. Concluyendo que los materiales genéticos ICTA Ligerito 2001 (30-32-33) e ICTA C1452-14, reportaron los mayores rendimientos de 1,045.00 y 1,008.21 kg/ha respectivamente.

Aroche (2006), evaluando la caracterización fenotípica y molecular de la resistencia a la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en frijol común, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, en el Programa de Investigaciones en Frijol (PIF). Teniendo como objetivo principal optimizar el protocolo de amplificación de marcadores moleculares ligados a genes de resistencia a la antracnosis en frijol común e identificar la presencia de los marcadores en variedades comerciales y genotipos diferenciales que sirvan de base para el desarrollo de nuevas variedades resistentes a las razas del patógeno expresado en la región meta. Se utilizó el diseño estadístico Completamente al azar, una prueba múltiple de medias DMS y un análisis de correlación entre severidad e incidencia. Los genotipos de frijol utilizados fueron los protocolos de marcadores SCAR SCAreoli, SAS13 y SAB3 que permiten detectar los genes Co-2, Co-42 y Co-5 de resistencia a la antracnosis en frijol común, respectivamente, mediante ajustes en la concentración de la taq-polimerasa. El resultado obtenido en la confiabilidad de los marcadores para detectar los genes de resistencia se comprobó con una prueba de chi-cuadrado, donde presentaron un nivel de confianza  $P > 0.90$ . Se detectó la presencia o ausencia de los genes Co-2, Co-42 y Co-5, en catorce variedades comerciales y doce genotipos diferenciales de frijol común, mediante el uso de estos tres marcadores; y se determinó la reacción de dichos materiales a la inoculación con los aislamientos de antracnosis Co-J, Co-R y Co-S. Concluyendo que los marcadores moleculares SCAR complementan las evaluaciones fenotípicas para la identificación de genes de resistencia a la antracnosis en frijol común y de esta manera crear variedades resistentes a ella.

Alarcón & Burgos (2016), evaluando la selección de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerantes a estrés hídrico con mayor eficiencia fisiológica y rendimiento, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, en el Programa de Investigaciones en Frijol (PIF). Teniendo como objetivo principal evaluar el crecimiento, eficiencia fisiológica y rendimiento per se de líneas de frijol bajo condiciones de estrés de sequía en el campo, y las características de raíces y el crecimiento de las plantas en casa de malla. El diseño experimental utilizado fue un Arreglo factorial de parcelas divididas, los tratamientos de estrés distribuidos en parcelas y las líneas de frijol en sub-parcelas, de un diseño de Bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. Se evaluaron 25 líneas de frijol que conforman el ensayo regional de líneas de frijol tolerantes a sequía. Los tratamientos fueron con estrés (riego hasta 21 DDS) y sin estrés. Las variables de

respuesta fueron separar a los 43 DDS el follaje de las raíces para determinar los pesos secos de follaje (PSF) y raíces (PSR), longitud, volumen, diámetro, área superficial, número de raíces basales y adventicias y ángulo de las raíces. Los resultados obtenidos determinan que el estrés de sequía afectó el rendimiento y peso de semilla de las líneas; las líneas USMR 20 e IBC 301-204 presentaron el mayor rendimiento; USMR 20 también fue superior en condiciones sin estrés. Se recomienda utilizar la línea USMR 20 como progenitor para el mejoramiento genético de la tolerancia a la sequía en frijol común. Concluyendo que el estrés de sequía utilizado afectó el rendimiento y el peso de semilla de las líneas de frijol.

Agreda (2016), evaluando el daño al rendimiento y dinámica poblacional del picudo (*Apion godmani* Wagner) en el ciclo productivo de cuatro genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Labor Ovalle, Quetzaltenango. Teniendo como objetivo principal contribuir al desarrollo del manejo agronómico del frijol en la zona occidental de Guatemala mediante la evaluación de la dinámica poblacional y nivel de daño del picudo de la vaina de frijol. El diseño experimental utilizado fue Completamente al azar con cuatro tratamientos y siete repeticiones, los tratamientos fueron: ICTA Uatlán Voluble, ICTA Texel Voluble, Bayo Azteca, ICTA Hunapú Precoz. Evaluando las variables población de adultos, nivel de daño causado al cultivo y el efecto de la densidad poblacional sobre el rendimiento. Sobre la base del nivel de daño se determinó que hubo diferencia significativa entre frijoles volubles y arbustivos, siendo más afectados los volubles. En relación a los niveles de población de larvas y adultos, se determinó que los frijoles arbustivos no presentaron población de adultos y en los dos tipos de frijoles volubles no hubo ninguna diferencia estadística. En lo referente al efecto de la densidad de población sobre el rendimiento, existió diferencia estadística significativa entre las parcelas con y sin control químico. Siendo Hunapú Precoz el genotipo que obtuvo el mayor rendimiento con control químico y Uatlán el de menor. En las parcelas sin control químico el mayor rendimiento fue Hunapú Precoz y el menor Uatlán. Concluyendo que sobre la base del nivel de daño para cada uno de los genotipos, a través de un análisis de varianza se pudo establecer que hubo diferencia estadística significativa, entre los frijoles volubles y arbustivos, por lo que se acepta la Hipótesis Alternativa uno planteada.

Mas (2007), evaluando densidades de siembra y el sitio de aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad ICTA Ligero;

Masagua, Escuintla. Teniendo como objetivo principal determinar la dosis de fertilizante nitrogenado y fosfatado, que en función de diversas formas de fertilización y manejo de densidades de siembra, reporte los mayores niveles de rendimiento. Utilizando el diseño estadístico de Bloques completos al azar con arreglo en parcelas subdivididas con cuatro repeticiones. Se evaluaron 63 tratamientos tomando en cuenta distintas fuentes comerciales de fertilizante químico (formulas: 20-20-0, 15-15-15, 46-0-0, 0-46-0, 0-0-60), con densidades de siembra 333,333 plantas/ha, 250,000 plantas/ha y 200,000 plantas/ha. Las variables de respuesta fueron: rendimiento de grano, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, días a floración y días a madurez fisiológica. Los resultados, a excepción de días a floración y días a madurez fisiológica, las variables fueron afectadas por los tratamientos evaluados. Granos por vaina no mostró ninguna tendencia; número de vainas por planta y peso de 100 granos fueron superiores a las densidades más bajas, (200,000 y 250,000 plantas/ha). Se determinó que se obtiene un mejor rendimiento cuando el fertilizante de cada dos posturas se aplica en el centro de ellas, asimismo la aplicación respondió positivamente a la aplicación de fertilizantes. Se determinó que las fórmulas que contienen el nitrógeno y fósforo elevan el rendimiento del cultivo de frijol. Concluyendo que el rendimiento de grano, peso de 100 granos, vainas por planta y granos por vaina del frijol variedad ICTA Ligero, fueron afectados significativamente por la densidad de siembra utilizada.

Enriquez (2007), evaluando la aceptabilidad de quince cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la comunidad de San Carlos, El Porvenir, Izabal. Teniendo como objetivo principal identificar la variedad o las variedades cuyo rendimiento y aceptabilidad sean superiores a la variedad local, para presentarlas como alternativas a disposición de los agricultores de la zona. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques al azar con quince tratamientos y tres repeticiones. Los cultivares a evaluar fueron: L-1355, L-1344, L-1365, L-1347, L-1377, L-1360, L-1448, L-1404, L-1324, L-1449, ICTA Ostua, ICTA Ligero, ICTA Santa Gertrudis, Cultivar Rico y Cultivar Local. Las variables de respuesta fueron: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 granos, se efectuó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable seleccionada debido a que se presentaron diferencias significativas, las mismas fueron sometidas a la prueba de medias de Tukey. En los resultados obtenidos se destacó el cultivar L-1360 con un promedio de 1,024.82 kg/ha, el cual sobrepasó al cultivar local en 128 kg/ha, en tanto, que el

cultivar L-1347 con 900.28 kg/ha lo superó en solamente un poco más de tres kg/ha. Según el análisis efectuado, el material genético L-1360, fue el que reportó las mejores características agronómicas tales como, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y rendimiento en kg/ha. Concluyendo que con fundamento del análisis de varianza y a la prueba de medias efectuadas en la investigación se determinó que el cultivar L-1360 presentó el mayor rendimiento con un promedio de 1,024.82 kg/ha.

Lemus (2017), evaluando diez genotipos de frijol voluble (*Phaseolus spp.*) bajo el sistema en asocio con maíz (*Zea mays*) en San Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango. Teniendo como objetivo principal evaluar el comportamiento agronómico y productivo de diez genotipos de frijol voluble (*Phaseolus spp.*) en asocio con maíz (*Zea mays*), en función de la adaptabilidad del clima suelo y agua. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques completos al azar con diez tratamientos y tres repeticiones, los genotipos evaluados fueron: ICTA Texel Voluble grano brillante, ICTA Hunapú Voluble, ICTA Altense Voluble, ICTA Labor Ovalle Bolonillo, ICTA Quiché, ICTA Uatatlán, ICTA Texel Voluble grano opaco, GUATE -1026, ICTA Martín y Valle Nuevo (“testigo”). Según el análisis de varianza para la variable de rendimiento, se determinó que en las dos localidades los genotipos que fueron superiores a las demás variedades son: ICTA Martín 802.58 kg/ha, ICTA Texel grano opaco 786.165 kg/ha, ICTA Texel grano brillante 773.80 kg/ha e ICTA Hunapú Voluble 770.78 kg/ha (promedio para ambas localidades), con la desventaja que se obtuvo una correlación y regresión negativa con respecto al rendimiento de maíz, es decir, que estas mismas variedades fueron las que más dañaron la producción del cultivo de maíz, esto se debe a la agresividad de estos genotipos y por la gran cantidad de biomasa que desarrollan, provocando acame de raíz y de tallo a las plantas de maíz. Concluyendo que en cuanto al daño al cultivo de maíz provocado por la agresividad de frijol, se comprobó que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, el genotipo más agresivo fue ICTA Martín, provocando acame en un 20.24% a las plantas de maíz.

### **3. Planteamiento del problema y justificación del trabajo**

Dentro del grupo de las leguminosas, el frijol es una de las más importantes por ser complemento nutricional, en Guatemala, el frijol es después del maíz el principal alimento básico y constituye una fuente rica en proteínas y carbohidratos.

El sistema de cultivo frijol-maíz es empleado por agricultores del área rural del altiplano occidental del país, sin embargo, la producción del frijol ha sido deficiente últimamente. El problema que ha afectado a los productores son los bajos rendimientos, debido a que se dispone de variedades poco rendidoras, susceptibles al daño causado por la plaga del picudo de la vaina, susceptibles a enfermedades y causan un porcentaje alto de acame al maíz, las variedades existentes se caracterizan por originar mucha biomasa, baja cantidad de vainas y por ende bajo número de granos, la producción no es la deseada y los agricultores abandonan el cultivo. Éste problema se ha presentado en el municipio de San Carlos Sija, Quetzaltenango desde hace varios años atrás. Siendo esta la razón por la cual se propuso la evaluación de líneas avanzadas de frijol voluble en asocio con maíz en la zona de San Carlos Sija, Quetzaltenango, con la finalidad de encontrar una línea avanzada o variedad de frijol voluble con rendimientos aceptables y un crecimiento vegetativo adecuado.

Por lo tanto la evaluación se enfocó en líneas y variedades de frijol que han presentado mayor rendimiento en estudios y evaluaciones anteriores, puesto que las mismas ante la problemática descrita anteriormente pueden dar solución a la situación experimentada por los agricultores en el municipio. A cada uno de los tratamientos se les evaluó los componentes de rendimiento y crecimiento vegetativo, tolerancia a la plaga del picudo de la vaina, tolerancia a las principales enfermedades, porcentaje de acame al cultivo de maíz. Estos aspectos evaluados en cada tratamiento fueron considerados en base a la problemática experimentada para que los mismos nos den la respuesta ante dicha situación y de esa manera beneficiar a los productores del área y mantener la seguridad alimentaria del municipio.



## **4. Objetivos**

### **4.1. General**

Evaluar líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; San Carlos Sija, Quetzaltenango.

### **4.2. Específicos**

- Determinar los componentes de rendimiento (rendimiento en kg/ha, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas) en líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz.
- Determinar el crecimiento vegetativo (días a germinación, porcentaje de germinación, días a floración, días a madurez fisiológica, días a cosecha) en líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz.
- Determinar el efecto sobre el acame al maíz de cada una de las líneas avanzadas y variedades de frijol voluble evaluado.
- Determinar las líneas avanzadas y variedades que presentan una mayor tolerancia a las principales enfermedades del cultivo.
- Efecto del frijol sobre el rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz.
- Realizar un análisis económico de la relación costo/beneficio de las líneas avanzadas y variedades evaluadas.

## **5. Hipótesis**

### **5.1. Hipótesis alternativas**

- Al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá un efecto sobre el rendimiento.
- Al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá un crecimiento vegetativo diferente.
- Al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá mayor tolerancia a las principales enfermedades del cultivo.
- Al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá un efecto de acame sobre el cultivo de maíz.
- Al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá un efecto sobre el rendimiento del cultivo de maíz.

## 6. Metodología

### 6.1. Localización del trabajo

La investigación se realizó en la aldea Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, a una altura de 2,682 msnm con coordenadas geográficas, 14<sup>0</sup> 59' 3" latitud Norte y 91<sup>0</sup> 34' 25" longitud Oeste. El municipio se localiza a 24 kilómetros de la cabecera departamental de Quetzaltenango y a 226 kilómetros de la capital de Guatemala.

En el municipio de San Carlos Sija, según el sistema de clasificación climática de Thornwhite, se encuentra ubicado en la región de la meseta y el altiplano caracterizado por ser una zona de clima frío y la temperatura oscila entre; una mínima de -4 °C, una media de 12 °C y una máxima de 26 °C, la cual varía dependiendo la época del año. Su precipitación anual es de 1,500 a 2,000 milímetros y humedad relativa de 70% (Segeplan, 2010).

Según los mapas de capacidad de uso elaborados por el MAGA, los suelos de San Carlos Sija pertenecen y se orientan a la clase III, tierras cultivadas sujetas a medianas limitaciones con productividad media. En términos generales el municipio cuenta con un área de 21,781.27 ha de las cuales 117.07 ha son parte de la agricultura, específicamente para granos básicos (Segeplan, 2010).

### 6.2. Material experimental

El material experimental evaluado fue: cuatro líneas avanzadas y dos variedades mejoradas de frijol voluble y un testigo y la variedad criolla del cultivo de maíz, formando así el sistema milpa.

**6.2.1. ICTA Texel Voluble.** Esta línea tiene una adaptabilidad entre 2,000 y 2,800 msnm, Crecimiento arbustivo trepador tipo IV, contiene vainas moradas y de grano redondo (Lemus, 2017).

**6.2.2. ICTA Hunapú Voluble.** Esta línea tiene una agresividad intermedia con un rendimiento promedio de 766.00 kg/ha (Lemus, 2017).

**6.2.3. ICTA Labor Ovalle.** Su adaptabilidad es de 2,000 a 2800 msnm, con una agresividad intermedia, vainas con 0.12 m de largo con seis granos por vaina (Lemus, 2017).

**6.2.4. ICTA Quiché.** Es una línea agresiva, es muy productiva con vainas de 0.14 m de largo y siete granos por vaina (Lemus, 2017).

**6.2.5. ICTA Utatlán.** Su adaptabilidad oscila entre los 1,900 a 2,000 msnm, con un crecimiento arbustivo trepador tipo IV con vainas de color crema y grano redondo (Lemus, 2017).

**6.2.6. ICTA Altense Voluble.** Es una línea agresiva, las vainas de esta línea son en promedio de 0.14 m de largo con ocho granos por vaina (Lemus, 2017).

