

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE AGRONOMÍA



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**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.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

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

Por:

KAREN ADRIANA AGREDA HERNÁNDEZ

Previo a conferírsele el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

QUETZALTENANGO, NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE AGRONOMÍA

AUTORIDADES:

Rector Magnífico	Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo
Secretario General	Lic. Carlos Enrique Camey Rodas

CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE:

Directora General del CUNOC:	M. Sc. María del Rosario Paz Rodríguez
Secretaria Administrativa:	M. Sc. Silvia Del Carmen Recinos

REPRESENTANTES DE LOS CATEDRÁTICOS:

Ing. Agr. M. Sc. Héctor Alvarado Quiroa
Ing. Edelman Cándido Monzón López

REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES:

Br. Luis Ángel Estrada García
Br. Julia Hernández de Domínguez

REPRESENTANTES DE LOS EGRESADOS:

Lic. Vilma Tatiana Cabrera Alvarado

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA:

Q. F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA:

Ing. Agr. M. Sc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL:

PRESIDENTE

Q. F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

EXAMINADORES

Ing. Agr. William Villatoro Palacios.

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

PhD. Willian de León Cifuentes.

SECRETARIO

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Q. F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

NOTA: Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en el presente trabajo de investigación. (Artículo 31 del Reglamento para Exámenes Técnico Profesionales del Centro Universitario de Occidente y artículo 19 de la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango, octubre de 2016

Distinguidos:

HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO

HONORABLES AUTORIDADES DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

HONORABLE MESA DE ACTO DE GRADUACIÓN Y JURAMENTACIÓN

De conformidad con las normas que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del Reglamento General de Evaluación y Promoción del Estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Normativo de Evaluación y Promoción del Estudiante del Centro Universitario de Occidente, tengo el honor de someter a consideración la tesis titulada:

**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.**

Presentándolo como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,


Karen Adriana Agreda Hernández

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



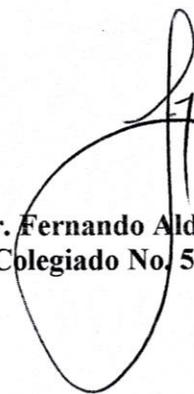
Guatemala, 29 de Septiembre de 2016

Lic. Roberto Aroldo Méndez
Director de la División de Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente

Apreciado Licenciado Méndez:

Por este medio hago de su conocimiento que he terminado de asesorar el trabajo de Tesis de la estudiante **Karen Adriana Agreda Hernández**, que se identifica con Carnet 200931290, titulado : **"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 "** el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la **Universidad de San Carlos y la División de Ciencia y Tecnología**, para ser aprobado para su publicación ya que la misma posee información muy valiosa y de mucha utilidad para el sector agrícola de Guatemala.

Atentamente



Dr. Fernando Aldana
Colegiado No. 549



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Quetzaltenango, 10 de Octubre de 2016.

Lic. Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez
Director de División de Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente -CUNOC-
Edificio.

Estimado Licenciado.

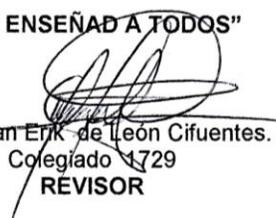
En respuesta al oficio No. 144/SDCyT/2016 de fecha 04 de Octubre de 2016, en el cual fui nombrado por la Dirección a su cargo como REVISOR FINAL, del trabajo de investigación de la estudiante **KAREN ADRIANA AGREDA HERNÁNDEZ**, la cual se titula:

“EVALUACIÓN DE DAÑO AL RENDIMIENTO Y DINÁMICA POBLACIONAL DEL PICUDO (*Apion godmani* Warner), EN EL CICLO PRODUCTIVO DE CUATRO GENOTIPOS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), LABOR OVALLE, QUETZALTENANGO”. Realizada por la estudiante.

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

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Dr. William Erik de León Cifuentes.
Colegiado 1729
REVISOR

cc. Archivo

AGRONOMÍA

ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Centro Universitario de Occidente
División de Ciencia y Tecnología

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

Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 017-AGR-2016 de fecha veinticuatro de octubre del año dos mil dieciséis del (la) estudiante: KAREN ADRIANA AGREDA HERNÁNDEZ con Carné No. 200931290 emitida por el Coordinador de la Carrera de AGRONOMIA, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: **“EVALUACIÓN DE DAÑO AL RENDIMIENTO Y DINÁMICA PROBLACIONAL DEL PICUDO (Apion godmani Wagner) EN EL CICLO PRODUCTIVO DE CUATRO GENOTIPOS DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.), LABOR OVALLE, QUETZALTENANGO.”**

Quetzaltenango, 25 de octubre de 2016.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”




Lic. Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez
Director de División de Ciencia y Tecnología

ACTO QUE DEDICO:

A DIOS:

Por haberme permitido vivir hasta este día, por ser la luz en mi camino a lo largo de mi vida y darme fortaleza para seguir adelante en los momentos difíciles.

A MI MADRE:

Olga Hernández (+), por su amor, sus consejos y por haber inculcado en mi valores y principios que me han llevado a ser la persona que soy.

A MI PADRE:

Julio Agreda, por apoyarme en cada momento de mi etapa universitaria con amor y comprensión, alentándome a siempre alcanzar mis sueños.

A MI HIJO:

Dominique Nowell, el regalo más grande que me ha dado Dios, por ser mi inspiración y el principal motivo para seguir adelante.

A MI ESPOSO:

Carlos Nowell, por ser un pilar importante en mi vida, por comprenderme y alentarme estos años juntos y sobre todo por su incondicional amor.

A MIS HERMANOS:

Irma, Julio Cesar, Julio Raúl, Andrea y David, por todos los buenos momentos que hemos pasamos juntos, por el cariño y apoyo que me han brindado durante toda la vida.

AGRADECIMIENTOS A:

MI ASESOR:

Dr. Pdh. Fernando Aldana, por brindarme su amistad y compartir sus conocimientos y experiencias durante la realización de la tesis.

MI REVISOR:

Dr. Pdh. Willian de León, por su colaboración durante la revisión y las sugerencias proporcionadas para la mejora de la tesis.

MIS AMIGOS:

Cristabel Navas, Oscar Barrios, José Cuá y Luis Xiap, por las aventuras vividas, el cariño demostrado y sobre todo por su amistad incondicional durante nuestra etapa Universitaria.

LOS INGENIEROS:

Julio Villatoro, Jessica Moscoso y Luz Montejo, por apoyarme y brindarme su amistad durante la realización del EPS y la tesis.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

Por haberme permitido formarme como profesional en sus tan prestigiosas aulas.

EL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS:

Por los conocimientos adquiridos durante la realización de la tesis y la oportunidad de realizarla en tan reconocida institución.

**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.**

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página.
	ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y SIGNOS	vii
	RESUMEN	ix
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS	3
1.1.1	Objetivo general	3
1.1.2	Objetivos específicos	3
1.2	HIPÓTESIS	5
1.2.1	Hipótesis alternativa	5
2.	MARCO TEÓRICO	7
2.1	Producción de frijol	7
2.2	El picudo de la vaina del frijol	7
2.2.1	Clasificación taxonómica	8
2.2.2	Características principales del insecto	8
2.2.3	Ciclo biológico del picudo de la vaina del frijol	9
2.3	Daño ocasionado por el picudo de la vaina del frijol	9
2.4	Importancia económica del picudo de la vaina del frijol	10
2.5	Control	11
2.5.1	Control natural	11
2.5.2	Control cultural	11
2.5.3	Control químico	12
2.5.4	Resistencia varietal	12
2.5.5	Control microbiológico	13
2.6	Distribución geográfica del insecto	13
2.7	Dinámica poblacional	13
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1	Ubicación de la investigación	15
3.1.1	Altitud	15
3.1.2	Clima	15
3.1.3	Temperatura	15

Mínima 7.1 °C, Media 14.43 °C, Máxima 21.61 °C.....	15
Figura 1. Temperatura Máxima en °C del Año 2015.....	15
3.1.4 Zona de vida	17
3.1.5 Suelos	17
3.1.5.1 Geología.....	17
3.2 METODOLOGÍA	18
3.2.1 Descripción de la investigación	18
3.2.1.1 Evaluación del nivel de daño.....	18
3.2.1.1.1 Metodología del CIAT	18
3.2.1.2 Evaluación de la dinámica poblacional	18
3.2.1.3 Evaluación de larvas y adultos.....	19
3.2.1.4 Evaluación de rendimiento y componentes de rendimiento.....	19
3.2.2 Diseño experimental	19
3.2.3 Descripción de los tratamientos	19
3.2.3.1 Número de tratamientos	20
3.2.3.2 Número de repeticiones	20
3.2.3.3 Genotipos de frijol evaluados.....	20
3.2.3.3.1 ICTA Texel ^{-Bolonillo}	20
3.2.3.3.2 ICTA Utatlán.....	20
3.2.3.3.3 ICTA Hunapú Precoz.....	21
3.2.3.3.4 Bayo Azteca.....	21
3.2.4 Modelo estadístico	22
3.2.5 Croquis del ensayo de campo.....	22
3.2.6 Variables de respuesta.....	23
3.2.6.1 Evaluación del nivel de daño.....	23
3.2.6.2 Evaluación de dinámica poblacional.....	24
3.2.6.2.1 Estimación de larvas y adultos.....	24
3.2.6.3 Rendimiento	24
3.2.7 Manejo agronómico.....	24
3.2.8 Descripción del análisis.....	26
3.2.8.1 Análisis estadístico.....	26
3.2.9 RECURSOS	26

3.2.9.1	Humanos	26
3.2.9.2	Físicos.....	26
3.2.9.3	Económicos.....	27
3.2.9.4	Presupuesto	27
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	28
4.1	Evaluación del nivel de daño.....	28
4.2	Dinámica poblacional	31
4.2.1	Niveles de población de larvas y adultos	35
4.3	Evaluación del rendimiento	37
5.	CONCLUSIONES	43
6.	RECOMENDACIONES.....	45
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	47
8.	ANEXOS	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página.
Cuadro 1.	Análisis proximal de 100 grs. de frijol.....	7
Cuadro 2.	Modelo estadístico completamente al azar.	22
Cuadro3.	Porcentaje de daño del picudo de la vaina sobre el grano de frijol evaluado.	28
Cuadro 4.	Nivel de daño del picudo de la vaina transformado a Arcoseno.....	29
Cuadro 5.	Análisis de Varianza del porcentaje de daño del picudo de la vaina.....	29
Cuadro 6.	Test de Tukey sobre el porcentaje de daño del picudo de la vaina del frijol. 30	
Cuadro 7.	Muestreos semanales de adultos del picudo de la vaina de cada uno de los genotipos de frijol.	31
Cuadro 8.	Prueba de t de los muestreos semanales de adultos del picudo de la vainas. 32	
Cuadro 9.	Total de larvas y adultos del picudo de la vaina observados durante la evaluación del nivel de daño en cada uno de los cuatro genotipos.....	35
Cuadro 10.	Rendimientos en Kg.ha ⁻¹ obtenidos de las parcelas evaluadas.	37
Cuadro 11.	Prueba de t de los rendimientos con control y sin control Químico.	38
Cuadro 12.	Componentes de rendimiento, de numero de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas.	39
Cuadro 13.	Prueba de t de los granos por vaina.	40
Cuadro 14.	Total de individuos encontrados en el muestro de vainas y la reducción del rendimiento de los cuatro genotipos.	40
Cuadro 15.	Fecha de siembra, días a floración y cosecha de cada uno de los genotipos de frijol.	42
Cuadro 16.	Escala de tiempo de cada uno de los genotipos de frijol.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página.
Figura 1.	Temperatura Máxima en °C del Año 2015.....	15
Figura 2.	Temperatura Mínima en °C del Año 2015	16
Figura 3.	Temperatura media °C del año 2015	16
Figura 4.	Humedad Relativa del Año 2015: Media anual de 74.20 %	17
Figura 5.	Nivel de daño de cada uno de los genotipos de frijol evaluados.	30
Figura 6.	Precipitación pluvial del Año 2015.....	33
Figura 7.	Dinámica de población del Picudo de la vaina del frijol del año 2015.....	34
Figura 8.	Total de larvas y adultos del picudo de la vaina encontrados durante la evaluación del nivel de daño en cada uno de los cuatro genotipos.	36
Figura 9.	Rendimientos en Kg.ha-1 de los cuatro genotipos de frijol mediante Parcelas Apareadas.	39
Figura 10.	Total de individuos del picudo de la vaina de los cuatro genotipos de frijol y su efecto sobre el rendimiento.	41
Figura 11.	Adulto del picudo de la vaina de frijol en campo.	49
Figura 12.	Área utilizada en la investigación.....	49
Figura 13.	Escala de evaluación del daño de picudo.....	50
Figura 14.	Vainas dañadas por el picudo de la vaina.	50
Figura 15.	Granos dañados por las larvas del picudo de la vaina.	51
Figura 16.	Conteo de adultos del picudo de la vaina en campo	51
Figura 17.	Muestreo de adultos en el genotipo Bayo Azteca	52
Figura 18.	Conteo de vainas por planta	53
Figura 19.	Cosecha de los genotipos de frijol voluble	54
Figura 20.	Aporreo de las parcelas de frijol evaluadas	55
Figura 21.	Peso de rendimiento y componentes de rendimiento.....	55
Figura 22.	Adulto del picudo de la vaina en laboratorio.	56

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y SIGNOS.

ANDEVA	Análisis de Varianza.
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical.
cm.	Centímetro.
°C	Grados centígrados.
DDS.	Días Después de la Siembra.
g	Gramos.
Ha	Hectárea.
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Kcal	Kilo Calorías.
Kg.ha⁻¹	Kilogramos * Hectárea.
mg	Miligramos.
mm	Milímetros.
mts	Metros.
msnm	Metros sobre el nivel del mar.
PCCMCA	Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales

ABSTRACT

The Bean pod weevil is considered as one of the main plagues of the common bean, in areas where the bean is grown in the guatemalan territory, it is a limiting factor for the production of this leguminous. The study was made in the experimental station ICTA “Labor Ovalle” Quetzaltenango. Two climbing genotypes were evaluated (Uatlán & Texel) and two bush genotypes as well (Bayo Azteca –resistente- y Hunapú precoz).

The response variables were, adult population, the level of damaged caused to the crop as well the effect and density of the population on performance. The statistical desing was used totally random with four treatments and seven repetitions, for the variable level of damage and the “t” test for the variables of adult population and the density effect of population over the performance.

Based on level of damage it was determined that there was significant difference between climbing and bush bean strains, being the climbing ones the most affected in relation to rubs population and adults, it was determined that bush bean strains did not present adult population and the both types of climbing bean did not show any stastical difference. Regarding the effect of density of population over the performance, there was a significant statistical difference between the plots with and without chemical control. Being Hunapú Precoz the genotype that had the highest performance with chemical control, and Uatlán the one with the lowest performance. In the plots without chemical control the highest performance was Hunapú Precoz and Uatlán was the lowest.

RESUMEN

El picudo de la vaina es considerado una de las principales plagas del frijol común, en las zonas frijoleras de Guatemala, pues es un factor limitante para producción de esta leguminosa. El estudio fue realizado en la estación experimental del ICTA “Labor Ovalle”, Quetzaltenango. Se evaluaron dos genotipos volubles (Uatlán y Texel), y dos arbustivos (Bayo Azteca –resistente- y Hunapú precoz).

Las variables de respuesta fueron, la población de adultos, el nivel de daño causado al cultivo y el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento. Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar con cuatro tratamientos y siete repeticiones, para la variable nivel de daño y la prueba de t para las variables población de adultos y el efecto de la densidad de población 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.

1. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), es cultivado en todas las regiones fisiográficas del país, ya que constituye una parte esencial en la dieta básica de la población guatemalteca, debido a que es una fuente crucial de vitaminas, proteínas y minerales. Sin embargo existen muchos problemas que causan grandes pérdidas en el rendimiento, entre ellos el picudo del ejote o de la vaina del frijol (*Apion godmani* Wagner), Coleóptera: Curculionidae, que ataca al tipo voluble y arbustivo, pero debido a que la etapa reproductiva en frijoles volubles es más extensa el control se dificulta y causa mayores pérdidas.