**6.2.7. Variedad criolla (Testigo).** La variedad local se caracteriza por ser muy agresiva al cultivo de maíz provocando acame de maíz, requiere de 120 días para la floración en promedio y 190 días a madurez fisiológica.

**6.2.8. Variedad criolla de maíz.** Fue la variedad local de color blanco, caracterizada por ser una variedad de buen crecimiento, distinguida por ser asociada con frijol, esta fue la única variedad de maíz que se sembró en asocio con frijol en toda el área experimental.

### **6.3. Factores estudiados**

Se evaluaron seis líneas avanzadas de frijol voluble y un testigo sobre los componentes de rendimiento y crecimiento vegetativo, tolerancia a las principales enfermedades, rendimiento del cultivo de maíz y porcentaje de acame al cultivo de maíz, como también un análisis económico de la relación Beneficio/Costo, todo lo antes mencionado para cada una de las líneas evaluadas.

#### **6.4. Variables de estudio**

**6.4.1. Incidencia del picudo de la vaina.** Aún después de haber aplicado insecticida para el control del picudo de la vaina se procedió a determinar qué tanta incidencia tuvo el picudo sobre las líneas de frijol, tomando 30 vainas como muestreo en cada bloque, y se contabilizaron los granos sanos y los granos dañados, mediante la fórmula (CIAT, 1987 ).

$$\text{Porcentaje de daño} = \frac{\text{Número de granos dañados}}{(\text{granos dañados} + \text{granos sanos})} * 100$$

**6.4.2. Establecer altura de producción de vainas.** Este dato fue importante conocerlo ya que de él depende que tipo de acame provoca la planta de frijol al cultivo de maíz, por ejemplo, si la planta florea muy arriba provocará acame de tallo y raíz, lo ideal es que las plantas de frijol floreen en la parte baja, podemos mencionar que el acame de tallo o raíz se debe al sistema radicular de la planta de maíz y a la fortaleza de su tallo, por lo que conocer este dato de las líneas avanzadas de frijol es importante para el agricultor.

**6.4.3. Número de mazorcas podridas.** Esto es un efecto de la planta de frijol sobre el maíz, la cual a veces no necesariamente bota la planta de frijol sino solo la dobla y hay otros factores externos que pueden actuar sobre ella provocando la pudrición de las mazorcas. Esto fue importante conocerlo ya que el cultivo principal para el agricultor es el maíz.

**6.4.4. Adaptabilidad vegetativa.** Este dato hace énfasis en la biomasa del cultivo, cobertura del mismo, y la producción de flores y vainas, los cuales son indicadores del rendimiento de las líneas de frijol evaluados. Este es un factor muy importante debido a que indica que tan bien las líneas de frijol pudieron crecer y desarrollarse en el ambiente donde se evaluaron.

#### **6.5. Descripción de los tratamientos**

En el siguiente cuadro se presentan los tratamientos evaluados en el municipio de San Carlos Sija, Quetzaltenango.

Tabla 1.

*Descripción de los tratamientos evaluados, líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	ICTA Texel Voluble (Línea avanzada)
2	ICTA Hunapú Voluble (Línea avanzada)
3	ICTA Labor Ovalle (Variedad mejorada)
4	ICTA Quiché (Línea avanzada)
5	ICTA Utatlán (Variedad mejorada)
6	ICTA Altense Voluble (Línea avanzada)
7	Testigo del agricultor

### 6.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar, debido a que este diseño toma en cuenta los tres principios básicos de la experimentación: repetición, aleatorización y control local. En este diseño las unidades experimentales se distribuyen en grupos homogéneos. Cada uno de estos grupos llamado bloque. El número de unidades experimentales dentro de cada bloque es igual al número de tratamientos incluidos en el experimento (López & González, 2013).

Los tratamientos fueron distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque aleatoriamente, así, cada bloque constituyó una repetición. Este tipo de experimento es seleccionado cuando se tienen dudas acerca de la homogeneidad del ambiente. Este diseño es conveniente cuando se logra determinar una gradiente de variación en un sentido, que esté influyendo en los tratamientos, por ejemplo: grado de inclinación del terreno donde se realizará el experimento, dirección del viento, gradiente de temperatura, entre otros. Por lo que el experimento se realizó con seis tratamientos y cuatro repeticiones (López & González, 2013).

### 6.7. Modelo estadístico

López y Gonzáles (2013); el modelo estadístico para la investigación de líneas avanzadas de frijol voluble en asocio con maíz fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, r \end{array} \right.$$

Siendo:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta observada o medida en el  $i$ -ésimo tratamiento y el  $j$ -ésimo bloque.

$\mu$  = media general de la variable de respuesta.

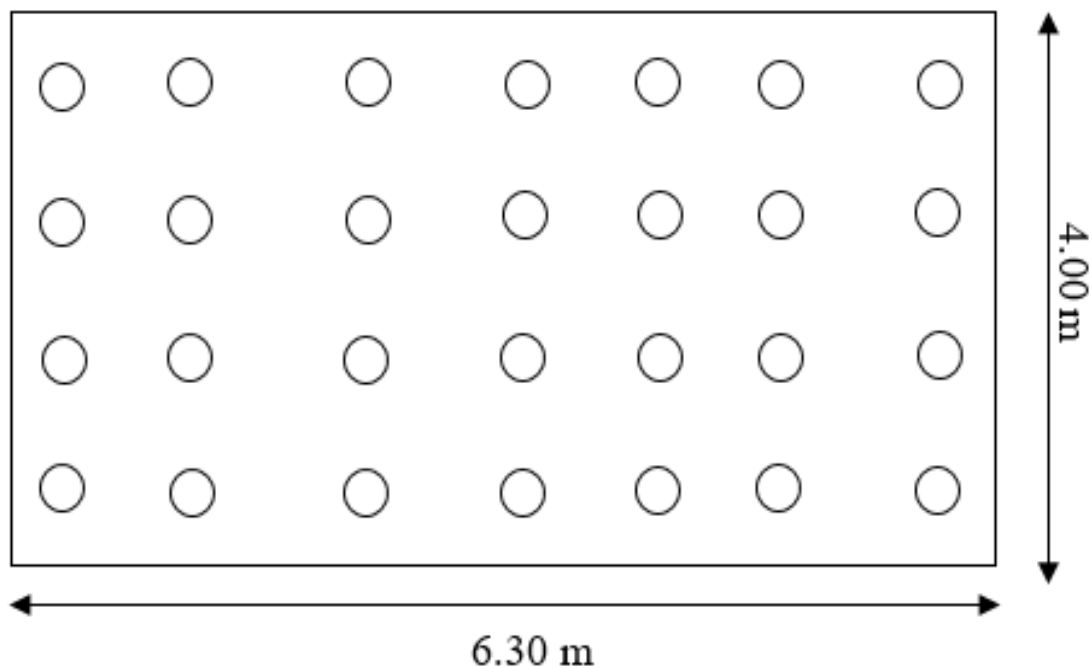
$\tau_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$\epsilon_{ij}$  = error asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

### 6.8. Unidad experimental

La unidad experimental consistió en parcelas de cuatro metros de ancho por 6.30 m de largo, teniendo un área total de 25.2 m<sup>2</sup>. Cada parcela tuvo cuatro surcos de un metro de ancho cada uno y siete posturas de 0.90 metros entre cada una, haciendo un total de 28 posturas por unidad experimental (cada postura tuvo cinco semillas de maíz y dos semillas de frijol). Se contemplaron, asimismo, dos metros de calle y 1.5 metros de espalda.



*Figura 1.* Unidad experimental para la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.

### 6.9. Croquis de campo

Se tuvieron cuatro líneas avanzadas y dos variedades de frijol voluble y el testigo del agricultor, conformando así siete tratamientos, con 6.30 metros de longitud para cada uno, haciendo un total de 44.1 metros de largo, y cuatro repeticiones de cuatro metros cada una, más dos metros de calle y uno punto cinco metros de espalda haciendo un total de 21.5 metros de ancho. La aleatorización también se muestra para cada uno de los cuatro bloques.

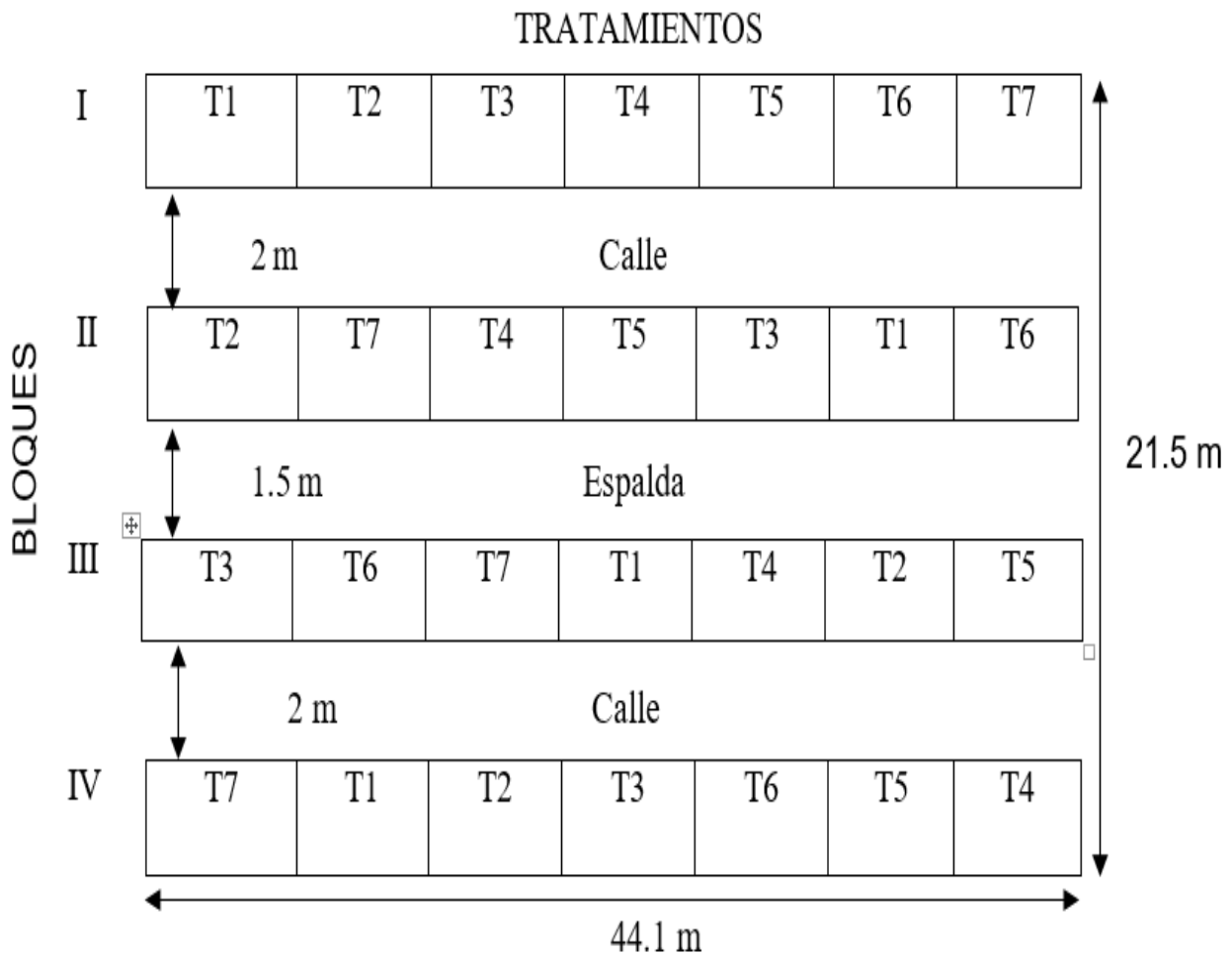


Figura 2. Croquis de campo y aleatorización de las líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.



## **6.10. Manejo del experimento**

Las actividades que se realizaron durante la evaluación fueron las siguientes:

**6.10.1. Preparación del terreno.** Un mes antes de la siembra se realizó la preparación del terreno con tractor, la tierra quedó suelta para que sucediera la libre emergencia de la semilla.

**6.10.2. Trazo del experimento.** Después de la preparación del terreno, se llevó a cabo el trazo del experimento con la ayuda de metro, pita y estacas. Se midieron las parcelas, se colocaron estacas en cada esquina para identificarlas, luego se marcó el distanciamiento entre surco y postura y se identificaron cada una de las parcelas.

**6.10.3. Siembra.** Esta actividad se llevó a cabo en el mes de abril, cuando la tierra tenía la suficiente humedad. Se sembraron cinco semillas de maíz y dos semillas de frijol por postura, el distanciamiento entre posturas fue de 0.90 m y un metro entre surco. Dejando dos metros de calle y 1.5 metros de espalda.

**6.10.4. Descostrar.** Esta práctica se realizó con el fin de ayudar a la planta de frijol a emerger ya que el suelo se compactó después de fuertes lluvias seguidas de días soleados dificultando la emergencia de la planta, esto se hizo de manera cuidadosa para no lesionarlas, esto fue con la ayuda de una estaca.

**6.10.5. Fertilización.** En el municipio de San Carlos Sija, se efectúan tres fertilizaciones al sistema de cultivo frijol-maíz. La primera fue una fertilización orgánica al momento de la siembra, se utilizó abono orgánico de ganado vacuno, la segunda se efectuó a las seis semanas transcurridas después de la siembra cuando la planta poseía una altura de 0.40 m con la fórmula 20-20-0, y la tercera se realizó al momento de la calza del maíz y frijol con la fórmula 46-0-0.

**6.10.6. Control de malezas.** Esta práctica consistió en eliminar cualquier otra planta dentro del cultivo de maíz y frijol. Dicha actividad se realizó de forma manual utilizando azadones. Se realizaron dos limpiezas de forma manual. La primera fue a las cinco semanas después de la siembra y la segunda al momento de la calza de los cultivos.

**6.10.7. Control de plagas insectiles.** Para el control de insectos se realizaron cuatro aplicaciones preventivas con el insecticida deltametrin para el control del picudo de la vaina (*A. godmani*), con intervalos de quince días a partir de los quince días antes del inicio de la floración.

**6.10.8. Aporque.** Esta labor consistió en elevar la tierra de 0.30 a 0.40 m de altura a los cultivos de maíz y frijol, facilitó a que no se cayeran los tallos ante condiciones ambientales adversas tales como el viento o fuertes lluvias y mantener erectas y firmes las plantas. Se realizó al momento de la segunda fertilización.

**6.10.9. Cosecha.** Esta labor consistió en el arranque manual de las vainas y para obtener el secamiento del material vegetativo fue necesario exponerlos al sol, posteriormente el aporreo o desgrane y luego obtener la información y procesamiento de datos de las líneas evaluadas. Asimismo para el cultivo de maíz, consistió en cortar, desgajar y pelar el cultivo, luego exponerlo al sol y el aporreo o desgrane para obtener los datos.

## **6.11. Variables de respuesta**

### **6.11.1. Componentes de rendimiento**

**a. Rendimiento kg/ha.** Para determinar el rendimiento de cada una de las líneas de frijol voluble evaluadas, se procedió a medir mediante la cantidad de kg/área que se obtuvieron de cada una de ellas, y luego proyectarlo a kg/ha.

**b. Número de vainas por planta.** Se procedió a contar el número de vainas que produjeron cada una de las líneas de frijol voluble, esto se realizó al momento de la cosecha, tomando un muestreo significativo, de la parcela neta o del centro se contabilizaron diez matas de frijol, se contabilizaron el total de plantas y la cantidad de vainas producidas por cada una, luego se hizo la sumatoria de vainas y se promedió dentro del total de plantas contadas.

*c. Número de granos por vaina.* Luego de realizar el conteo de vainas por planta, se procedió a realizar el conteo de granos por vaina de cada una de las líneas a evaluar, esto fue importante para conocer el rendimiento de los tratamientos evaluados. Se tomó como muestreo 30 vainas por cada tratamiento de cada bloque, se sumaron los granos totales y se hizo el respectivo promedio.

*d. Peso de 100 semillas.* Se procedió a pesar 100 semillas de cada una de las líneas de frijol evaluadas, esto se realizó con la ayuda de una balanza analítica, este es un indicador importante en el rendimiento de los tratamientos.

### **6.11.2. Componentes de crecimiento vegetativo**

*a. Días a germinación.* Se tomaron en cuenta los días que necesitaban las semillas en germinar dentro del campo experimental y verificar la fluctuación entre cada una de las líneas de frijol.

*b. Porcentaje de germinación.* Se tomó en cuenta del total de semillas sembradas el porcentaje de ellas que logró emerger del suelo, para ello se tomó en cuenta el promedio de los tratamientos.

*c. Días a floración.* Se llevó un control estricto desde el día de la siembra hasta el momento de los días a floración de cada una de las líneas evaluadas, se procedió a tomar el dato cuando el 50% de las plantas mostraron esta característica.

*d. Días a madurez fisiológica.* Se llevó el control de días desde el momento de la siembra hasta el momento en que las plantas mostraron esta característica, se procedió a tomar el dato cuando el 50% de las plantas mostraron esta característica.

*e. Días a cosecha.* Se llevó el control desde el día de la siembra hasta el momento de los días a cosecha de cada una de las líneas evaluadas, se procedió a tomar el dato cuando el 50% de las plantas mostraron esta característica.

**6.11.3. Porcentaje de acame al cultivo de maíz.** Se contaron el total de plantas de maíz establecidas en cada unidad experimental que presentaron acame, con la finalidad de determinar la agresividad de las líneas avanzadas de frijol al cultivo de maíz, esta actividad se realizó en el momento cuando el frijol se encontraba en los días a madurez fisiológica y el maíz con el peso de la mazorca, ya que en esta etapa es cuando las plantas han alcanzado su mayor peso.

**6.11.4. Tolerancia a las principales enfermedades.** Se procedió a identificar las principales enfermedades que atacaban al cultivo de frijol, esto se realizó con la ayuda de la escala del CIAT en la cual están los parámetros en rango y parámetros pictográficos, con los cuales se pudo denotar que enfermedad era la que atacaba al cultivo y en qué nivel de incidencia se encontraba (CIAT, 1987 ).

**6.11.5. Rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz.** Se procedió a determinar el rendimiento en kg/ha del cultivo de maíz pesando lo que en el área experimental se cosechó y proyectarlo a hectáreas.

## **6.12. Análisis de la información**

**6.12.1. Análisis estadístico.** Para el análisis estadístico se utilizaron los promedios de los resultados de cada variable obtenidos durante la fase experimental, se procedió a realizar el análisis de la información, los datos de las variables evaluadas se sometieron al análisis de varianza ANDEVA (López & González, 2013).

Al existir diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% para determinar cuál de los tratamientos presentó los mejores resultados según y acorde a la variable que se analizaba (Sitún, 2007).

**6.12.2. Análisis económico.** Para este apartado se realizó el análisis económico de la relación Beneficio/Costo de cada uno de los tratamientos evaluados, en este caso las líneas avanzadas y variedades de frijol voluble, para determinar si existía un tratamiento con mayores beneficios y menores costos, tomando en cuenta los insumos adquiridos (Reyes, 2001).

## 7. Resultados y discusión

### 7.1. Componentes de Crecimiento Vegetativo

Los componentes de crecimiento vegetativo fueron datos importantes a tomar en esta investigación, conociendo estos datos se pudo ver la variación que cada uno de los genotipos evaluados presentaron, conocer qué tratamientos fueron más precoces y cuales más tardíos y así optar por un genotipo adecuado para la localidad.

**7.1.1. Días a germinación.** Conocer éste factor permitió determinar la variación que existía entre los tratamientos evaluados, para luego tener un panorama del comportamiento de los mismos de en ese momento en adelante.

Tabla 2.

*Días a germinación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	12	12	12	12	48	12
2	ICTA Hunapú Voluble	11	11	12	12	46	12
3	ICTA Labor Ovalle	12	12	13	13	50	13
4	ICTA Quiché	13	12	13	12	50	13
5	ICTA Umatlán	12	12	12	12	48	12
6	ICTA Altense Voluble	12	12	13	13	50	13
7	Testigo del agricultor	13	13	12	12	50	13

Para la variable días a germinación se notó que todos los tratamientos demostraron tener bastante similitud, puesto que el testigo del agricultor, las líneas avanzadas y variedades se encontraron en un rango de 12 a 13 días a germinación respectivamente. Esto fue importante evaluarlo para determinar los días a diferencia que existía en cada tratamiento. Esto indicó que los factores edáficos y climáticos fueron idóneos para que las plantas germinaran en ese periodo.

Tabla 3.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable días a germinación en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	3.71	0.62	2.60	2.661	4.015	(NS)
Bloques	3	0.71	0.24	1.00	3.160	5.092	(NS)
Error	18	4.29	0.24				
Total	27	8.71					

CV= 4.38 % (\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

El análisis de los resultados determinó que no hubo diferencia significativa para los tratamientos evaluados. Asimismo, para los bloques evaluados no hubo diferencia significativa. Por lo que estadísticamente todas las líneas avanzadas, variedades de frijol voluble y el testigo del agricultor son iguales en relación a los días a germinación. El agricultor puede sembrar cualquiera de estos genotipos que en relación a esta variable obtendrá los mismos resultados. El coeficiente de variación fue de 4.38%, esta medida de dispersión indicó que hubo baja variación de los tratamientos en cada uno de los bloques evaluados.

**7.1.2. Porcentaje de germinación.** Esta variable de respuesta fue importante evaluarla para determinar si las condiciones edáficas y climáticas de la localidad eran las óptimas para las semillas y que las mismas tuvieran la capacidad de emerger del suelo.

Tabla 4.

*Porcentaje de germinación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>No.</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>BLOQUES</b>				<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>		
1	ICTA Texel Voluble	89.29	96.43	94.64	98.21	378.57	94.64
2	ICTA Hunapú Voluble	100	96.43	100	98.21	394.64	98.66
3	ICTA Labor Ovalle	100	98.21	94.64	96.43	389.28	97.32
4	ICTA Quiché	98.21	100	100	98.21	396.42	99.11
5	ICTA Umatlán	100	94.64	96.43	94.64	385.71	96.43
6	ICTA Altense Voluble	98.21	92.86	100	89.29	380.36	95.09
7	Testigo del agricultor	100	98.21	100	89.29	387.50	96.88

En la Tabla 4, se presentan los resultados de la variable porcentaje de germinación de cada uno de los tratamientos evaluados, haciendo hincapié que todos presentaron buen porcentaje de germinación ya que todas las líneas avanzadas de frijol voluble y el testigo del agricultor se encontraron en un rango del 90-100% de germinación, presentando el dato más alto ICTA Quiché con el 99.11% de germinación y el más bajo ICTA Texel Voluble con 94.64% de germinación. Esto indica que las condiciones edáficas y climáticas fueron las óptimas para las semillas debido a que la germinación está arriba del 80 %, asimismo la viabilidad de la semilla fue buena por ello se tuvo un alto porcentaje de germinación. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Lemus (2017), debido a que los genotipos evaluados en su investigación también alcanzaron más del 80% de germinación. Estas semillas se consideran de alta calidad ya que están por arriba del 90 % de germinación (Lemus, 2017).

Tabla 5.  
*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable porcentaje de germinación en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	66.91	11.15	1.01	2.661	4.015	(NS)
Bloques	3	44.08	14.69	1.33	3.160	5.092	(NS)
Error	18	198.87	11.05				
Total	27	309.86					

CV= 3.05 %                      (\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

Los resultados obtenidos demostraron que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, asimismo para los bloques evaluados. Determinando que todos los genotipos de esta evaluación son estadísticamente iguales en cuanto al porcentaje de germinación, demostrando cada uno de ellos un alto porcentaje, lo que es bueno para el agricultor. El coeficiente de variación fue de 3.05%, esta medida de dispersión indicó que la variación de los tratamientos en cada uno de los bloques avaluados fue baja.



**7.1.3. Días a floración.** Este factor fue importante evaluarlo para verificar el crecimiento y desarrollo adecuado y óptimo de los tratamientos. Asimismo, examinar que tan bien la planta había asimilado el ambiente para ella y determinar la variación de días entre genotipos.

Tabla 6.

*Días a floración de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	122	122	122	122	488	122
2	ICTA Hunapú Voluble	114	114	116	116	460	115
3	ICTA Labor Ovalle	94	94	96	96	380	95
4	ICTA Quiché	125	125	125	125	500	125
5	ICTA Umatlán	84	84	84	84	336	84
6	ICTA Altense Voluble	120	120	120	120	480	120
7	Testigo del agricultor	92	92	92	92	368	92

Para la variable días a floración, las líneas avanzadas más precoces fueron: ICTA Umatlán, ICTA Labor Ovalle y Testigo del agricultor con un rango de 84 a 95 días. Las líneas precoces intermedias fueron: ICTA Hunapú Voluble e ICTA Altense voluble con un rango de 115 a 120 días. Y las más tardías fueron: ICTA Texel Voluble e ICTA Quiché con un rango de 122 a 125 días a floración respectivamente. Esto demostró que las condiciones ambientales y el manejo agronómico del cultivo fueron buenos, ya que la planta demostró tener una coloración verde intenso y un crecimiento y desarrollo adecuado. ICTA Umatlán fue 6.4% más precoz que el testigo del agricultor e ICTA Quiché fue 26.4% más tardío que el testigo del agricultor.

Tabla 7.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable días a floración en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	6710.86	1118.48	3523.20	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	2.29	0.76	2.40	3.160	5.092	(NS)
Error	18	5.71	0.32				
Total	27	6718.86					

CV= 0.52 %

(\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

El análisis estadístico obtenido para esta variable demuestra que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. No así para los bloques en los cuales no hubo diferencia significativa. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación fue de 0.52%, esta medida de dispersión indicó que la variación de los tratamientos en cada uno de los bloques evaluados fue muy baja.

Tabla 8.

*Prueba de Tukey para la variable días a floración de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	
ICTA Quiché	125.00	A
ICTA Texel Voluble	122.00	B
ICTA Altense Voluble	122.00	B
ICTA Hunapú Voluble	122.00	B
ICTA Labor Ovalle	95.00	C
Testigo	95.00	C
ICTA Utatlán	84.00	D

DMS= 1.32

La prueba estadística de Tukey demostró que se formaron cuatro grupos. El tratamiento dentro del grupo “A” y los del grupo “B” fueron los más tardíos con un rango de 122 a 125 días. Los tratamientos dentro del grupo “C” fueron los intermedios, y el más precoz fue el tratamiento del

grupo “D”. Este resultado fue indispensable evaluarlo debido a que los tratamientos más precoces tienen como ventaja producir alimento en menor tiempo y ser menos agresivos al cultivo de maíz a diferencia de los genotipos más tardíos que tienen como característica tender a enfermarse más y la tardanza en disponibilidad de alimento, además tienden a ser más agresivos al maíz por ser de ciclo largo. Esto concuerda con el autor Lemus (2017) en su investigación cuando los genotipos evaluados en su investigación presentaron un rango de 93 a 120 días a floración.

**7.1.4. Días a madurez fisiológica.** Conocer este dato fue sustancial debido a que es un indicador que demuestra que el crecimiento y desarrollo de los genotipos de frijol voluble sea el adecuado, y verificar la variación de días entre los tratamientos.

Tabla 9.

*Días a madurez fisiológica de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	192	192	194	194	772	193
2	ICTA Hunapú Voluble	192	192	192	192	768	192
3	ICTA Labor Ovalle	166	166	166	166	664	166
4	ICTA Quiché	194	194	192	192	772	193
5	ICTA Umatlán	150	156	156	150	612	153
6	ICTA Altense Voluble	192	192	192	192	768	192
7	Testigo del agricultor	163	166	166	163	658	165

Para esta variable las líneas avanzadas más precoces fueron: ICTA Umatlán, Testigo del agricultor e ICTA Labor Ovalle, con un rango de 153 a 166 días. Las precoces intermedias fueron: ICTA Hunapú Voluble e ICTA Altense Voluble con un rango de 192 días, y las tardías fueron: ICTA Texel Voluble e ICTA Quiché con un rango de 193 días respectivamente. Las plantas demostraron un crecimiento y desarrollo adecuado, determinando así que las condiciones climáticas y edáficas contribuyeron a que las líneas de frijol presentaran las características deseadas. ICTA Umatlán fue

6.22% más precoz que el testigo e ICTA Quiché fue 14.51% más tardío que el testigo del agricultor.

Tabla 10.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable días a madurez fisiológica en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	7140.86	1190.14	517.10	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	11.57	3.86	1.68	3.160	5.092	(NS)
Error	18	41.43	2.30				
Total	27	7193.86					
CV= 0.85 %		(**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia					

El análisis de varianza para la variable días a madurez fisiológica demostró que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. No así para los bloques en los cuales no hubo diferencia significativa. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación en este análisis fue de 0.85%, y como medida de dispersión indicó que la variación de los tratamientos en cada uno de los bloques evaluados fue muy baja.

Tabla 11.

*Prueba de Tukey para la variable días a madurez fisiológica de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	
ICTA Texel Voluble	193.00	A
ICTA Quiché	193.00	A
ICTA Altense Voluble	192.00	A
ICTA Hunapú Voluble	192.00	A
ICTA Labor Ovalle	166.00	B
Testigo	164.50	B
ICTA Uatlán	153.00	C
DMS= 3.54		

La prueba de Tukey demostró que se formaron tres grupos estadísticos. Los tratamientos en el grupo “A” fueron los más tardíos con 192 y 193 días respectivamente. Los tratamientos en el grupo “B” fueron los intermedios con 164 y 166 días respectivamente. Y el tratamiento en el grupo “C” fue el más precoz con 153 días a madurez fisiológica respectivamente. Para los genotipos precoces podemos mencionar que tienen como ventaja la disponibilidad de alimento en menor tiempo, el régimen de lluvias escasas debido a la canícula les afectaría menos, tienden a enfermarse menos por ser de ciclo corto y respecto a plagas no es tanta la incidencia en los mismos por la época de floración y que han demostrado ser menos agresivos al cultivo de maíz, y como desventaja es que suelen ser poco productivos. Como ventaja en los genotipos tardíos es que son más productores, pero como desventaja es que suelen ser más agresivos al maíz y por el régimen de lluvias tienden a enfermarse un poco más.

**7.1.5. Días a cosecha.** Dentro de los factores de crecimiento vegetativo, este es uno de los más indispensables. Fue imprescindible conocer este dato para determinar que tratamientos fueron los tardíos, los intermedios y los precoces. Con la finalidad de dar una opción técnica y favorable a los agricultores de la zona.

Tabla 12.

*Días a cosecha de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	210	212	212	210	844	211
2	ICTA Hunapú Voluble	210	210	210	210	840	210
3	ICTA Labor Ovalle	194	196	194	196	780	195
4	ICTA Quiché	212	212	214	214	852	213
5	ICTA Umatlán	180	183	183	180	726	182
6	ICTA Altense Voluble	210	213	210	214	847	212
7	Testigo del agricultor	194	196	194	196	780	195

Analizando esta variable se determinó que el tratamiento más precoz fue: ICTA Uatatlán con 182 días. Los tratamientos intermedios fueron: ICTA Labor Ovalle y el Testigo del agricultor con 195 días, y los tratamientos más tardíos fueron: ICTA Texel Voluble, ICTA Hunapú Voluble, ICTA Quiché e ICTA Altense Voluble con un rango de 210 a 213 días a cosecha. Este dato fue importante para brindar alternativas a los agricultores, ya que si se quiere tener alimento disponible más pronto ICTA Uatatlán es la opción debido a que fue 6.10% más precoz que el testigo del agricultor. ICTA Quiché fue 8.45% más tardío que el testigo del agricultor.