El picudo del frijol (*Apion godmani* Wagner), es una plaga que ocasiona la pérdida de grano, provocada por las larvas en el primer y segundo estadio. Durante la etapa reproductiva, cuando comienza la formación de vainas y de granos, el insecto oviposita en la vaina, al eclosionar el huevo, la larva penetra en la semilla y se alimenta de ella, destruyéndola. El picudo de la vaina causa mayores daños en granos en desarrollo o pequeños, porque son más suaves. (CIAT, 1987).

Para un manejo eficaz y oportuno de tan importante plaga para el cultivo de frijol, es necesario comprender la dinámica de población del insecto, la cual permitirá detectar las fechas de aumento y su comportamiento de ataque; y de esta manera el control químico que se emplee será más eficiente.

Por las razones citadas anteriormente, fue necesaria la evaluación del daño de esta plaga y como su población se distribuye a través del ciclo productivo en distintos genotipos de frijol común, utilizando un diseño estadístico completamente al azar, los genotipos evaluados fueron, arbustivos: ICTA Hunapú Precoz y Bayo Azteca; y volubles: ICTA Uatatlán e ICTA Texel ^{-Bolonillo}.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

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.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Determinar el nivel de daño del picudo de la vaina, para cada uno de los cuatro genotipos de frijol.
2. Establecer la dinámica de población del picudo de la vaina en los periodos de mayor incidencia, estimando los niveles de población de larvas y adultos durante su fase de desarrollo, en los cuatro genotipos de frijol.
3. Determinar el efecto de la densidad de población y nivel de daño del picudo de la vaina, sobre el rendimiento de cada uno de los cuatro genotipos de frijol evaluados con y sin control químico.

1.2 HIPÓTESIS

1.2.1 Hipótesis alternativa

1. Más de algún genotipo de frijol evaluado, presentará diferencia en el nivel de daño provocado por el picudo de la vaina en estado adulto.
2. Más de algún genotipo de frijol evaluado, mostrará diferencia en la dinámica poblacional del picudo de la vaina al buscar los periodos de mayor incidencia estimando los niveles de población de larvas y adultos, en los cuatro genotipos de frijol.
3. Más de algún genotipo de frijol evaluado con y sin control químico, presentará diferencia en relación al rendimiento y componentes de rendimiento ocasionado por el daño del picudo de la vaina.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Producción de frijol

En Guatemala se cultivan 135,00.00 ha, de frijol, la producción es de 97,105 toneladas y el rendimiento del cultivo es de 719 kg.Ha⁻¹. En los últimos años, la frontera agrícola frijolera se ha expandido a la región norte integrada por los departamentos de Alta y Baja Verapaz y a la región del Petén. (Aldana, F. 2015).

El frijol bolonillo (*Phaseolus dumosus M*), es una especie que se encuentra entre los frijoles volubles o de crecimiento indeterminado trepador, Tipo IV, por su alto contenido de proteínas es básico en la alimentación de la población guatemalteca. (Aldana, F. 2015).

En los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y San Marcos se siembra, en su mayoría, frijol voluble: de enredo y bolonillo normalmente en asocio con maíz (*Zea mays L.*). (Aldana, F. 2015).

Cuadro 1. Análisis proximal de 100 grs. de frijol

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

Fuente: CIAT, 2006.

2.2 El picudo de la vaina del frijol

Es una de las principales plagas que ataca el cultivo del frijol, en varias zonas de América Central y México, debido a que causa daños en los granos en formación, afecta directamente el rendimiento y la calidad del grano. (CIAT, 1,987)

Es un insecto muy pequeño de unos 3 mm de longitud y de un color negro grisáceo, aunque la hembra es de tamaño ligeramente mayor que el macho, el pico es la característica que mejor permite diferenciar los dos sexos. (CIAT, 1,987)

2.2.1 Clasificación taxonómica

Reino: Animal.

Tipo: Artrópodo.

Clase: Insecta.

Orden: Coleóptera.

Familia: Curculionidae.

Subfamilia: Apioninae.

Género: Apion.

Especie: godmani.

(PCCMCA, 1972).

2.2.2 Características principales del insecto

El rostrum es alargado y termina en un pico largo y curvado, del cual se deriva el nombre común de la plaga; en la extremidad distal posee unas diminutas y poderosas mandíbulas. (CIAT, 1987), aunque 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 microscopio estereoscópico, el pico del macho se ve más corto y grueso y menos curvo que el de la hembra. (CIAT, 1987).

El huevo es liso, ovalado, translúcido y muy pequeño; su tamaño varía de 0.3 a 0.6 mm de longitud por 0.2 a 0.36 mm en su parte más ancha. Es muy difícil de detectar en el campo, pues la hembra oviposita dentro del mesocarpo de la vaina. (Ramírez, 1992).

La larva recién emergida tiene una longitud total 0,905 mm. El color de las larvas varía desde blanco a casi transparente, en el último estado, la larva es de color amarillento y puede alcanzar una longitud de 3,6 mm, normalmente no hay más que una larva madura en cada semilla,

la larva en su último estado, forma un capullo de la pulpa de frijol que mastica e ingiere parcialmente, al terminar de formar su capullo entra en un periodo pre-pupal que dura entre 2 o 3 días; la eclosión del adulto se forma después de 8 a 12 días de la formación de la pupa, y el ciclo completo de huevo a adulto dura de seis a ocho semanas. (PCCMCA, 1972).

2.2.3 Ciclo biológico del picudo de la vaina del frijol

Parece existir un mecanismo mediante el cual el *A. godmani* W. sincroniza su ciclo de vida con el del cultivo. Así, cuando las vainas están tiernas, las hembras ovipositan en ellas. (CIAT, 1987).

Los adultos empiezan a aparecer en los campos de frijol cuando las plantas son jóvenes, y continúan aumentando en cantidad mientras las plantas de frijol florecen y se forman las pequeñas vainas. Se alimentan de follaje, flores y vainas en formación. El periodo de vida del adulto no está establecido, pero se cree que pueden vivir cuando menos de dos a tres meses, y es probable que puedan vivir aún más tiempo. (PCCMCA, 1972).

2.3 Daño ocasionado por el picudo de la vaina del frijol

El ataque ocurre desde el inicio floración hasta que termina la formación de las vainas. La hembra perfora las vainas para luego colocar un huevo por postura debajo de la cáscara, de donde las larvas eclosionan a los 5 días.

El mayor daño es causado por las larvas que se alimentan del interior de la vaina. Por encima de las vainas se pueden presentar señales del ataque, las cuales pueden ser protuberancias terminadas en punto oscuro. (Ramírez, 1992).

Los síntomas externos se caracterizan por la deformación de las vainas y por la presencia de cicatrices rodeadas de un área blancuzca, ligeramente levantada, cuando las ovoposiciones son numerosas, las vainas se deforman exageradamente. (CIAT, 1987).

2.4 Importancia económica del picudo de la vaina del frijol

El frijol representa en la mayoría de países de América Latina, la mayor fuente de proteínas para las poblaciones con menores recursos económicos.

Es cultivado en un mayor porcentaje por pequeños agricultores en tierras marginales, con baja o mínima aplicación de tecnología mejorada y bajo diferentes sistemas de cultivo. En estas condiciones los rendimientos son muy bajos.

Además de los factores antes mencionados, el ataque de plagas es otro de los factores que reducen grandemente las producciones en el cultivo de frijol. Entre las plagas, el picudo de la vaina *Apion sp.*, se menciona como una de las principales. (Monzón, 1991).

El daño más importante es el que las larvas causan al consumir los granos en formación. Este se expresa en %, que es la proporción de granos dañados en un determinado número de vainas, en las que se cuentan los granos dañados y sanos. (Monzón, 1991).

Mancía (1973a) citado por Monzón (1991), indica que en el Salvador el *A. godmani* ha llegado a reducir la producción de frijol hasta un 94%, en campos altamente infestados y que a un nivel de daño del 40%, correspondió una pérdida en rendimiento de 663.88 Kg/Ha.