Tabla 13.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable días a cosecha en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	3511.21	585.20	406.26	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	11.82	3.94	2.74	3.160	5.092	(NS)
Error	18	25.93	1.44				
Total	27	3548.96					

CV= 0.59 %

(\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

El análisis de varianza para la variable días a cosecha demostró que estadísticamente hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. No así para los bloques en los cuales no hubo diferencia significativa. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación fue de 0.59%, este valor indica que hubo una variación muy baja de los tratamientos en cada uno de los bloques que fueron evaluados.

Tabla 14.

*Prueba de Tukey para la variable días a cosecha de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>			
ICTA Quiché	213.00	A		
ICTA Altense Voluble	211.75	A	B	
ICTA Texel Voluble	211.00	A	B	
ICTA Hunapú Voluble	210.00		B	
Testigo	195.00			C
ICTA Labor Ovalle	195.00			C
ICTA Utatlán	181.50			D

DMS= 2.80

La prueba de Tukey demostró que estadísticamente se formaron cuatro grupos. Los tratamientos del grupo “A” y “B” fueron los más tardíos. Los tratamientos en el grupo “C” fueron los intermedios. Y el tratamiento del grupo “D” fue el más precoz. Como desventaja en los genotipos precoces es que suelen producir menos y como desventaja en los tardíos es que suelen provocar mayor acame al cultivo de maíz. Esto tuvo cierta variación acorde al autor Lemus (2017) en su investigación debido a que los días a cosecha en su investigación estuvieron en un rango de 163 a 210 días, esto pudo darse por la diferencia de altura, debido a que San Carlos Sija se encuentra a una altura mayor que Concepción Chiquirichapa.

## **7.2. Porcentaje de acame de maíz.**

Esta variable fue sumamente importante conocerla para determinar que líneas de frijol fueron más agresivas al cultivo de maíz provocándole un daño al mismo, principalmente en el rendimiento. Se deben dar opciones adecuadas y favorables a los agricultores y este es un factor que determina la aceptación de una línea de frijol para ser introducida al sistema milpa.

Tabla 15.

*Porcentaje de acame al cultivo de maíz en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	7.14	6.25	6.91	7.14	27.44	6.86
2	ICTA Hunapú Voluble	11.61	17.86	11.61	13.62	54.70	13.68
3	ICTA Labor Ovalle	2.23	1.79	3.57	1.79	9.38	2.35
4	ICTA Quiché	10.71	10.71	10.71	11.61	43.74	10.93
5	ICTA Umatlán	1.79	2.23	3.57	1.79	9.38	2.35
6	ICTA Altense Voluble	8.04	9.15	7.14	7.14	31.47	7.87
7	Testigo del agricultor	9.37	10.71	8.93	7.14	36.15	9.04

El análisis de la variable demostró que los tratamientos que provocaron un mayor porcentaje de acame al cultivo de maíz fueron: ICTA Hunapú Voluble, ICTA Quiché y el Testigo del agricultor; con un porcentaje intermedio se encontraron los tratamientos ICTA Altense Voluble e ICTA Texel Voluble, y con un porcentaje muy bajo se encontraron los tratamientos ICTA Umatlán e ICTA Labor Ovalle. ICTA Hunapú Voluble e ICTA Quiché fueron 33.92% y 13.82% más agresivos al cultivo de maíz que el Testigo. ICTA Umatlán e ICTA Labor Ovalle fueron 48.9% menos agresivos al cultivo de maíz que el Testigo del agricultor. Las líneas más agresivas demuestran tener esta característica debido al tipo de crecimiento que las caracteriza, el cual es un crecimiento indeterminado trepador, el tallo principal llega a tener de 20 a 30 nudos y muchos entrenudos y poseen una fuerte dominancia apical, siendo estas características que contribuyen a que estas líneas de frijol voluble sean más agresivas que otras provocando un porcentaje de acame más alto (CIAT, 1987 ).



Tabla 16.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable porcentaje de acame al cultivo de maíz en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	423.76	70.63	37.08	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	6.42	2.14	1.12	3.160	5.092	(NS)
Error	18	34.28	1.90				
Total	27	464.46					

CV= 18.20 %                            (\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

Analizando los resultados obtenidos se determinó que existió diferencia altamente significativa para los tratamientos. No así para los bloques en los cuales no hubo diferencia significativa. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación fue de 18.20%, esta medida de dispersión indicó que existió una alta variación de los tratamientos en cada uno de los bloques evaluados.

Tabla 17.

*Prueba de Tukey para la variable porcentaje de acame al cultivo de maíz en asocio con líneas avanzadas y variedades de frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>		
ICTA Hunapú Voluble	13.68	A	
ICTA Quiché	10.93	A	B
Testigo	9.04	A	B
ICTA Altense Voluble	7.87		B
ICTA Texel Voluble	6.86		B
ICTA Labor Ovalle	2.35		C
ICTA Uatlán	2.35		C

DMS= 3.22

ICTA Uatlán e ICTA Labor Ovalle fueron los menos agresivos al maíz, por ello ICTA Uatlán fue menos productor en la variable de rendimiento. Con un porcentaje intermedio se encontraron los tratamientos ICTA Altense Voluble e ICTA Texel voluble, y con el porcentaje más alto se encontraron los tratamientos ICTA Hunapú Voluble siendo este el que mayor rendimiento alcanzó,

ICTA Quiché y Testigo del agricultor, se resalta que el porcentaje no fue superior al 20 por ciento. ICTA Labor Ovalle e ICTA Utatlán resultaron ser una opción adecuada debido a que fueron un 48.9% menos agresivas al cultivo de maíz que el testigo del agricultor, por lo que se puede decir que el rendimiento del maíz no será afectado con estos genotipos por su poca agresividad. Esto concuerda con la investigación de Lemus (2017) debido a que el porcentaje de acame en su investigación estuvo en un rango del 5-15% para estos genotipos.

### 7.3. Tolerancia a enfermedades

Conocer esta variable es de suma importancia ya que nos permite formar un criterio en cuanto a la selección de los genotipos que presentan mayor tolerancia a enfermedades. A través de este parámetro se conoció que tan susceptible, intermedia o resistente era cada genotipo a las principales enfermedades encontradas. Las principales enfermedades fueron medidas a través de la escala del CIAT, la cual va del uno al nueve (CIAT, 1987).

**7.3.1. Mancha Angular (*Phaeoisariopsis griseola*).** Esta enfermedad afecta áreas de temperatura intermedia y un poco menor en áreas frías, afecta hojas y vainas provocando manchas grises y cafés triangulares, puede causar pérdidas del 40 y 80% en rendimiento, por ello fue importante conocer que tanta incidencia tuvo en los genotipos evaluados (IICA, 2008).

Tabla 18.

*Tolerancia a la enfermedad mancha angular de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

BLOQUES							
No.	TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
1	ICTA Texel Voluble	1	1	1	1	4	1
2	ICTA Hunapú Voluble	2	2	2	2	8	2
3	ICTA Labor Ovalle	1	1	1	1	4	1
4	ICTA Quiché	2	3	2	3	10	3
5	ICTA Utatlán	3	3	3	3	12	3
6	ICTA Altense Voluble	1	2	1	2	6	2
7	Testigo del agricultor	4	3	4	3	14	4

El análisis de la variable demostró que los tratamientos con el número más bajo fueron: ICTA Texel Voluble e ICTA Labor Ovalle con un punto según la escala tomada como referencia, luego se encontraron los tratamientos ICTA Hunapú Voluble, e ICTA Altense voluble con dos puntos, los tratamientos ICTA Quiché e ICTA Utatlán tres puntos y el Testigo del agricultor con cuatro puntos. Cabe mencionar que los genotipos del uno al seis son resistentes y el séptimo es intermedio a esta enfermedad debido a que la escala indica que de uno a tres son resistentes, de cuatro a seis intermedios y de siete a nueve susceptibles. Lo que es bueno para el agricultor porque conoce que tan susceptibles o resistentes son estos genotipos (CIAT, 1987 ).

Tabla 19.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable tolerancia a la enfermedad mancha angular en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	22.86	3.81	24.00	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	0.14	0.05	0.30	3.160	5.092	(NS)
Error	18	2.86	0.16				
Total	27	25.86					
CV= 19.23 %		(**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia					

Analizando los resultados se determinó que hubo diferencia altamente significativa entre cada uno de los tratamientos, no así para los bloques evaluados. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación fue de 19.23% lo que indicó una alta variación de los tratamientos en cada uno de los bloques evaluados.

Tabla 20.

*Prueba de Tukey para la variable tolerancia a la enfermedad mancha angular de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>				
Testigo	3.50	A			
ICTA Utatlán	3.00	A	B		
ICTA Quiché	2.50		B	C	
ICTA Hunapú Voluble	2.00			C	D
ICTA Altense Voluble	1.50				D
ICTA Texel Voluble	1.00				D
ICTA Labor Ovalle	1.00				D

DMS= 0.93

La prueba de Tukey demostró que estadísticamente los tratamientos que fueron diferentes son el Testigo del agricultor comparado con ICTA Altense Voluble, ICTA Texel Voluble e ICTA Labor Ovalle respectivamente. Demostrando una tolerancia alta según la escala tomada como referencia debido a que el número mayor fue de cuatro respectivamente. Estas líneas han sido creadas con el propósito de ser más resistentes a enfermedades, y una línea o variedad mejorada suele tener mayor resistencia genética a diferentes enfermedades, y cuando eso va acompañado de un buen manejo, como lo hecho en este estudio, el riesgo de contaminación se reduce significativamente (INTA, 2009).

**7.3.2. Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).** Conocer esta enfermedad fue importante para determinar qué tan susceptibles o tolerantes eran los genotipos evaluados. Ya que esta enfermedad ataca principalmente las vainas provocando que no exista llenado de las mismas y por ende que el rendimiento sea bajo, y en condiciones favorables la pérdida total del cultivo, por ello es una enfermedad de importancia económica (IICA, 2008).

Tabla 21.

*Tolerancia a la enfermedad antracnosis de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>BLOQUES</b>							
<b>No.</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
1	ICTA Texel Voluble	2	2	2	2	8	2
2	ICTA Hunapú Voluble	2	1	1	2	6	2
3	ICTA Labor Ovalle	2	1	1	1	5	1
4	ICTA Quiché	3	3	2	2	10	3
5	ICTA Umatlán	3	3	2	2	10	3
6	ICTA Altense Voluble	3	3	3	3	12	3
7	Testigo del agricultor	3	4	3	4	14	4

Los resultados obtenidos de esta variable demostraron que el tratamiento con menor tolerancia a la enfermedad antracnosis fue el Testigo del agricultor con cuatro puntos, con tres puntos se encontraron los tratamientos ICTA Umatlán, ICTA Quiché e ICTA Altense Voluble, con dos puntos ICTA Texel Voluble e ICTA Hunapú Voluble, y con un punto el tratamiento ICTA Labor Ovalle. La línea de frijol ICTA Labor Ovalle demostró ser muy buena puesto que fue 75% más resistente que el testigo del agricultor, los genotipos con dos puntos fueron 50% más resistentes que el testigo y los genotipos con tres puntos fueron 25% más resistentes que el testigo del agricultor. Todas estas líneas avanzadas de frijol resultan ser una alternativa buena, debido a que en estudios anteriores han demostrado ser de igual manera resistentes ante esta enfermedad (Lemus, 2017).

Tabla 22.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable tolerancia a la enfermedad antracnosis en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	15.36	2.56	13.16	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	1.25	0.42	2.14	3.160	5.092	(NS)
Error	18	3.50	0.19				
Total	27	20.11					

CV= 19.00 %

(\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

Los resultados obtenidos mostraron que estadísticamente hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos. No así para los bloques en los cual se observa que no hubo diferencia significativa. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación en este análisis fue de 19.00%, como medida de dispersión indicó que existió una alta variación de los tratamientos en cada uno de los bloques evaluados.

Tabla 23.

*Prueba de Tukey para la variable tolerancia a la enfermedad antracnosis de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>		
Testigo	3.50	A	
ICTA Altense voluble	3.00	A	B
ICTA Utatlán	2.50	A	B
ICTA Quiché	2.50	A	B
ICTA Texel Voluble	2.00		B
ICTA Hunapú Voluble	1.50		B
ICTA Labor Ovalle	1.25		B

DMS= 1.03

Al analizar la prueba de Tukey se logró determinar que los tratamientos que fueron estadísticamente diferentes fueron el Testigo del agricultor comparado con ICTA Texel Voluble, ICTA Hunapú Voluble e ICTA Labor Ovalle. Los demás tratamientos fueron estadísticamente iguales. Estos genotipos son una alternativa idónea para los agricultores debido a que todos fueron resistentes ante esta enfermedad según la escala tomada como referencia.

**7.3.3. Roya (*Uromyces appendiculatus*).** Esta enfermedad en estadios severos, durante la floración principalmente, produce la defoliación de la planta y por ende produce una disminución drástica en la formación y llenado de vainas. Por eso fue importante conocerla para determinar si los genotipos evaluados eran resistentes, intermedios o susceptibles a esta enfermedad y así optar por la mejor opción (Aldana, 2010).

Tabla 24.

*Tolerancia a la enfermedad roya de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	3	3	2	2	10	3
2	ICTA Hunapú Voluble	2	3	2	3	10	3
3	ICTA Labor Ovalle	2	2	1	1	6	2
4	ICTA Quiché	2	2	2	2	8	2
5	ICTA Umatlán	3	4	4	4	15	4
6	ICTA Altense Voluble	4	4	3	3	14	4
7	Testigo del agricultor	4	3	4	3	14	4

Esta variable demostró que los tratamientos ICTA Umatlán, ICTA Altense Voluble y el Testigo del agricultor fueron los que menor tolerancia presentaron ante esta enfermedad, debido a que tuvieron cuatro puntos siendo estos así intermedios, Los tratamientos ICTA Texel Voluble e ICTA Hunapú Voluble, presentaron una mayor tolerancia con tres puntos a su favor, los tratamientos ICTA Quiché e ICTA Labor Ovalle tuvieron dos puntos a su favor. Los tratamientos con dos y tres puntos fueron 50% y 25% más resistentes a los que tuvieron cuatro puntos, en ellos incluido el testigo del agricultor. Las líneas avanzadas de frijol que no tuvieron más de tres puntos resultan ser una alternativa buena, debido a que en estudios anteriores han demostrado ser de igual manera resistentes ante esta enfermedad (Lemus, 2017).

Tabla 25.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable tolerancia a la enfermedad roya en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	F05	F01	Sn
Tratamientos	6	17.50	2.92	10.97	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	0.96	0.32	1.21	3.160	5.092	(NS)
Error	18	4.79	0.27				
Total	27	23.25					

CV= 18.75 %

(\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

Los resultados obtenidos dieron a conocer que estadísticamente hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos. No así para los bloques en el cual se observa que no hubo diferencia significativa. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación en este caso fue de 18.75%, esta medida de dispersión demostró que hubo una alta variación de los tratamientos en cada uno de los bloques evaluados en esta investigación.

Tabla 26.

*Prueba de Tukey para la variable tolerancia a la enfermedad roya de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>		
ICTA Uatlán	3.75	A	
Testigo	3.50	A	
ICTA Altense Voluble	3.50	A	
ICTA Hunapú Voluble	2.50	A	B
ICTA Texel Voluble	2.50	A	B
ICTA Quiché	2.00		B
ICTA Labor Ovalle	1.50		B

DMS= 1.20

La prueba de Tukey nos dio a conocer que un grupo “A” y un grupo “B” se formaron, dentro del grupo “A”. Los tratamientos con menor tolerancia a esta enfermedad, fueron: ICTA Uatlán, Testigo del agricultor e ICTA Altense Voluble, y los tratamientos que presentaron la mayor tolerancia fueron: ICTA Labor Ovalle e ICTA Quiché. Aquí se acepta la Hipótesis Alternativa que dice; al menos una de las líneas avanzadas de frijol voluble tendrá mayor tolerancia a las principales enfermedades del cultivo.

#### **7.4. Componentes de Rendimiento.**

Uno de los objetivos de esta investigación fue encontrar una línea avanzada de frijol voluble con rendimiento alto. Por lo que fue indispensable conocer estos datos, los cuales fueron los indicadores que determinaron que línea avanzada de frijol fue la más rendidora. Estos datos determinaron la adaptabilidad reproductiva de cada una de las líneas avanzadas de frijol evaluadas (CIAT, 1987).



**7.4.1. Vainas por planta.** Este fue el primer dato a conocer respecto a los componentes de rendimiento, fue importante conocerlo para identificar las líneas avanzadas de frijol que mayor cantidad de vainas por planta produjeran y así de ante mano poder determinar qué línea de frijol es la que mayor rendimiento alcanza.

Tabla 27.

*Vainas por planta de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	43	40	45	53	181	45
2	ICTA Hunapú Voluble	54	52	46	56	208	52
3	ICTA Labor Ovalle	38	37	33	31	139	35
4	ICTA Quiché	37	33	29	32	131	33
5	ICTA Utatlán	31	29	33	22	115	29
6	ICTA Altense Voluble	34	42	46	32	154	39
7	Testigo del agricultor	21	31	26	33	111	28

El análisis de esta variable dio a conocer que los tratamientos con mayor cantidad de vainas fueron: ICTA Hunapú Voluble con una media de 52 vainas e ICTA Texel Voluble con 45 vainas. Con medias intermedias se encontraron los tratamientos ICTA Altense Voluble, ICTA Quiché e ICTA Labor Ovalle, y los tratamientos que produjeron la menor cantidad de vainas por planta fueron: ICTA Utatlán con 29 vainas y el Testigo del agricultor con 28 vainas por planta. Las líneas avanzadas demuestran ser rendidoras principalmente ICTA Hunapú Voluble la cual superó en un 46.15% al Testigo del agricultor e ICTA Texel Voluble fue superior al Testigo en un 32.69% respectivamente. Estas líneas avanzadas de frijol han sido creadas con la finalidad de producir mayor número de vainas por planta lo cual las caracteriza, llegando a producir hasta 88 vainas por planta ICTA Labor Ovalle, 78 vainas por planta ICTA Hunapú Voluble y 76 vainas por planta ICTA Texel voluble (Lemus, 2017).

Tabla 28.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable vainas por planta en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	F05	F01	Sn
Tratamientos	6	1887.93	314.65	11.39	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	3.54	1.18	0.04	3.160	5.092	(NS)
Error	18	497.21	27.62				
Total	27	2388.68					

CV= 14.16 %

(\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

Estadísticamente los resultados demostraron que hubo diferencia altamente significativa para los tratamientos evaluados. Y no hubo diferencia significativa para los bloques. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación en este análisis fue de 14.16%, como medida de dispersión este valor demostró que hubo una variación intermedia alta de los tratamientos en cada uno de los bloques evaluados.

Tabla 29.

*Prueba de Tukey para la variable vainas por planta de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Tratamientos	Medias			
ICTA Hunapú Voluble	52.00	A		
ICTA Texel Voluble	45.25	A	B	
ICTA Altense Voluble	38.50		B	
ICTA Labor Ovalle	34.75		B	C
ICTA Quiché	32.75			C
ICTA Uatlán	28.75			C
Testigo	27.75			C

DMS= 12.27

La prueba de Tukey dio a conocer que se formaron tres grupos estadísticamente, dentro del grupo “A” están comprendidos los genotipos con un número mayor de vainas por planta producidos en relación a los genotipos del grupo “B”, y los tratamientos del grupo “C” fueron los que menor

cantidad de vainas produjeron. Se puede mencionar que un genotipo que produzca mayor cantidad de vainas por planta será mayor su rendimiento ya que el número de vainas es directamente proporcional al rendimiento. Y los genotipos con menos vainas obviamente menor será su rendimiento. Se enfatiza que el manejo agronómico y el ambiente donde los genotipos fueron evaluados fueron factores influyentes para que estos presentaran dichos resultados, los cuales fueron buenos, ya que según estudios realizados la producción de vainas por planta de estas líneas avanzadas y variedades de frijol se manejan por dichas cantidades y aún pueden llegar a producir más, pero para ello hay muchos factores que pueden intervenir, tal es el caso de la localización (Lemus, 2017).

**7.4.2. Granos por vaina.** Para determinar el rendimiento de las líneas de frijol fue necesario conocer la cantidad de granos producidos por vaina, este factor está ligado al rendimiento ya que a mayor cantidad de granos producidos por vaina mayor rendimiento se obtendrá, siempre y cuando el tamaño de grano sea igual.

Tabla 30.

*Granos por vaina de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	7	7	7	7	28	7
2	ICTA Hunapú Voluble	8	8	8	8	32	8
3	ICTA Labor Ovalle	5	6	6	5	22	6
4	ICTA Quiché	7	6	6	6	25	6
5	ICTA Uatatlán	6	5	5	6	22	6
6	ICTA Altense Voluble	6	6	6	6	24	6
7	Testigo del agricultor	6	6	6	7	25	6

Esta variable con su análisis demostró los tratamientos que mayor cantidad de granos por vaina produjeron, siendo estos: ICTA Hunapú Voluble con ocho granos por vaina e ICTA Texel Voluble con siete granos. Los tratamientos ICTA Labor Ovalle, ICTA Quiché, ICTA Uatatlán, ICTA

Altense Voluble y el Testigo del agricultor todos tuvieron una media de producción de granos por vaina igual a seis. El Testigo del agricultor fue inferior a ICTA Hunapú Voluble por dos granos y a ICTA Texel Voluble por un grano. Este es uno de los factores que determinaron el rendimiento final de cada línea de frijol, y conocerlo fue una predicción al mismo.

Tabla 31.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable granos por vaina en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	18.93	3.15	16.91	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	0.14	0.05	0.26	3.160	5.092	(NS)
Error	18	3.36	0.19				
Total	27	22.43					

CV= 6.79 %                                      (\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

Los resultados estadísticos obtenidos mostraron que hubo diferencia altamente significativa para los tratamientos evaluados en esta investigación. Asimismo, los resultados demostraron que no hubo diferencia significativa para los bloques. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación fue de 6.79% lo que demostró que hubo una variación baja de los tratamientos para cada uno de los bloques evaluados en esta investigación.

Tabla 32.

*Prueba de Tukey para la variable granos por vaina de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>			
ICTA Hunapú Voluble	8.00	A		
ICTA Texel Voluble	7.00	A	B	
Testigo	6.25		B	C
ICTA Quiché	6.25		B	C
ICTA Altense Voluble	6.00		B	C
ICTA Uatlán	5.50			C
ICTA Labor Ovalle	5.50			C

DMS= 1.01

La prueba de Tukey demostró que se formaron tres grupos interrelacionados, los tratamientos ICTA Hunapú Voluble e ICTA Texel Voluble del grupo “A” fueron los tratamientos que mayor cantidad de granos por vaina produjeron. Los tratamientos Testigo del agricultor, ICTA Quiché e ICTA Altense Voluble del grupo “B” fueron los tratamientos que presentaron una cantidad intermedia de granos por vaina, y los tratamientos ICTA Uatlán e ICTA Labor Ovalle del grupo “C” fueron los genotipos que menor cantidad de granos por vaina produjeron. Las condiciones ambientales y el manejo agronómico del cultivo fueron buenos para las líneas de frijol debido a que el número de granos producidos por vaina encaja con el número de granos por vaina producidos para estas líneas de frijol en estudios anteriores. Aquí se acepta la Hipótesis Alternativa la cual dice que, al menos una de las líneas avanzadas de frijol voluble tendrá un efecto sobre el rendimiento (Lemus, 2017).

**7.4.3. Peso de 100 semillas.** Este factor fue indispensable para determinar la línea de frijol con mayor rendimiento, ya que el mismo está dado por peso. Conocer este dato fue importante debido a que el tamaño y concentración de grano influye directamente sobre el rendimiento.

Tabla 33.

*Peso de 100 semillas de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	35.60	34.77	32.64	33.67	136.68	34.17
2	ICTA Hunapú Voluble	34.22	34.46	30.05	35.03	133.76	33.44
3	ICTA Labor Ovalle	40.78	38.48	38.05	37.82	155.13	38.78
4	ICTA Quiché	37.45	36.47	37.33	35.41	146.66	36.67
5	ICTA Uatlán	35.99	36.84	35.29	34.41	142.53	35.63
6	ICTA Altense Voluble	33.16	35.72	40.54	36.86	146.28	36.57
7	Testigo del Agricultor	32.03	31.75	30.34	31.95	126.07	31.52

La variable de respuesta peso de 100 semillas indicó que los tratamientos que alcanzaron mayor peso fueron: ICTA Labor Ovalle, ICTA Quiché e ICTA Altense Voluble. Un peso intermedio por ICTA Uatlán e ICTA Texel Voluble y los tratamientos con menor peso de 100 semillas fueron:

ICTA Hunapú Voluble y Testigo del agricultor. Las líneas de frijol evaluadas son rendidoras debido a que ICTA Labor O valle superó en un 18.72% al Testigo del agricultor, ICTA Quiché superó al Testigo en un 13.25% e ICTA Altense Voluble superó al Testigo en un 13.02%.

Tabla 34.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable peso de 100 semillas en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	138.97	23.16	7,00	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	2.58	0.86	0.26	3.160	5.092	(NS)
Error	18	59.59	3.31				
Total	27	201.14					

CV= 5.16 %      (\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

El análisis de los resultados estadísticos para ésta variable determinó que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. Y no hubo diferencia significativa para los bloques. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación para este caso fue de 5.16%, como medida de dispersión este valor determinó que existió una variación baja de los tratamientos para cada uno de los bloques evaluados en esta investigación.

Tabla 35.

*Prueba de Tukey para la variable peso de 100 semillas de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>			
ICTA Labor O valle	38.78	A		
ICTA Quiché	36.67	A	B	
ICTA Altense Voluble	36.57	A	B	
ICTA Uatlán	35.63	A	B	C
ICTA Texel Voluble	34.17		B	C
ICTA Hunapú Voluble	33.44		B	C
Testigo	31.52			C

DMS= 4.25

La prueba estadística de Tukey mostró que se formaron tres grupos, dentro del grupo “A” se muestra el tratamiento que mayor peso y por ende mayor tamaño de semilla tuvo, siendo este ICTA Labor Ovalle esto le permitió ser el tercer tratamiento con mayor rendimiento. El grupo “B” demuestra los tratamientos con un peso y tamaño de semilla intermedio y el grupo “C” muestra los tratamientos con menor peso y tamaño de semilla alcanzado, siendo el menor de todos, el Testigo del agricultor. Este factor al evaluarlo permitió conocer que genotipo tendría mayor rendimiento puesto que el mismo está medido por peso, la concentración de peso y tamaño de la semilla influye en el rendimiento del cultivo y este último en la rentabilidad del mismo en términos económicos y en la opción de los agricultores. Las líneas de frijol y variedades obtuvieron buen rendimiento, ya que el peso de 100 semillas se encontró en un rango similar según investigaciones realizadas anteriormente (Lemus, 2017).

**7.4.4. Rendimiento en kg/ha.** Este dato fue muy significativo en esta investigación, debido a que conocerlo permitió identificar las líneas de frijol voluble con mayor rendimiento, determinar qué tanta variación hubo entre genotipos y de esta manera poder optar y recomendar la línea avanzada de frijol voluble con mayor rendimiento para la localidad.

Tabla 36.

*Rendimiento en kg/ha de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	609.68	602.68	594.87	616.07	2423.30	605.83
2	ICTA Hunapú Voluble	714.29	678.57	688.61	704.52	2785.99	696.50
3	ICTA Labor Ovalle	571.43	546.51	558.04	564.08	2240.06	560.02
4	ICTA Quiché	366.07	337.30	373.26	365.58	1442.21	360.55
5	ICTA Utatlán	370.54	366.07	357.14	379.46	1473.21	368.30
6	ICTA Altense Voluble	401.79	417.41	410.72	401.79	1631.71	407.93
7	Testigo del agricultor	513.39	507.81	500.00	491.07	2012.27	503.07

El análisis de la variable rendimiento en kg/ha del frijol mostró que los tratamientos que mayor rendimiento alcanzaron fueron: ICTA Hunapú Voluble con una media de 696.50 kg/ha, seguido por ICTA Texel Voluble con 605.82 kg/ha. Los tratamientos que alcanzaron un rendimiento intermedio fueron: ICTA Labor Ovalle, Testigo del agricultor e ICTA Altense Voluble. Finalmente, los tratamientos que menor rendimiento alcanzaron fueron: ICTA Quiché e ICTA Utatlán. El ambiente donde las plantas fueron evaluadas y el manejo agronómico de las líneas de frijol fueron asimilados de buena manera por parte de los genotipos ya que alcanzaron un rendimiento alto. Acorde a Lemus (2017) en su investigación realizada estas líneas de frijol pueden llegar a producir hasta 790 kg/ha. Estas líneas avanzadas de frijol fueron creadas con la finalidad de ser más rendidoras, siendo ICTA Hunapú Voluble e ICTA Texel Voluble las que sobresalen en este sentido según investigaciones realizadas en años atrás. Se determina que estas líneas son rendidoras puesto que la línea de frijol ICTA Hunapú voluble fue superior al Testigo del agricultor en un 27.77%, ICTA Texel Voluble fue superior al Testigo en un 14.75% e ICTA Labor Ovalle fue superior al Testigo en un 8.17% respectivamente (Villanueva, 2010).

Tabla 37.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable rendimiento en kg/ha en la evaluación de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>F01</b>	<b>Sn</b>
Tratamientos	6	394751.63	65791.94	559.57	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	703.41	234.47	1.99	3.160	5.092	(NS)
Error	18	2116.38	117.58				
Total	27	397571.41					
CV= 2.17 %		(**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia					

El análisis de los resultados obtenidos demostró que estadísticamente hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. Para los bloques no hubo diferencia significativa. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación fue de 2.17%, esta mediada de dispersión demostró que existió una variación baja de los tratamientos evaluados en cada uno de los bloques establecidos.



Tabla 38.

*Prueba de Tukey para la variable rendimiento en kg/ha de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>			
ICTA Hunapú Voluble	696.50	A		
ICTA Texel Voluble	605.83	B		
ICTA Labor Ovalle	560.02	C		
Testigo	503.07	D		
ICTA Altense Voluble	407.93	E		
ICTA Uatatlán	368.30	F		
ICTA Quiché	360.55	F		

DMS= 25.34

El tratamiento ICTA Hunapú Voluble comprendido en el grupo “A” fue el que mayor rendimiento alcanzó y fue un genotipo de los más tardíos y fue resistente a las principales enfermedades. Seguido por el tratamiento ICTA Texel Voluble comprendido en el grupo “B”, acorde a investigaciones anteriores estas líneas de frijol se recomiendan a los agricultores por su elevado rendimiento. El tratamiento, ICTA Labor Ovalle comprendido en el grupo “C” tubo rendimiento intermedio, el acame provocado al maíz fue muy bajo y fue bastante precoz lo cual le atribuye este rendimiento, los tratamientos Testigo del agricultor e ICTA Altense Voluble comprendidos en los grupos “D” y “E” respectivamente, fueron los que presentaron un rendimiento intermedio con un mayor efecto de acame al cultivo de maíz. Finalmente el tratamiento ICTA Uatatlán fue de los más bajos rendidores puesto a que fue el más precoz de todos y uno de los que menos acame le provocó al cultivo de maíz e ICTA Quiché comprendido en el grupo “F” fue el que presentó los menores rendimientos en esta investigación (Lemus, 2017).