Sifuentes (1981) citado por Salguero (1985), considera que en México el picudo de la vaina puede provocar pérdidas hasta del 50%, agregando que existen áreas donde ya no se cultiva frijol debido a las altas infestaciones de este insecto.

Salguero (1983) citado por Monzón (1991), estudiando la importancia de *A. godmani* en Guatemala, encontró que las pérdidas eran del 17% como promedio y con una máxima de 30% en la región de Altiplano (Chimaltenango), mientras que en la región Sur Oriental (Jutiapa), las pérdidas encontradas fueron del 9% como promedio, con máximas hasta del 60%.

ICTA (1989) citado por Monzón (1991), en los vivero de evaluación de cultivares por resistencia al *A. godmani*, en Jutiapa se han encontrado valores de daño al grano, hasta de 95%.

Por la magnitud de las pérdidas reportadas, se considera que *A. godmani* es una de las plagas económicamente importantes en el cultivo del frijol, de México a Nicaragua, ya que no existe evidencia de su presencia en otros países. (Monzón, 1991).

Según el CIAT, las pérdidas en rendimiento de frijol por daño del picudo varían de un año a otro, en ciertas zonas pueden alcanzar hasta un 80% (CIAT, 1987).

2.5 Control

2.5.1 Control natural

En México, El Salvador y Guatemala, se ha registrado una avispa del género *Triaspis* (familia *Braconidae*) que parasita la larva; se ha observado hasta un 54% de parasitismo, las larvas parasitadas siguen causando daño; por lo tanto, este control no tiene efectividad inmediata, pero es útil para reducir la población de adultos en la próxima generación. (CIAT, 1987).

2.5.2 Control cultural

Una época de siembra adecuada podría ser una alternativa para el control del picudo de la vaina, se ha observado que la plaga invade los cultivos que inician de forma precoz la formación de vaina, ya sea porque han sido sembrados tempranamente o porque corresponden a materiales precoces; los cultivos sembrados muy tardíamente también son más afectados. Esto es posible cuando el clima lo permite, porque en ciertas zonas de Guatemala, debido a la falta de sistemas de riego no es posible sembrar en otra época. (CIAT, 1987), (Aldana, F. 2015).

2.5.3 Control químico

El método más rápido y eficiente contra el picudo de la vaina es este; uno de los productos químicos más empleados es: la Deltametrina (DECIS®) de la familia de los piretroides; la desventaja de este control es su alto costo y la contaminación que provoca al ambiente.

Para que el control químico sea efectivo es necesario aplicarlo teniendo en cuenta la población de la plaga, los niveles de daño económico y las épocas de aplicación. (CIAT, 1987).

El nivel de daño económico en *A. godmani* es de 4 a 6 adultos en 40 metros lineales. (Salguero, 1985).

2.5.4 Resistencia varietal

Es la mejor técnica de control a largo plazo, ya que permite reducir el uso de productos químicos y es más económico para el agricultor. (CIAT, 1987).

En este aspecto, los programas de investigación de varios países han dedicado esfuerzos a la búsqueda de resistencia al picudo de la vaina, tratando de desarrollar variedades resistentes adaptadas a las condiciones y exigencias de cada país.

Con este fin se han evaluado muchos cultivares de frijol, encontrando que si existe variabilidad genética para el carácter resistencia al picudo, en el germoplasma disponible.

En un estudio realizado en Honduras para determinar la pérdida en rendimiento por ataque de picudo, en una variedad resistente (APN 83) y en una susceptible (Desarrural) con y sin protección química, se encontró que cuando no se usó insecticida, la variedad resistente produjo 1.143 TM.ha⁻¹. Y la variedad susceptible 0.780 TM.ha⁻¹. Los porcentajes de daño al grano fueron de 2% y 47% para APN 83 y Desarrural, respectivamente. Cuando se utilizó insecticida, los rendimientos y los valores de daño no fueron significativamente diferentes. (Monzón. F, 1991)

2.5.5 Control microbiológico

Se ha reportado que el picudo de la vaina del frijol es afectado por dos hongos entomopatógenos los cuales son *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp. (CIAT, 1987).

2.6 Distribución geográfica del insecto

Según Cortéz (1950) citado por Monzón (1991), El picudo de la vaina del frijol se considera como una plaga de amplia distribución en México. Existe probablemente en todas las regiones donde se cultiva frijol, pero los registros de infestación presentan grandes diferencias de una región a otra, repitiéndose esta situación año tras año. En las diferencias observadas, pueden estar influyendo además de los factores climáticos, las variedades y fechas de siembra.

Salguero (1983) citado por Monzón (1991), reporta que el picudo de la vaina se encuentra presente en las regiones Sur Oriental y Centro Occidental de Guatemala, registrándose las mayores infestaciones durante la época lluviosa. Probablemente se encuentra en todas las zonas donde se cultiva frijol, pues el autor lo ha observado dañando frijolares en áreas de cultivo del departamento de Guatemala.

2.7 Dinámica poblacional

Una población, es el conjunto de individuos de la misma especie que comparten un fondo (pool) genético y que tienen una estructura y una función determinada. (Universidad Nacional de Colombia, 2005).

La estructura está determinada genética y demográficamente. El genoma determina la adaptabilidad, la capacidad reproductiva y la persistencia de la población. En tanto la estructura demográfica está determinada por la densidad (número de individuos por superficie), la

distribución espacial, la distribución por edades, los índices de natalidad y mortalidad, la tasa de crecimiento y el potencial biótico de la población. (Universidad Nacional de Colombia, 2005).

Los registros estandarizados a intervalos mensuales aclaran la dinámica poblacional en el ciclo estacional, que demuestra a menudo un periodo de aumento por reproducción, seguido de un lapso donde predomina la mortalidad y la población decrece. (Universidad Nacional de Colombia, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la investigación

Fue realizada en la Estación Experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Labor Ovalle, ubicada en el municipio de San Juan Olinstepeque, Quetzaltenango, su Latitud es 14° 52' 12'' Norte, la Longitud es 91° 30' 50'' Oeste; se encuentra a una distancia de 5 kilómetros de la cabecera departamental en dirección norte. (Moscoso, J. 2014).

3.1.1 Altitud

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA; “Labor Ovalle” se encuentra a una altura de 2,380 msnm. (INSIVUMEH, 2015)

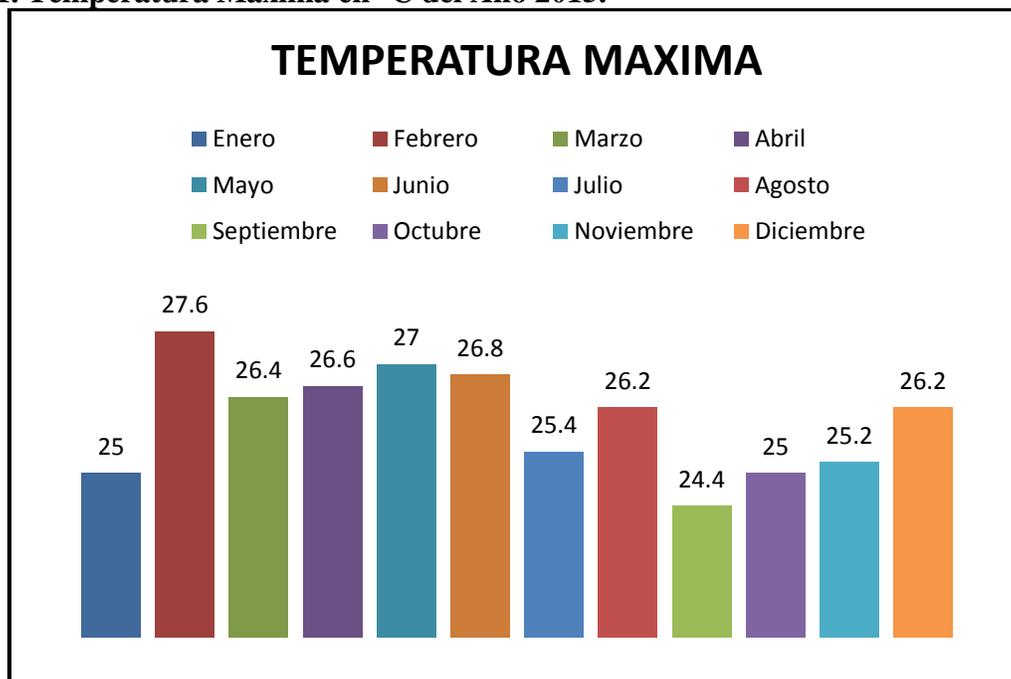
3.1.2 Clima

Según la estación meteorológica del INSIVUMEH Labor Ovalle, predomina el fuerte viento y baja temperatura en la época seca del año. Las condiciones climáticas para esta área son:

3.1.3 Temperatura

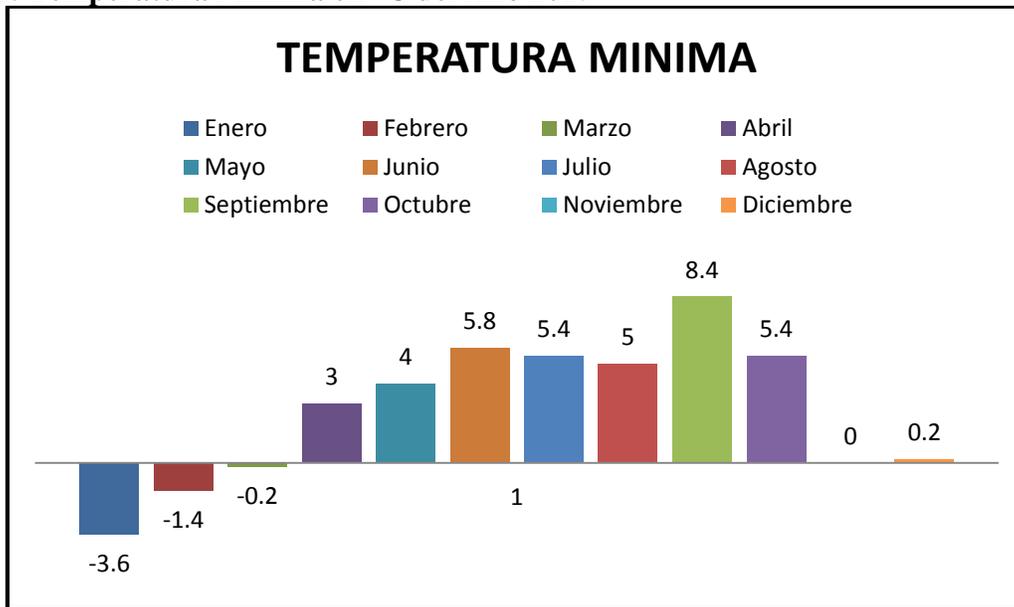
Mínima 7.1 °C, Media 14.43 °C, Máxima 21.61 °C.

Figura 1. Temperatura Máxima en °C del Año 2015.



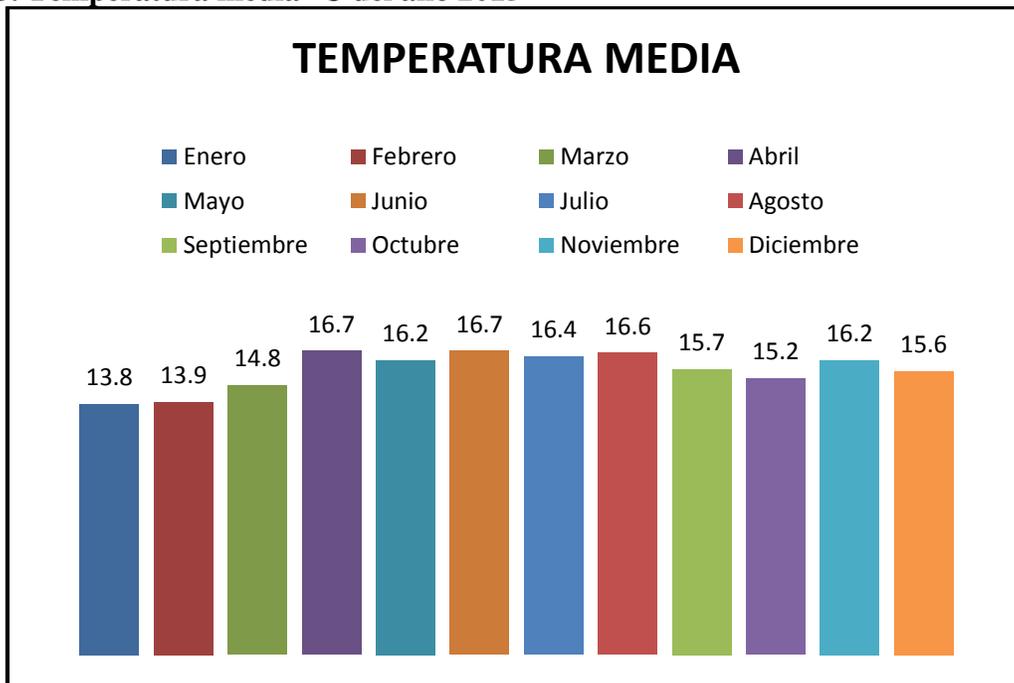
Fuente: INSIVUMEH 2015

Figura 2. Temperatura Mínima en °C del Año 2015



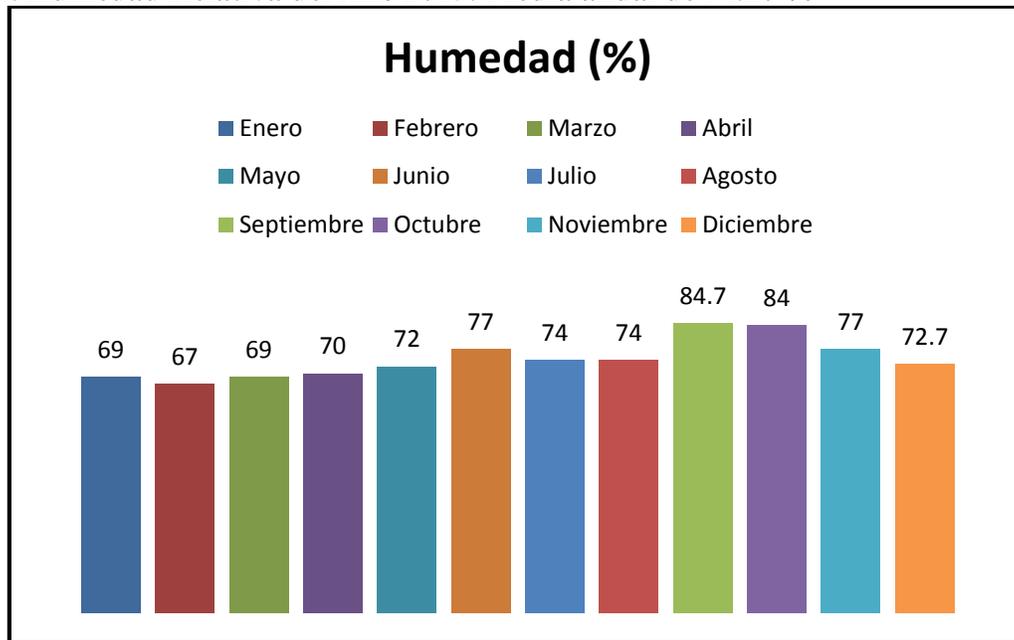
Fuente: INSIVUMEH 2015

Figura 3. Temperatura media °C del año 2015



Fuente: INSIVUMEH 2015

Figura 4. Humedad Relativa del Año 2015: Media anual de 74.20 %



Fuente: INSIVUMEH 2015

3.1.4 Zona de vida

Según el diagrama de clasificación de Holdridge la zona de vida que se encuentra en la Labor Ovalle es: Bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

3.1.5 Suelos

3.1.5.1 Geología

Según el Mapa de suelos de la República de Guatemala de Simmons, Tárano y Pinto. Su ubicación natural está en la Provincia Geológica “Tierras Volcánicas” y la Región Fisiográfica “Tierras Altas Volcánicas. Su geología la conforman rocas sedimentarias (Qp) y Tierra altas volcánicas terciarias (Tv). (MAGA, 2015)

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Descripción de la investigación

3.2.1.1 Evaluación del nivel de daño

La evaluación de daño se realizó en laboratorio, en vainas fisiológicamente maduras tomadas del campo. Se tomaron 30 vainas al azar por cada 3 metros de las parcelas experimentales. El daño se observó abriendo las vainas y contando los granos dañados y los sanos, para determinar luego el porcentaje de daño, siguiendo el método que recomienda el Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT 1987)

3.2.1.1.1 Metodología del CIAT

El conteo de los granos, se realizó usando una hoja de papel donde se colocó en ella las vainas distribuidas en grupos según el daño que presentaron. La hoja se dividía en 10 cuadros, (según sea el número de granos por vaina de la variedad que se evalúe) y los cuadros se numeran de 0 a 9, para colocar en cada uno de ellos las vainas, que van de acuerdo a los granos dañados que tengan. Posteriormente se calculó el número de granos dañados, contando las vainas que hay en cada cuadro, luego se multiplicaron las vainas que hay en cada cuadro por las cantidades encontradas por sus respectivas categorías. Seguidamente se determinó el porcentaje de daño del total de granos con daño.

% de daño = (No. De granos dañados / (granos dañados + granos sanos)) * 100
(CIAT, 1987).

3.2.1.2 Evaluación de la dinámica poblacional

Después de la emergencia de las plantas, al observar la aparición del picudo, se realizó un muestreo cada semana; tomando 5 unidades de muestreo por parcela experimental. Según la recomendación de López Collado las muestras se tomaron al medio día, utilizando mantas blancas,

colocándolas debajo de las plantas a las cuales se les dieron 50 golpes o roces por una unidad de muestreo; se completó con una revisión manual para capturar y realizar el conteo de los adultos presentes en cada unidad de muestreo, liberándolos posteriormente en cada parcela.

3.2.1.3 Evaluación de larvas y adultos

Para estimar los niveles de población de larvas y adultos en cada una de las parcelas, se realizó el conteo de ambos durante la evaluación del daño del picudo de la vaina, en vainas maduras fisiológicamente maduras.

3.2.1.4 Evaluación de rendimiento y componentes de rendimiento

Para la evaluación del rendimiento se cosecho, aporreó, limpió y peso cada una de las unidades experimentales, teniendo cuatro parcelas en las cuales no fue empleado algún tipo de control químico y cuatro parcelas que sí tuvieron aplicaciones de insecticida químico, el peso de las parcelas se convirtió a Kg.ha^{-1} .

Para la evaluación de componentes de rendimiento se tomaron siete posturas de cada parcela experimental, se realizó el conteo de plantas por postura, vainas por planta, semillas por vaina y el peso de 100 semillas.

3.2.2 Diseño experimental

Para llevar a cabo la investigación se empleó un diseño experimental completamente al azar, para la recolección de picudos y vainas, siendo el diseño que mejor se adapta al tipo de experimento, aunque este diseño no es tan recomendado para campo abierto, si puede ser utilizado si se tiene homogeneidad en cuanto a suelo y pendiente. (de Paz, R. 2009.)

3.2.3 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos de frijol arbustivo estuvieron formados por parcelas de siete por 18 metros. (126 m^2) los cuales se sembraron a una distancia de 0.50 metros entre surcos y 0.40 metros entre plantas. Dejando 2 metros de separación entre frijol arbustivo y frijol voluble.

Los tratamientos de frijol voluble fueron parcelas de siete por 18 metros (126 m²) en los cuales las siembras estuvieron a una distancia de 1.00 metro entre surcos y 0.90 metros entre plantas.

3.2.3.1 Número de tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos:

Tratamiento 1: Frijol arbustivo, Bayo Azteca.

Tratamiento 2: Frijol voluble, ICTA Uatatlán.

Tratamiento 3: Frijol voluble, ICTA Texel ^{-Bolonillo}.

Tratamiento 4: Frijol arbustivo, ICTA Hunapú Precoz.

3.2.3.2 Número de repeticiones

Para el nivel de daño: Se obtuvieron siete repeticiones

Para la recolección de picudos: Se tomaron cinco muestreos de cada parcela de frijol semanales, los cuales equivalen a cinco repeticiones de cada tratamiento.

3.2.3.3 Genotipos de frijol evaluados

3.2.3.3.1 ICTA Texel ^{-Bolonillo}.

Sus características principales son su alto rendimiento y calidad de sus granos. Adaptación de 2,000 a 2,800 msnm, crecimiento arbustivo trepador Tipo IV, altura de planta de + 2.00 m. vainas moradas, grano redondo, la duración de la maduración es de 42 días, alcanza su madures fisiológica a los 149 días, se cosecha a los 191 días, es moderadamente susceptible a la roya (*Uromyces spp.*). Se recomienda su siembra en marzo o abril y su rendimiento estimado es de 4,500 kg.Ha⁻¹. (Moscoso, J. 2014).

3.2.3.3.2 ICTA Uatatlán.

Variedad con orígenes en Santa Lucia Uatatlán, Sololá. Ha sido seleccionada por resistencia a roya (*Uromyces spp.*), y potencial de rendimiento, en la Estación experimental Labor Ovalle. Es una variedad, precoz de grano tipo frijol de vara, que se adapta de 2,000 a 2,800 msnm, Crecimiento

arbustivo trepador Tipo IV, altura de planta de +/- 1.50 m. vainas blancas, grano alargado. Sus características principales son su precocidad con 65 días a floración, alcanza su madurez fisiológica 120 días, la duración de la maduración es de 32 días y 152 días a cosecha. Su baja agresividad provoca que no le haga ningún daño al maíz (*Zea mays L.*). Siembra en marzo o abril, su rendimiento estimado es de 3,500 kg.Ha⁻¹. (Moscoso, J. 2014).

3.2.3.3.3 ICTA Hunapú Precoz.

Es una variedad de frijol negro, cuyo habito de crecimiento es de tipo indeterminado arbustivo es tolerante Ascochyta, Antracnosis, Roya. Se adapta muy bien a altitudes entre 1500 y 2300msn. La germinación se da a los 8 días después de la siembra, la floración ocurre a los 50 días después de la siembra el color de su flor es lila, las plantas alcanzan una altura aproximada de 70cm, con vainas de color morado, que tienen 6 granos por vaina. El ciclo de cosecha es de aproximadamente 120 días. (Aldana, F. 2015).

3.2.3.3.4 Bayo Azteca.

Es la primera variedad mejorada de frijol, tolerante al picudo de la vaina, que ataca al frijol en las zonas templadas de los valles altos de la Mesa Central de México, causando pérdidas que varían desde 50% hasta 90%. Al igual que otras variedades es también resistente a antracnosis [*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Briosi & Cav.] y tizón común [*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* (Smith) Dye]. fue desarrollada para 1800 a 2300 m de altitud. Su hábito de crecimiento es indeterminado tipo III, guías cortas y flor blanca, las vainas son de tamaño mediano a grandes con 5 a 6 granos medianos, tiene alto potencial de rendimiento y plasticidad fenológica, es de precocidad intermedia (102 a 118 días a madurez); Bayo Azteca es además de rápida cocción y con alto contenido de proteína. El rendimiento de Bayo Azteca, alcanzando bajo condiciones de buen temporal es de hasta 2,770 kg ha⁻¹, mientras que en el ambiente más crítico el rendimiento es de aproximadamente 1,000 kg.ha⁻¹, (Garza GR. 2010).

3.2.4 Modelo estadístico

Completamente al azar

El modelo estadístico lineal es el siguiente:

$$Y_i = \mu + T_i + E_i$$

Cuadro 2. Modelo estadístico completamente al azar.