### **7.5. Rendimiento de Grano en kg/ha del Cultivo de Maíz**

El cultivo principal para los agricultores es el maíz, por lo que conocer su rendimiento fue indispensable para determinar que tanto pudo afectar cada línea de frijol a este cultivo por estar en asocio, para así determinar la línea de frijol que mayor efecto negativo tuvo sobre el rendimiento del cultivo de maíz y la que mejor se asocia al mismo.

Tabla 39.

*Rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	6738.84	6827.57	6687.50	6892.86	27146.77	6786.69
2	ICTA Hunapú Voluble	6589.29	6587.05	6663.51	6638.39	26478.24	6619.56
3	ICTA Labor Ovale	7093.75	7093.75	7245.54	7294.64	28727.68	7181.92
4	ICTA Quiché	5674.11	5977.68	6990.79	5927.46	24570.04	6142.51
5	ICTA Utatlán	6687.50	6433.04	6991.07	6813.62	26925.23	6731.31
6	ICTA Altense Voluble	6031.25	6081.20	6010.14	6080.36	24202.94	6050.74
7	Testigo del agricultor	5825.89	5828.12	5891.18	5879.46	23424.65	5856.16

Esta variable demostró que, de las seis líneas avanzadas de frijol voluble sembradas en asocio con maíz, las que provocaron el menor efecto detrimento al cultivo de maíz fueron: ICTA Labor Ovale, ICTA Texel Voluble e ICTA Utatlán. Y las que mayor efecto detrimento le provocaron al cultivo de maíz respecto a su rendimiento fueron: ICTA Quiché y el Testigo del agricultor. El resto de líneas avanzadas mostraron un efecto detrimento intermedio en el rendimiento del cultivo de maíz. Según estudios realizados las líneas de frijol que presentan mayor rendimiento son aquellas que asimismo provocan un porcentaje de acame mayor al cultivo de maíz, debido al peso generado por estos materiales provocando que el maíz se vea afectado en su rendimiento, lo cual se refleja en esta investigación (Lemus, 2017).

Tabla 40.

*Análisis de Varianza ANDEVA de la variable rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	F05	F01	Sn <sub>α</sub>
Tratamientos	6	5426848.64	904474.77	17.15	2.661	4.015	(**)
Bloques	3	297339.88	99113.29	1.88	3.160	5.092	(NS)
Error	18	949124.82	52729.16				
Total	27	6673313.34					

CV= 3.54 %

(\*\*) Alta significancia, (\*) Significancia, (NS) No significancia

El análisis de los resultados estadísticos de esta variable determinó que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. Los resultados asimismo determinaron que no hubo diferencia significativa para los bloques. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente. El coeficiente de variación para este análisis fue de 3.54%, como medida de dispersión este valor indicó que existió una variación baja de los tratamientos evaluados en cada uno de los bloques establecidos.

Tabla 41.

*Prueba de Tukey para la variable rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz, en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>			
ICTA Labor Ovalle	7181.92	A		
ICTA Texel Voluble	6786.69	A	B	
ICTA Uatlán	6731.31	A	B	
ICTA Hunapú Voluble	6619.56		B	C
ICTA Quiché	6142.51		C	D
ICTA Altense Voluble	6050.74			D
Testigo	5856.16			D

DMS= 536.18

Los genotipos del grupo “A” fueron los que afectaron menos al cultivo de maíz ya que este mismo presentó mayor rendimiento con ellos, ICTA Labor Ovalle e ICTA Uatlán fueron con los que el maíz produjo más puesto que estos no provocaron mayor acame al cultivo de maíz y fueron los más precoces. Los tratamientos inmersos en los grupos “B” y “C” fueron los que afectaron de forma intermedia al cultivo de maíz ya que el rendimiento de este cultivo fue intermedio, estos fueron más agresivos al maíz. Finalmente, los tratamientos contenidos dentro del grupo “D” fueron los que más afectaron al cultivo de maíz puesto que este cultivo presentó un menor rendimiento en asocio con ellos. Se resalta que todos estos datos presentados por los cultivos van amarrados a la adaptabilidad vegetativa que cada uno de ellos presentó en el municipio.

## 7.6. Análisis de correlación de las variables vainas por planta y rendimiento del frijol

El análisis de correlación para estas variables se hizo debido a que esto nos indicó la tendencia entre ambas variables a estar relacionadas en una forma definida.

Tabla 42.

*Análisis de correlación de Pearson para las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

	Vainas Por Planta	Rendimiento del frijol
Vainas por planta	1.00	0.05
Rendimiento del frijol	0.76	1.00

Se logró observar que existió una excelente correlación entre ambas variables, la relación entre las variables vainas por planta y el rendimiento del frijol fueron buenas debido a que el valor de la correlación fue de 0.76. Lo que quiere decir que a mayor número de vainas por planta el rendimiento del frijol fue mayor.

## 7.7. Regresión de las variables vainas por planta y rendimiento del frijol

La regresión lineal para estas variables fue importante analizarla debido a que esto indicó la cantidad de cambio de una variable asociada a un cambio único de otra variable.

Tabla 43.

*Análisis de regresión lineal para las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Rendimiento frijol	7	0.57	0.48	73.15	49.21	49.05

Tabla 44.

*Estadísticos asociados para determinar la regresión lineal de las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Coeficiente	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	11.57	10.27	-14.82	37.95	1.13	0.3110		
Vainas planta	0.05	0.02	8.8E-05	0.10	2.57	0.0497	6.63	1.00

Con el análisis de las variables vainas por planta y rendimiento en kg/ha del frijol, se pudo observar en la Figura 3 que se produjo una línea de regresión lineal positiva, lo que significó que, al aumentar el número de vainas por planta, aumentó asimismo el rendimiento del frijol respectivamente. Esta línea de regresión fue útil para predecir el rendimiento del frijol con respecto a las vainas producidas por planta, por lo que se pudo afirmar que existió una buena correlación entre ambas variables y una regresión lineal positiva.

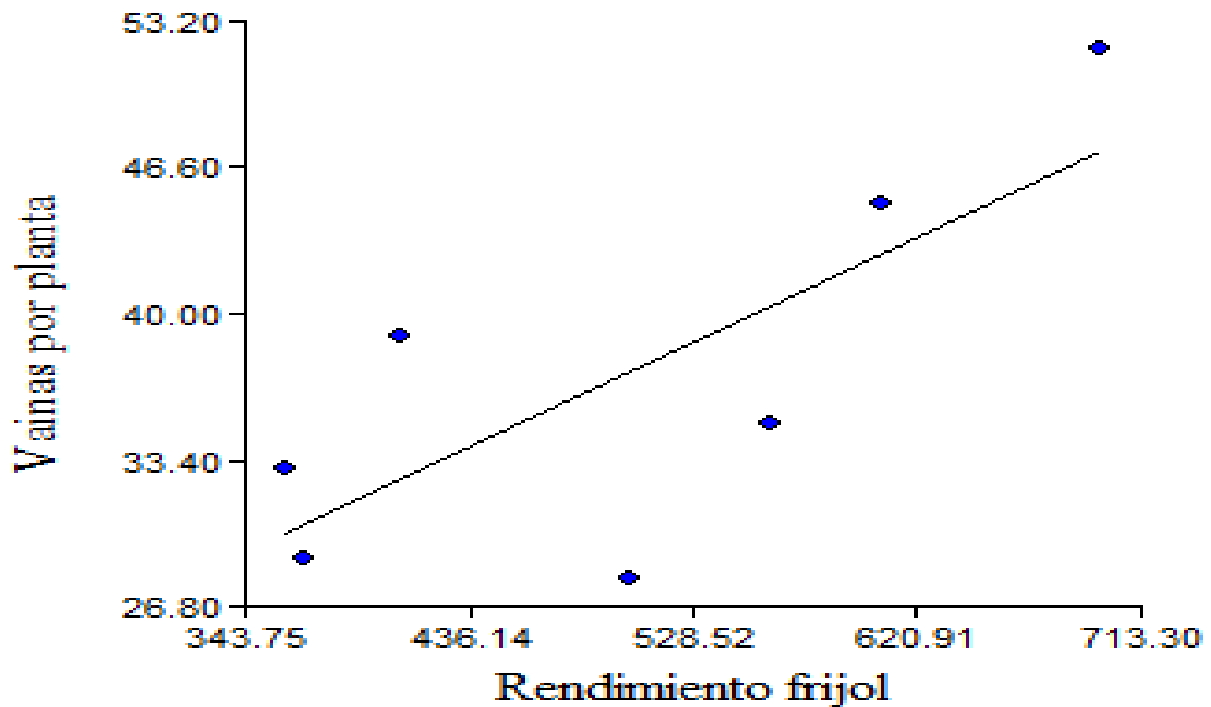


Figura 3. Regresión lineal para las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.

### 7.8. Análisis de correlación de las variables porcentaje de acame al maíz y rendimiento del maíz

El análisis de correlación para estas variables se hizo debido a que esto nos indicó la tendencia entre ambas variables a estar relacionadas en una forma definida.

Tabla 45.

*Análisis de correlación de Pearson para las variables porcentaje de acame de maíz y rendimiento del maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

	Porcentaje de acame	Rendimiento del maíz
Porcentaje de acame	1.00	0.21
Rendimiento del maíz	- 0.54	1.00

La correlación de ambas variables mostró un numero negativo igual a - 0.54 lo que nos indicó una ligera correlación negativa entre ambas variables, esto quiere decir que a mayor porcentaje de acame menor rendimiento del maíz, el número negativo de esta correlación indica el efecto detrimento de acame al maíz provocado por el frijol.

### 7.9. Regresión de las variables porcentaje de acame al maíz y rendimiento del maíz

La regresión lineal para estas variables fue importante analizarla debido a que esto indicó la cantidad de cambio de una variable asociada a un cambio único de otra variable.

Tabla 46.

*Análisis de regresión lineal para las variables porcentaje de acame de maíz y rendimiento del maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Rendimiento maíz	7	0.30	0.16	440248.84	108.60	108.44

Tabla 47.

*Estadísticos asociados para determinar la regresión lineal de las variables porcentaje de acame de maíz y rendimiento del maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Coefficiente	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	6948.95	361.13	6020.63	7877.28	19.24	0.0001		
% de acame	-61.57	42.37	-170.48	47.34	-1.45	0.2059	2.11	1.00

Con el análisis de las variables porcentaje de acame al maíz y rendimiento de grano en kg/ha del maíz, se produjo como resultado una línea de regresión lineal negativa (Figura 4), lo que significó que, al aumentar el porcentaje de acame, disminuye el rendimiento del maíz respectivamente. Esta línea de regresión fue útil para predecir el rendimiento del maíz con respecto al porcentaje de acame producido por el frijol, por lo que se pudo afirmar que existió una correlación negativa entre ambas variables y una regresión lineal asimismo negativa.

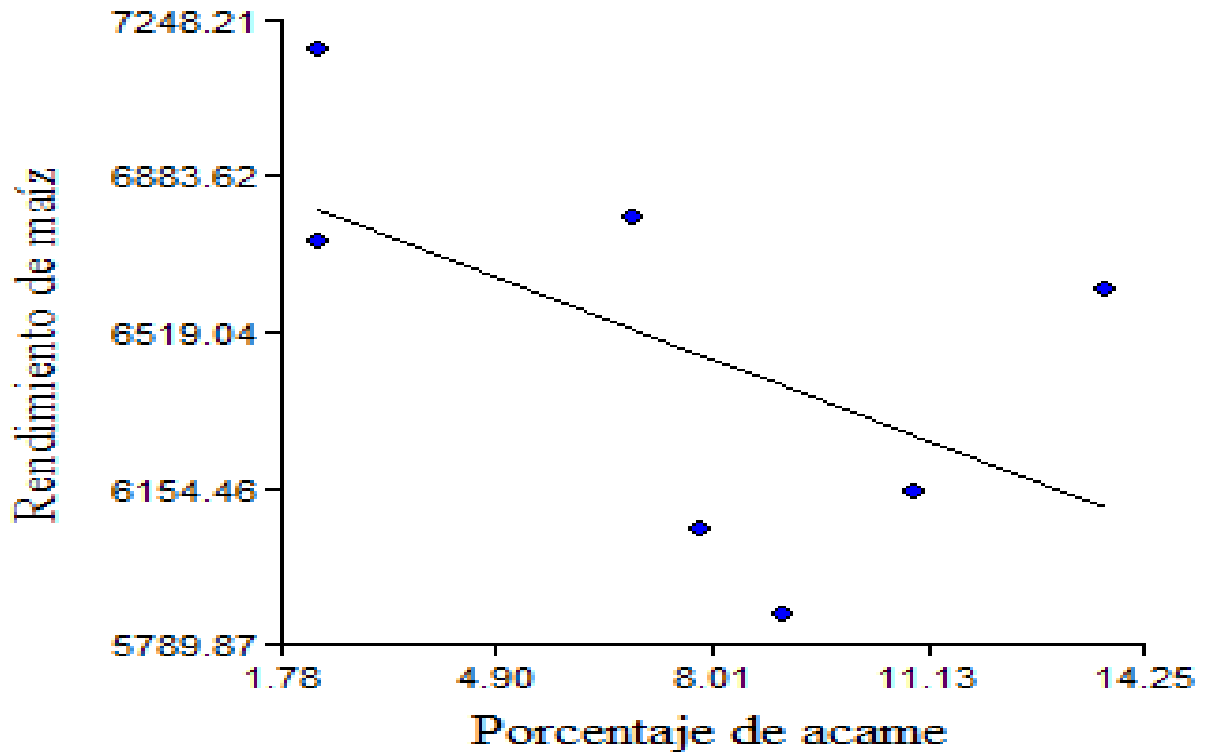


Figura 4. Regresión lineal para las variables vainas por planta y rendimiento del frijol; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.

#### 7.10. Análisis de correlación de las variables rendimiento de frijol y rendimiento de maíz

El análisis de correlación para estas variables se hizo debido a que esto nos indicó la tendencia entre ambas variables a estar relacionadas en una forma definida.

Tabla 48.

Análisis de correlación de Pearson para las variables rendimiento del frijol y rendimiento del maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.

	Rendimiento de frijol	Rendimiento del maíz
Rendimiento de frijol	1.00	0.35
Rendimiento del maíz	0.42	1.00

La correlación de ambas variables mostró un número igual a 0.42 lo que nos indicó que no existió ninguna relación entre ambas variables. Una variable suele ser autónoma de la otra debido a que el número indica que son independientes entre sí.

### 7.11. Análisis económico de la relación Beneficio/Costo

En todo proyecto o trabajo a realizar, para los agricultores es indispensable conocer el factor económico, por lo que saber a precisión el análisis económico de la relación beneficio costo en esta investigación fue muy importante para determinar de qué línea avanzada de frijol voluble en asocio con maíz se pueden obtener mayores beneficios económicos.

Tabla 49.

*Análisis económico de la relación beneficio/costo de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>RELACIÓN BENEFICIO/COSTO</b>
ICTA Texel Voluble	1.69 %
ICTA Hunapú Voluble	1.73 %
ICTA Labor Ovalle	1.72 %
ICTA Quiché	1.37 %
ICTA Utatlán	1.52 %
ICTA Altense Voluble	1.43 %
Testigo del agricultor	1.45 %

El análisis económico demostró que las líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz que obtuvieron el mayor Beneficio/Costo fueron: ICTA Hunapú Voluble con una relación B/C de 1.73 %, ICTA Labor Ovalle con una relación B/C de 1.72 % e ICTA Texel Voluble con una relación B/C de 1.69 %. Es decir que por cada quetzal que se invirtió se recuperan Q 1.73, Q 1.72 y Q 1.69 respectivamente. Esto debido a que el rendimiento de frijol de las mismas fue mayor al resto, asimismo el rendimiento del maíz asociado a ellas fue muy bueno por ello estos tratamientos presentaron dichos datos económicos.