Dónde:

Y_i = Variable respuesta

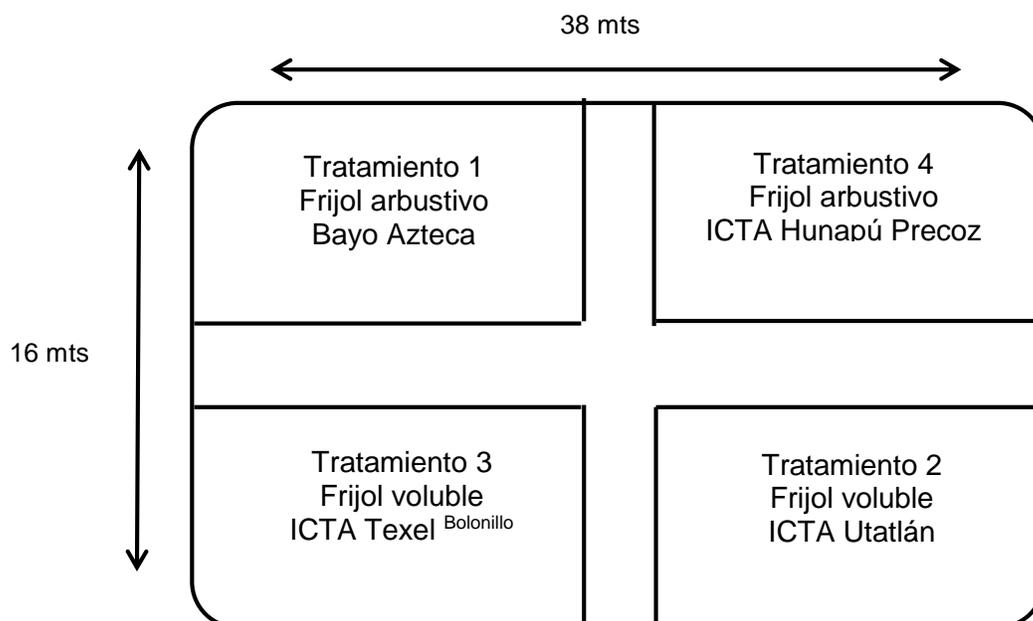
μ = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

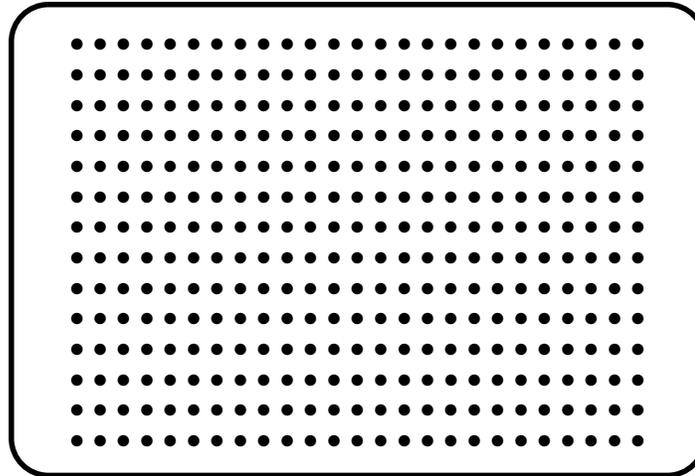
E_i = Error experimental.

Fuente: de Paz, R. 2009.

3.2.5 Croquis del ensayo de campo



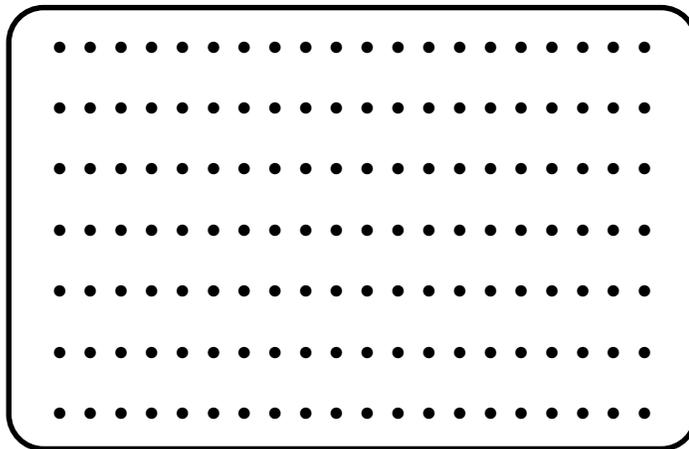
Parcela bruta:
Para frijol arbustivo



7 mts

18 mts

Parcela bruta:
Para frijol voluble



7 mts

18 mts.

3.2.6 Variables de respuesta

3.2.6.1 Evaluación del nivel de daño

Se obtuvo a través del conteo de granos dañados por vaina, de 30 vainas que fueron recolectadas al azar de cada 3 m. de las parcelas experimentales, el daño se observó abriendo las vainas y contando los granos dañados y los sanos de cada genotipo, siguiendo el método que recomienda el CIAT (1987).

3.2.6.2 Evaluación de dinámica poblacional

Fue medida según el número de picudos adultos que se recolectaron, cuando la floración inicio se muestrearon cinco puntos distribuidos al azar en cada una de las parcelas experimentales, cada semana, hasta la madurez fisiológica de cada genotipo.

3.2.6.2.1 Estimación de larvas y adultos

Se realizó través del conteo de las larvas y adultos, que fueron observados al momento de abrir las 30 vainas recolectadas para la evaluación del nivel de daño, en la etapa de madurez fisiológica de cada uno de los genotipos.

3.2.6.3 Rendimiento

Se cuantificó por medio de la producción de granos de cada una de las unidades experimentales, luego se realizó la conversión a kilogramos por hectárea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), el resultado de los rendimientos en las parcelas sin control químico se comparó con los rendimientos de las parcelas con control químico.

3.2.7 Manejo agronómico

3.2.7.1 Arado.

Se realizó un paso con arado de discos a 0.15 m de profundidad, esto para facilitar la germinación y emergencia de la semilla por la soltura del suelo.

3.2.7.2 Rastra.

Se dieron dos pasos con rastra de discos. Esto con la finalidad de desmenuzar las partes o porciones de tierra que han sido removidas por el arado y así tener un buen desarrollo radicular. (Moscoso. J. 2014).

3.2.7.3 Siembra.

Se realizó el 8 de abril para el frijol voluble, se sembraron tres semillas de frijol por cinco semillas de maíz, para el frijol arbustivo la siembra se realizó el 15 de junio, colocando tres semillas por postura, siguiendo las recomendaciones de siembra del programa de frijol del ICTA-CIALO “Labor Ovalle”.

3.2.7.4 Control de malezas.

Esta práctica consistió en eliminar cualquier otra planta dentro de la parcela, ajena del cultivo de maíz y frijol común, dicha actividad se realizó cada 2 semanas, de forma manual utilizando azadones.

3.2.7.5 Fertilización.

En los genotipos volubles, se realizó una única fertilización a los dos meses después de la siembra con 15-15-15, colocando 20 grs por postura; en los genotipos arbustivos, se realizó al mes después de la siembra con 6 grs de 15-15-15 por postura de acuerdo con el programa de fertilización del ICTA-CIALO “Labor Ovalle”. (Aldana, F. 2015).

3.2.7.6 Control de plagas.

En las parcelas de la evaluación de daño y dinámica poblacional, no se realizaron aplicaciones de insecticida.

3.2.7.7 Riego.

Debido a que no se tenía un sistema de riego establecido para la parcela experimental y que se presentaron 2 canículas durante la época de invierno, fue necesario realizar un riego de auxilio, El cual se efectuó por medios manuales (manguera, regadera).

3.2.8 Descripción del análisis

3.2.8.1 Análisis estadístico

La información del picudo de la vaina, recabada del análisis del porcentaje de daño de vaina, realizado en el laboratorio, fue analizado a través de análisis de varianza (ANDEVA), para el diseño completamente al azar. Posteriormente, se realizó la prueba de Tukey al 5% para establecer comparaciones entre medias e identificar el tratamiento con mayor porcentaje de daño. (de Paz, R. 2009).

Se realizó la prueba de t para determinar si existió diferencia entre dos muestras independientes, para la dinámica poblacional, el rendimiento y componentes de rendimiento.

3.2.9 RECURSOS

3.2.9.1 Humanos

- ❖ Asesor: Ing. PhD. Fernando Aldana.
- ❖ Asesora adjunta: Ing. Agr. Luz Montejo.
- ❖ Estudiante del Ejercicio Profesional Supervisado.