### 7.12. Variables de estudio

Dentro de esta investigación existieron datos relevantes a tomar para conocer la incidencia de cada uno de ellos, datos que son de interés para el agricultor, he ahí la importancia de conocerlos para dar una respuesta y una solución más concreta a los productores de frijol voluble de la zona.



**7.12.1. Incidencia del picudo de la vaina.** Cabe resaltar que ninguna de las líneas avanzadas de frijol voluble es tolerante ante esta plaga insectil, la cual se caracteriza por ser la que más afecta a este cultivo, una vez establecida la plaga en el cultivo llega a convertirse en el factor que limita la producción de frijol. Todos los genotipos fueron fumigados cuatro veces y este dato sirvió para determinar qué tanta incidencia esta plaga había tenido aun después de tener un control establecido (ICTA, 2014).

Tabla 50.

*Porcentaje de daño del picudo de la vaina en líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	0.99	0.00	1.46	0.00	2.45	0.61
2	ICTA Hunapú Voluble	0.00	1.32	0.00	1.29	2.61	0.65
3	ICTA Labor Ovalle	0.00	0.00	1.23	0.00	1.23	0.31
4	ICTA Quiché	1.02	0.00	0.00	1.12	2.14	0.54
5	ICTA Uatatlán	1.08	0.00	0.00	1.18	2.26	0.57
6	ICTA Altense Voluble	1.56	2.82	1.08	1.60	7.06	1.77
7	Testigo del agricultor	1.64	1.13	0.00	1.54	4.31	1.08

Se pudo identificar que a los tratamientos que mayor daño les provocó el picudo de la vaina fueron: ICTA Altense Voluble y el Testigo del agricultor, y con porcentaje menor al uno por ciento se encontraron las líneas ICTA Texel Voluble, ICTA Hunapú Voluble, ICTA Labor Ovalle, ICTA Quiché e ICTA Uatatlán. Se puede enfatizar que la precocidad en los genotipos es una ventaja ante esta plaga, debido a que las variedades ICTA Labor Ovalle e ICTA Uatatlán fueron las menos afectadas por la plaga y las mismas fueron las más precoces. Cabe resaltar que todas las líneas y variedades fueron fumigadas cuatro veces a partir de la pre-floración, siendo esto efectivo ya que el porcentaje de daño del picudo de la vaina no superó ni si quiera el tres por ciento de daño a los genotipos. El control con cuatro fumigaciones fue excelente puesto que en investigaciones anteriores esta plaga se controló con tres fumigaciones y el porcentaje de daño fue mayor puesto que para algunas líneas de frijol el daño de esta plaga casi alcanzaba el 10% (Lemus, 2017).

**7.12.2. Altura de producción de vainas.** Conocer este dato ayudó a determinar qué tan agresivas eran las líneas de frijol, debido a que las vainas generan peso sobre el maíz y el peso se intensifica para el maíz dependiendo en donde las vainas estén posicionadas.

Tabla 51.

*Altura de producción de vainas de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Posición baja</b>	<b>Posición baja intermedia</b>	<b>Posición intermedia</b>	<b>Posición intermedia alta</b>	<b>Posición alta</b>
<b>ICTA Texel Voluble</b>			<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>ICTA Hunapú Voluble</b>			<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>ICTA Labor Ovalle</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
<b>ICTA Quiché</b>			<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>ICTA Uatatlán</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
<b>ICTA Altense Voluble</b>			<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Testigo del agricultor</b>			<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

Los datos que fueron tomados mostraron que los genotipos de frijol voluble que tuvieron una producción de vainas baja y baja intermedia fueron: ICTA Labor Ovalle e ICTA Uatatlán, y esto contribuyó a que fueran las menos agresivas al cultivo de maíz. Los tratamientos que presentaron una producción de vainas intermedia e intermedia alta fueron: ICTA Texel Voluble, ICTA Hunapú Voluble, ICTA Quiché, ICTA Altense Voluble y Testigo del agricultor, por ello los mismos presentaron un porcentaje de acame mayor, puesto que la posición donde se encontraron las vainas generaron un mayor peso al cultivo de maíz. Por ello la altura de producción de vainas es indispensable conocerla debido a que esto es un factor que indica que genotipo provocará mayor acame al cultivo de maíz, siendo esto probable en este estudio puesto que los tratamientos que mayor acame produjeron al maíz fueron los que florecieron en la parte superior de sí mismos.

**7.12.3. Número de mazorcas podridas.** Al haber acame de maíz, existen otros factores que provocan la pudrición de las mazorcas de maíz por la proliferación de hongos, estos factores externos son principalmente las lluvias.

Tabla 52.

*Número de mazorcas podridas del cultivo de maíz, en asocio con frijol voluble; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	0	1	1	0	2	0.50
2	ICTA Hunapú Voluble	0	1	0	0	1	0.25
3	ICTA Labor Ovalle	0	0	0	0	0	0.00
4	ICTA Quiché	0	0	0	1	1	0.25
5	ICTA Utatlán	0	0	0	0	0	0.00
6	ICTA Altense Voluble	0	0	0	1	1	0.25
7	Testigo del agricultor	1	0	0	1	2	0.50

En relación a mazorcas podridas no se presentó ningún daño a cada una de las mazorcas en cada uno de los tratamientos evaluados. El porcentaje de acame fue bajo y las lluvias no interfirieron de manera negativa hacia el cultivo de maíz.

**7.12.4. Adaptabilidad vegetativa.** Esto también es conocido como vigor, este dato fue tomado cuando las plantas presentaron su máximo desarrollo generalmente en la R5, tomando en cuenta que el crecimiento y desarrollo de la planta fuera el adecuado, este dato fue tomado con la escala del CIAT la cual va del uno al nueve (CIAT, 1987 ).

Tabla 53.

*Adaptabilidad vegetativa de líneas avanzadas y variedades de frijol voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

No.	TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	ICTA Texel Voluble	2	2	1	1	6	2
2	ICTA Hunapú Voluble	1	2	3	1	7	2
3	ICTA Labor Ovalle	1	2	1	1	5	1
4	ICTA Quiché	1	1	2	4	8	2
5	ICTA Utatlán	3	2	4	3	12	3
6	ICTA Altense Voluble	3	2	1	1	7	2
7	Testigo del agricultor	1	1	1	1	4	1

En relación a la adaptabilidad vegetativa los mejores valores los obtuvieron los genotipos Testigo del agricultor e ICTA Labor Ovalle, seguidos de ICTA Texel Voluble, ICTA Hunapú Voluble, ICTA Quiché e ICTA Altense Voluble. El valor más bajo lo obtuvo la línea de frijol voluble ICTA Utatlán. Cabe resaltar que el número mayor fue 3 considerándose así que fue una adaptabilidad buena, y fue excelente para los genotipos que tuvieron 2 y 1. Debido a que la escala indica 1-2 excelente, 3-4 buena, 5-6 intermedia, 7-8 baja, 9 muy baja (CIAT, 1987 ).

## 8. Conclusiones

- En relación al rendimiento, las líneas avanzadas y variedades mejoradas de frijol voluble que lograron el mayor rendimiento fueron: ICTA Hunapú Voluble con 696.50 kg/ha, ICTA Texel Voluble con 605.83 kg/ha e ICTA Labor Ovalle con 560.02 kg/ha, habiendo determinado estadísticamente que si existió diferencia altamente significativa entre las líneas evaluadas, se acepta la Hipótesis Alternativa que dice: al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá un efecto sobre el rendimiento.
- En cuanto al crecimiento vegetativo, las líneas avanzadas y variedades mejoradas de frijol voluble que lograron tener una mayor precocidad respecto al crecimiento vegetativo: días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosecha fueron: ICTA Uatatlán con 182 días a cosecha, ICTA Labor Ovalle y Testigo del Agricultor con 195 días a cosechas, habiendo determinado estadísticamente que si existió diferencia altamente significativa entre las líneas evaluadas, se acepta la Hipótesis Alternativa que dice: al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá un crecimiento vegetativo diferente.
- En relación al porcentaje de acame al cultivo de maíz, las líneas avanzadas y variedades mejoradas que tuvieron los más altos números fueron: ICTA Hunapú Voluble, ICTA Quiché y Testigo del agricultor, siendo estos los más agresivos y los que le ocasionaron mayor daño al cultivo de maíz, y habiendo determinado estadísticamente que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados, se acepta la Hipótesis Alternativa que dice: al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá un efecto de acame sobre el cultivo de maíz.
- Las líneas avanzadas y variedades mejoradas que presentaron mayor tolerancia a las principales enfermedades fueron: ICTA Texel Voluble, ICTA Labor Ovalle e ICTA Quiche, existiendo alta diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, se concluye aceptando la Hipótesis Alternativa que dice: al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá mayor tolerancia a las principales enfermedades del cultivo.

- En relación al rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz, el asocio con que mayor rendimiento se obtuvo fue con las líneas y variedades ICTA Labor Ovalle, ICTA Texel Voluble e ICTA Uatlán, por lo que se aceptó la Hipótesis Alternativa planteada, la cual dice: al menos una de las líneas avanzadas o variedades de frijol voluble tendrá un efecto sobre el rendimiento del cultivo de maíz.
- De acuerdo al análisis económico relación Beneficio/Costo de este experimento, se pudo determinar que las líneas avanzadas y variedades mejoradas de frijol voluble que produjeron una mayor ganancia económica fueron: la línea ICTA Hunapú Voluble con una relación B/C de 1.73%, seguido de la variedad ICTA Labor Ovalle con una relación B/C de 1.72% y finalmente la línea ICTA Texel Voluble con una relación B/C de 1.69, es decir que por cada quetzal que se invirtió se recuperan Q 1.73, Q 1.72 y Q 1.69 respectivamente.

## 9. Recomendaciones

- En base a la parte económica y a los rendimientos obtenidos se pudo observar: que las líneas avanzadas y variedades con mayor producción fueron: ICTA Hunapú Voluble, ICTA Texel Voluble e ICTA Labor Ovalle, superando al testigo del agricultor en un 27.77%, 14.75% y 8.17% respectivamente, por lo que se recomienda a los agricultores de la zona usar cualquiera de estos genotipos de frijol voluble del ICTA. Asimismo estos tres tratamientos obtuvieron la mayor ganancia económica, debido a que obtuvieron la mayor relación beneficio costo con 1.73%, 1.69% y 1.72% respectivamente.
- La variedad de frijol voluble ICTA Labor Ovalle fue bastante precoz en cuanto a sus días a cosecha, por lo que se puede tener alimento más pronto, su rendimiento fue uno de los más altos, tuvo una excelente tolerancia a las principales enfermedades, presentó una excelente adaptabilidad vegetativa y no fue agresiva al cultivo de maíz, lo cual es un aspecto importante debido a que para el agricultor el cultivo principal es el maíz, por lo que esta variedad de frijol voluble se recomendó en el párrafo anterior y es recomendada nuevamente para que la puedan seguir produciendo, ya que resultó ser una de las variedades de frijol con las mejores características y la más aceptada por los agricultores de la zona.

## 10. Bibliografía

- Agreda, K. (2016). *Evaluación de daño al rendimiento y dinámica poblacional del picudo (Apion godmani Wagner) en el ciclo productivo de cuatro genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.), Labor Ovalle, Quetzaltenango*. Previo a conferirle el título de Ingeniero Agrónomo en sistemas de producción agrícola, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de agronomía , Quetzaltenango.
- Alarcón, I., & Burgos, K. (2016). *Selección de líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) tolerantes a estrés hídrico con mayor eficiencia fisiológica y rendimiento*. Proyecto especial a conferirle el título de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- Aldana, L. (2010). Manual Técnico Agrícola. *Producción comercial y semilla de frijol (Phaseolus vulgaris)*, 38. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)
- Aroche, E. (2006). *Caracterización fenotípica y molecular de la resistencia a la antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum ) en frijol común*. Proyecto especial a conferirle el título de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- Cabrera, C., & Reyes, C. (2008). Guía Técnica para el Manejo de Variedades de Frijol. *CENTA* , 23. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Tecnica%20Frijol.pdf](http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Tecnica%20Frijol.pdf)
- CIAT. (1987 ). *Sistema estandar para la evaluación de germoplasma de frijol* . Cali , Colombia . Recuperado el 23 de octubre de 2017, de <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id...>
- Enriquez, C. (2007). *Evaluación Agronómica y de Aceptabilidad de 15 cultivares de frijol común (Phaseolus Vulgaris L.); en la Comunidad de San Carlos, El Porvenir, Puerto Barrios, Izabal*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, área integrada, Puerto Barrios Izabal.
- Escoto, N. (2011). El cultivo de frijol. *DICTA* , 36. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf](http://www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf)
- Guzmán, G., & Alonso, A. (2008). *Buenas prácticas en producción ecológica, asociaciones y rotaciones*. España. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.mapama.gob.es/es/ministerio/.../Asociaciones\\_y\\_Rotaciones\\_tcm7-187413.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/.../Asociaciones_y_Rotaciones_tcm7-187413.pdf)
- Hernández, J. (2009). Cultivo de frijol. *Recomendaciones técnicas* , 78. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00176.pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00176.pdf)
- ICTA. (2014). *El picudo de la vaina de frijol* . Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)



- ICTA. (2014). *Informe Final Proyecto de Validación y Transferencia de Tecnología*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Disciplina de validación y Transferencia de Tecnología CIALO, Quetzaltenango.
- ICTA. (2017). *Informe Final Volubles*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Quetzaltenango.
- IICA. (2008). Guía de identificación y manejo integrado de enfermedades del frijol en América Central. *IICA* , 38. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.redsicta.org](http://www.redsicta.org) y/o [repiica.iica.int/docs/B0891E/B0891E.pdf](http://repiica.iica.int/docs/B0891E/B0891E.pdf)
- INE. (2013). *Encuesta nacional agropecuaria*. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [apps.who.int/.../guatemala\\_2016\\_annex10\\_national\\_agricultural\\_survey\\_2013.pdf](http://apps.who.int/.../guatemala_2016_annex10_national_agricultural_survey_2013.pdf)
- INTA. (2009). Cultivo del frijol. *Guía tecnológica* , 29. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20FRIJOL.pdf](http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20FRIJOL.pdf)
- Jesús, A., Teresa, R., & Jaramillo, M. (2007). Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble. *FAO*, 166. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.fao.org.co/manualfrijol.pdf](http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf)
- Lemus, C. (2017). *Evaluación de diez genotipos de frijol voluble (phaseolus spp.) bajo el sistema en asocio con maíz (Zea mays); Concepción Chiquirichapa y San Juan Ostuncalco*. Tesis de Grado, previo a conferirle el título de Ingeniero Agrónomo en sistemas de producción agrícola, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente CUNOC, Facultad de agronomía, Quetzaltenango.
- López, E., & González, B. (2013). *Diseño y análisis de experimentos , fundamentos y aplicaciones en agronomía* (2da ed.). Guatemala, Guatemala .
- MAGA. (2014). Informe situación del frijol. *Informe* , 16. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [web.maga.gob.gt/.../informes...situacion/.../06%20Informe%20Situación%20Del%20...](http://web.maga.gob.gt/.../informes...situacion/.../06%20Informe%20Situación%20Del%20...)
- MAGA. (2015). *El agro en cifras*. Recuperado el 21 de julio de 2017 , de [www.maga.gob.gt](http://www.maga.gob.gt)
- Mas, F. d. (2007). *Estudio exploratorio sobre densidades de siembra y el sitio de aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento del frijol variedad ICTA Ligerio; Masagua, Escuintla*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales, Escuintla.
- Méndez, R. (2004). *Evaluación agroeconómica de materiales mejorados de maíz (Zea mays L.) en asocio con frijol (Phaseolus vulgaris L.) en comparación con materiales tradicionales*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo , Universidad de San Carlos de Guatemala , Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas , Quiché. Recuperado el 21 de julio de 2017 , de [biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2100.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2100.pdf)

- Reyes, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales*. Guatemala: CIAGROS, Facultad de Agronomía.
- Rivas, J. (2004 ). *Evaluación de 8 líneas avanzadas de Frijol Común (Phaseolus vulgaris L.) en dos localidades de El Progreso, Guatemala*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo , Universidad de San Carlos de Guatemala , Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas , El Progreso .
- Segeplan. (2010). *Plan de desarrollo*. Quetzaltenango, San Carlos Sija , Guatemala . Recuperado el 21 de julio de 2017 , de [www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/.../57-quetzaltenango?...151...san-carlos-sija](http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/.../57-quetzaltenango?...151...san-carlos-sija)
- Sitún, M. (2007). *Investigación agrícola* . Bárcena, Villanueva : ENCA .
- Villanueva, D. (2010). *Evaluación de seis variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), bajo condiciones de cultivo tradicional; en localidades de Chimaltenango y Sololá*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas , Guatemala.
- Villatoro, J., Castillo, F., & Franco, J. (2011). Producción de frijol (Phaseolus vulgaris). *ICTA*, 26. Recuperado el 21 de julio de 2017, de [www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)

## 11. Anexos

Anexo A.

*Costo de producción por hectárea de la línea avanzada de frijol ICTA Texel Voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>A. Costos directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q 4,256.08</b>
<b>a) Semilla</b>				
ICTA Texel Voluble	kg	8	Q 13.26	Q 106.08
<b>b) Fertilizantes</b>				
<b>Químico</b>				
20-20-0	Saco de 45 kg	10	Q 180.00	Q 1,800.00
46-0-0	Saco de 45 kg	10	Q 190.00	Q 1,900.00
<b>c) Insecticidas</b>				
Deltametrina	100 cc	10	Q 45.00	Q 450.00
<b>2. Mano de Obra</b>				<b>Q 11,160.00</b>
<b>a) Preparación del terreno</b>				
Labranza de la tierra (Tractor)	Jornal	1	Q 1,260.00	Q 1,260.00
<b>b) Siembra</b>				
Siembra manual	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
<b>c) Fertilización Química</b>				
35 días después de la siembra	Jornal	2	Q 60.00	Q 120.00
<b>d) Labores culturales</b>				<b>Q 2,880.00</b>
1ra limpia	Jornal	10	Q 60.00	Q 600.00
Calzado y segunda fertilización	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
Aplicación del insecticida	Jornal	8	Q 60.00	Q 480.00
<b>e) Cosecha</b>				<b>Q 5,100.00</b>
Frijol 2 cortes	Jornal	20	Q 60.00	Q 1,200.00
Maíz	Jornal	60	Q 60.00	Q 3,600.00
Desgrane maíz	Jornal	1	Q 300.00	Q 300.00
<b>Total de Egresos</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>II: INGRESOS</b>				<b>Q 26,077.50</b>
<b>Rendimiento cultivo de frijol</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>13.22</b>	<b>Q 500.00</b>	<b>Q 6,610.00</b>
<b>Rendimiento cultivo de maíz</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>149.75</b>	<b>Q 130.00</b>	<b>Q 19,467.50</b>
<b>Utilidad</b>				<b>10,661.42</b>
<b>Relación B/C</b>				<b>1.69</b>

Anexo B.

*Costo de producción por hectárea de la línea avanzada de frijol ICTA Hunapú Voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>A. Costos directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q 4,256.08</b>
<b>a) Semilla</b>				
ICTA Hunapú Voluble	kg	8	Q 13.26	Q 106.08
<b>b) Fertilizantes</b>				
<b>Químico</b>				
20-20-0	Saco de 45 kg	10	Q 180.00	Q 1,800.00
46-0-0	Saco de 45 kg	10	Q 190.00	Q 1,900.00
<b>c) Insecticidas</b>				
Deltametrina	100 cc	10	Q 45.00	Q 450.00
<b>2. Mano de Obra</b>				<b>Q 11,160.00</b>
<b>a) Preparación del terreno</b>				
Labranza de la tierra (Tractor)	Jornal	1	Q 1,260.00	Q 1,260.00
<b>b) Siembra</b>				
Siembra manual	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
<b>c) Fertilización Química</b>				
35 días después de la siembra	Jornal	2	Q 60.00	Q 120.00
<b>d) Labores culturales</b>				<b>Q 2,880.00</b>
1ra limpia	Jornal	10	Q 60.00	Q 600.00
Calzado y segunda fertilización	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
Aplicación del insecticida	Jornal	8	Q 60.00	Q 480.00
<b>e) Cosecha</b>				<b>Q 5,100.00</b>
Frijol 2 cortes	Jornal	20	Q 60.00	Q 1,200.00
Maíz	Jornal	60	Q 60.00	Q 3,600.00
Desgrane maíz	Jornal	1	Q 300.00	Q 300.00
<b>Total de Egresos</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>II: INGRESOS</b>				<b>Q 26,680.73</b>
<b>Rendimiento cultivo de frijol</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>15.30</b>	<b>Q 500.00</b>	<b>Q 7,651.33</b>
<b>Rendimiento cultivo de maíz</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>146.38</b>	<b>Q 130.00</b>	<b>Q 19,029.40</b>
<b>Utilidad</b>				<b>11,264.65</b>
<b>Relación B/C</b>				<b>1.73</b>

Anexo C.

Costo de producción por hectárea de la variedad de frijol voluble ICTA Labor Ovalle en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>A. Costos directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q 4,256.08</b>
<b>a) Semilla</b>				
ICTA labor Ovalle	kg	8	Q 13.26	Q 106.08
<b>b) Fertilizantes</b>				
<b>Químico</b>				
20-20-0	Saco de 45 kg	10	Q 180.00	Q 1,800.00
46-0-0	Saco de 45 kg	10	Q 190.00	Q 1,900.00
<b>c) Insecticidas</b>				
Deltametrina	100 cc	10	Q 45.00	Q 450.00
<b>2. Mano de Obra</b>				<b>Q 11,160.00</b>
<b>a) Preparación del terreno</b>				
Labranza de la tierra (Tractor)	Jornal	1	Q 1,260.00	Q 1,260.00
<b>b) Siembra</b>				
Siembra manual	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
<b>c) Fertilización Química</b>				
35 días después de la siembra	Jornal	2	Q 60.00	Q 120.00
<b>d) Labores culturales</b>				<b>Q 2,880.00</b>
1ra limpia	Jornal	10	Q 60.00	Q 600.00
Calzado y segunda fertilización	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
Aplicación del insecticida	Jornal	8	Q 60.00	Q 480.00
<b>e) Cosecha</b>				<b>Q 5,100.00</b>
Frijol 2 cortes	Jornal	20	Q 60.00	Q 1,200.00
Maíz	Jornal	60	Q 60.00	Q 3,600.00
Desgrane maíz	Jornal	1	Q 300.00	Q 300.00
<b>Total de Egresos</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>II: INGRESOS</b>				<b>Q 26,565.53</b>
<b>Rendimiento cultivo de frijol</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>12.14</b>	<b>Q 500.00</b>	<b>Q 6,072.33</b>
<b>Rendimiento cultivo de maíz</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>157.64</b>	<b>Q 130.00</b>	<b>Q 20,493.20</b>
<b>Utilidad</b>				<b>11,149.45</b>
<b>Relación B/C</b>				<b>1.72</b>

Anexo D.

*Costo de producción por hectárea de la línea avanzada de frijol voluble ICTA Quiché en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>A. Costos directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q 4,256.08</b>
<b>a) Semilla</b>				
ICTA Quiché	kg	8	Q 13.26	Q 106.08
<b>b) Fertilizantes</b>				
<b>Químico</b>				
20-20-0	Saco de 45 kg	10	Q 180.00	Q 1,800.00
46-0-0	Saco de 45 kg	10	Q 190.00	Q 1,900.00
<b>c) Insecticidas</b>				
Deltametrina	100 cc	10	Q 45.00	Q 450.00
<b>2. Mano de Obra</b>				<b>Q 11,160.00</b>
<b>a) Preparación del terreno</b>				
Labranza de la tierra (Tractor)	Jornal	1	Q 1,260.00	Q 1,260.00
<b>b) Siembra</b>				
Siembra manual	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
<b>c) Fertilización Química</b>				
35 días después de la siembra	Jornal	2	Q 60.00	Q 120.00
<b>d) Labores culturales</b>				<b>Q 2,880.00</b>
1ra limpia	Jornal	10	Q 60.00	Q 600.00
Calzado y segunda fertilización	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
Aplicación del insecticida	Jornal	8	Q 60.00	Q 480.00
<b>e) Cosecha</b>				<b>Q 5,100.00</b>
Frijol 2 cortes	Jornal	20	Q 60.00	Q 1,200.00
Maíz	Jornal	60	Q 60.00	Q 3,600.00
Desgrane maíz	Jornal	1	Q 300.00	Q 300.00
<b>Total de Egresos</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>II: INGRESOS</b>				<b>Q 21,183.60</b>
<b>Rendimiento cultivo de frijol</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>8.12</b>	<b>Q 500.00</b>	<b>Q 4,060.00</b>
<b>Rendimiento cultivo de maíz</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>131.72</b>	<b>Q 130.00</b>	<b>Q 17,123.60</b>
<b>Utilidad</b>				<b>5,767.52</b>
<b>Relación B/C</b>				<b>1.37</b>

Anexo E.

*Costo de producción por hectárea de la variedad de frijol voluble ICTA Utatlán en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>A. Costos directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q 4,256.08</b>
<b>a) Semilla</b>				
ICTA Utatlán	kg	8	Q 13.26	Q 106.08
<b>b) Fertilizantes</b>				
<b>Químico</b>				
20-20-0	Saco de 45 kg	10	Q 180.00	Q 1,800.00
46-0-0	Saco de 45 kg	10	Q 190.00	Q 1,900.00
<b>c) Insecticidas</b>				
Deltametrina	100 cc	10	Q 45.00	Q 450.00
<b>2. Mano de Obra</b>				<b>Q 11,160.00</b>
<b>a) Preparación del terreno</b>				
Labranza de la tierra (Tractor)	Jornal	1	Q 1,260.00	Q 1,260.00
<b>b) Siembra</b>				
Siembra manual	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
<b>c) Fertilización Química</b>				
35 días después de la siembra	Jornal	2	Q 60.00	Q 120.00
<b>d) Labores culturales</b>				<b>Q 2,880.00</b>
1ra limpia	Jornal	10	Q 60.00	Q 600.00
Calzado y segunda fertilización	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
Aplicación del insecticida	Jornal	8	Q 60.00	Q 480.00
<b>e) Cosecha</b>				<b>Q 5,100.00</b>
Frijol 2 cortes	Jornal	20	Q 60.00	Q 1,200.00
Maíz	Jornal	60	Q 60.00	Q 3,600.00
Desgrane maíz	Jornal	1	Q 300.00	Q 300.00
<b>Total de Egresos</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>II: INGRESOS</b>				<b>Q 23,434.30</b>
<b>Rendimiento cultivo de frijol</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>8.23</b>	<b>Q 500.00</b>	<b>Q 4,115.00</b>
<b>Rendimiento cultivo de maíz</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>148.61</b>	<b>Q 130.00</b>	<b>Q 19,319.30</b>
<b>Utilidad</b>				<b>8,018.22</b>
<b>Relación B/C</b>				<b>1.52</b>

Anexo F.

*Costo de producción por hectárea de la línea avanzada de frijol ICTA Altense Voluble en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>A. Costos directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q 4,256.08</b>
<b>a) Semilla</b>				
ICTA Altense Voluble	kg	8	Q 13.26	Q 106.08
<b>b) Fertilizantes</b>				
<b>Químico</b>				
20-20-0	Saco de 45 kg	10	Q 180.00	Q 1,800.00
46-0-0	Saco de 45 kg	10	Q 190.00	Q 1,900.00
<b>c) Insecticidas</b>				
Deltametrina	100 cc	10	Q 45.00	Q 450.00
<b>2. Mano de Obra</b>				<b>Q 11,160.00</b>
<b>a) Preparación del terreno</b>				
Labranza de la tierra (Tractor)	Jornal	1	Q 1,260.00	Q 1,260.00
<b>b) Siembra</b>				
Siembra manual	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
<b>c) Fertilización Química</b>				
35 días después de la siembra	Jornal	2	Q 60.00	Q 120.00
<b>d) Labores culturales</b>				<b>Q 2,880.00</b>
1ra limpia	Jornal	10	Q 60.00	Q 600.00
Calzado y segunda fertilización	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
Aplicación del insecticida	Jornal	8	Q 60.00	Q 480.00
<b>e) Cosecha</b>				<b>Q 5,100.00</b>
Frijol 2 cortes	Jornal	20	Q 60.00	Q 1,200.00
Maíz	Jornal	60	Q 60.00	Q 3,600.00
Desgrane maíz	Jornal	1	Q 300.00	Q 300.00
<b>Total de Egresos</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>II: INGRESOS</b>				<b>Q 21,985.00</b>
<b>Rendimiento cultivo de frijol</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>9.13</b>	<b>Q 500.00</b>	<b>Q 4,565.00</b>
<b>Rendimiento cultivo de maíz</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>134.00</b>	<b>Q 130.00</b>	<b>Q 17,420.00</b>
<b>Utilidad</b>				<b>6,568.92</b>
<b>Relación B/C</b>				<b>1.43</b>



Anexo G.

*Costo de producción por hectárea del Testigo del agricultor en asocio con maíz; Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 2018.*

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>A. Costos directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos agrícolas</b>				<b>Q 4,256.08</b>
<b>a) Semilla</b>				
Testigo del agricultor	kg	8	Q 13.26	Q 106.08
<b>b) Fertilizantes</b>				
<b>Químico</b>				
20-20-0	Saco de 45 kg	10	Q 180.00	Q 1,800.00
46-0-0	Saco de 45 kg	10	Q 190.00	Q 1,900.00
<b>c) Insecticidas</b>				
Deltametrina	100 cc	10	Q 45.00	Q 450.00
<b>2. Mano de Obra</b>				<b>Q 11,160.00</b>
<b>a) Preparación del terreno</b>				
Labranza de la tierra (Tractor)	Jornal	1	Q 1,260.00	Q 1,260.00
<b>b) Siembra</b>				
Siembra manual	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
<b>c) Fertilización Química</b>				
35 días después de la siembra	Jornal	2	Q 60.00	Q 120.00
<b>d) Labores culturales</b>				<b>Q 2,880.00</b>
1ra limpia	Jornal	10	Q 60.00	Q 600.00
Calzado y segunda fertilización	Jornal	30	Q 60.00	Q 1,800.00
Aplicación del insecticida	Jornal	8	Q 60.00	Q 480.00
<b>e) Cosecha</b>				<b>Q 5,100.00</b>
Frijol 2 cortes	Jornal	20	Q 60.00	Q 1,200.00
Maíz	Jornal	60	Q 60.00	Q 3,600.00
Desgrane maíz	Jornal	1	Q 300.00	Q 300.00
<b>Total de Egresos</b>				<b>Q 15,416.08</b>
<b>II: INGRESOS</b>				<b>Q 22,391.30</b>
<b>Rendimiento cultivo de frijol</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>11.11</b>	<b>Q 500.00</b>	<b>Q 5,555.00</b>
<b>Rendimiento cultivo de maíz</b>	<b>Sacos de 45 kg</b>	<b>129.51</b>	<b>Q 130.00</b>	<b>Q 16,836.30</b>
<b>Utilidad</b>				<b>6,975.22</b>
<b>Relación B/C</b>				<b>1.45</b>