3.2.9.2 Físicos

- ❖ 1 libra de semillas de cada uno de genotipos de frijol: ICTA Texel ^{-Bolonillo}, ICTA Utatlán, ICTA Hunapú Precoz y Bayo Azteca.
- ❖ 2 libras de semilla de maíz San Marceño mejorado.
- ❖ Fertilizante 15-15-15.
- ❖ Fungicida vitavax.
- ❖ Mantas blancas.
- ❖ Estereoscopio.
- ❖ Cajas petri.
- ❖ Frasco de vidrio.
- ❖ Computadora.
- ❖ Cámara fotográfica.
- ❖ Libreta de campo.

- ❖ Calculadora.
- ❖ Parcela de 608 mts² ubicada en las instalaciones del Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental, C.I.A.L.O; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, I.C.T.A. “Labor Ovalle”.

3.2.9.3 Económicos

Los recursos económicos fueron aportados por el Estudiante del Ejercicio Profesional Supervisado y el programa de frijol del Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental, C.I.A.L.O; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, I.C.T.A. “Labor Ovalle”.

3.2.9.4 Presupuesto

Recursos/Actividad		Unidades de Medida	Valor Unitario (Q)	Planificación	Siembra	Limpias	Fertilización	Monitoreo	Cosecha	Resultados	Total U	Valor total (Q)
Humanos	Jornales	Unidad	90.00	4	6	22	1	22	6	-	61	5,490.00
Físicos	Semilla de frijol	Libra	6.00	-	4		-	-	-	-	4	24.00
	Semilla de maíz	Libra	5.00		2						2	10.00
	Mantas blancas	Metro ²	20.00					6			6	120.00
	Fertilizante 15-15-15	Quintal	250.00				1				1	250.00
	Fungicida	Unidad	60.00		1							60.00
Económicos	Impresiones	Unidad	1.00	60	-		-	-	-	45	105	105.00
	Internet	Horas	4.00	150	-		-	-	-	40	190	760.00
	Folders	Unidad	2.00	3	-		-	-	-	2	5	10.00
Total:											6,829.00	

Fuente : Investigación 2015

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Evaluación del nivel de daño

La determinación del porcentaje de daño, del picudo de la vaina, se realizó mediante la fórmula:

$$\text{Porcentaje de daño} = \frac{\text{No. De granos dañados}}{(\text{grados dañados} + \text{granos sanos})} \times 100$$

(CIAT, 1987.)

Cuadro3. Porcentaje de daño del picudo de la vaina sobre el grano de frijol evaluado.

Tratamiento	Muestras (%)							Medias (%)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Bayo Azteca	24.60	21.60	44.50	37.10	47.10	48.90	42.70	38
ICTA Uatlán	61.42	64.92	72.11	63.08	75.92	68.42	61.60	67
ICTA Texel ^{-Bolonillo}	80.50	86.20	82.90	72.90	84.60	80.70	94.80	83
ICTA Hunapú Precoz	14.50	52.00	23.50	39.30	19.30	56.00	41.20	35

En el Cuadro 3 se muestra los datos obtenidos en porcentaje por cada uno de genotipos en cada uno de los siete muestreos evaluados, teniendo la media más alta el genotipo ICTA Texel ^{-Bolonillo} con 83 %, seguido de ICTA Uatlán con un 67 % y en tercer lugar se encuentra Bayo Azteca (resistente) con un 38 % y por último se encuentra ICTA Hunapú Precoz con un 35 %. Donde se puede observar una similitud en cuanto a los resultados obtenidos en los tratamientos Bayo Azteca e ICTA Hunapú precoz, ambos arbustivos, los cuales presentaron las medias con menor porcentaje de daño del picudo de la vaina.

Los porcentajes de daño fueron transformados a Arcoseno y con estos se realizó el Análisis de Varianza. En el Cuadro 4 se muestra los datos transformados a Arcoseno de cada uno de los genotipos evaluados.

Cuadro 4. Nivel de daño del picudo de la vaina transformado a Arcoseno.

Tratamientos	Bayo azteca	ICTA Uatatlán	ICTA Texel - Bolonillo	ICTA Hunapú
1	3.77	6.15	7.32	2.88
2	3.53	6.36	7.71	5.59
3	5.14	6.79	7.48	3.68
4	4.66	6.25	6.84	4.81
5	5.30	7.02	7.60	3.33
6	5.41	6.57	7.33	5.83
7	5.02	6.16	8.45	4.93
E	32.83	45.30	52.73	31.05
X	4.69	6.47	7.53	4.44

Fuente: Investigación 2015

Transformación % a As empleando la formula $\%/100 \text{ sen}^{-1} \sqrt{P}$.

Valores = 0 o ≤ 1 se le asigna valor de 1.

Los valores en porcentaje deben transformarse a valores Arcoseno, ya que mediante esta metodología se homogenizan los valores, reduciendo así la tendencia a dispersarse de la media. De los datos transformados se realizó un Análisis de Varianza con el Diseño Completamente al Azar que se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de Varianza del porcentaje de daño del picudo de la vaina.

F.V.	SC	GI	CM	F. Cal.	F. Tab.	p-valor
Tratamientos	45.82	3	15.27	27.38	3.53	<0.0001 **
Error	13.39	24	0.56			
Total	59.21	27				

C.V. 12.92 %

Fuente: Investigación 2015

En el Cuadro 5 se puede observar que existió alta diferencia significativa para la variable tratamientos, con un Coeficiente de Variación de 12.92 % que se considera aceptable. Debido a la existencia de diferencias estadísticas significativas, en el Cuadro 6, se presentan las comparaciones de medias a través de la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 6. Test de Tukey sobre el porcentaje de daño del picudo de la vaina del frijol.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
ICTA Texel ^{-Bolonillo}	7.53	7	0.28 A
ICTA Uatlán	6.47	7	0.28 A
Bayo Azteca	4.69	7	0.28 B
ICTA Hunapú Precoz	4.44	7	0.28 B

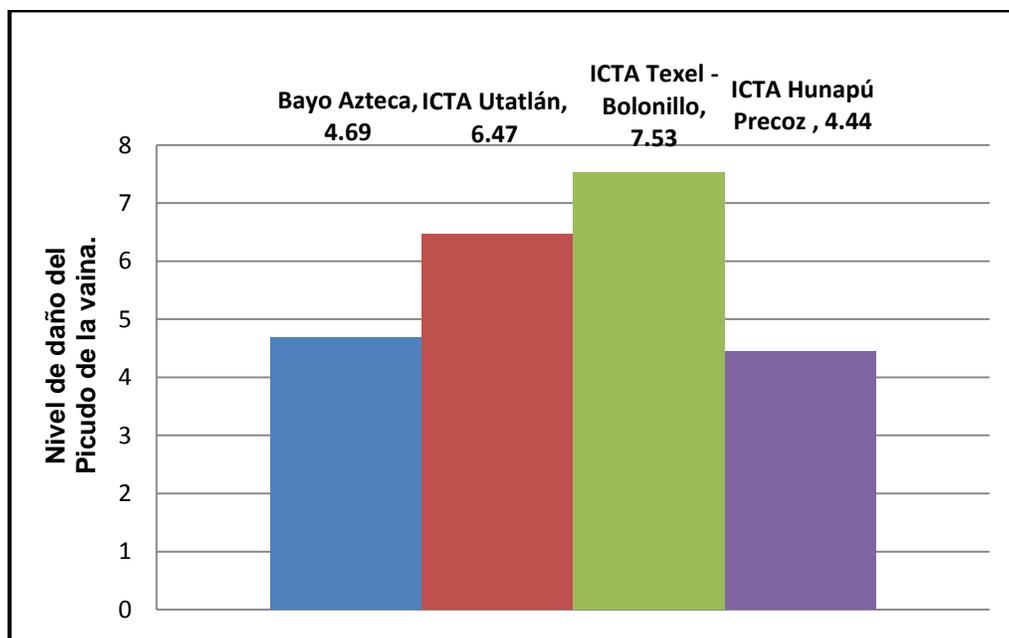
Fuente: Investigación 2015

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el Cuadro 6 se presenta la prueba de medias efectuada por Tukey, donde se formaron dos grupos, el primero estuvo constituido por los genotipos ICTA Texel ^{-Bolonillo} e ICTA Uatlán, “frijoles volubles” y el segundo Bayo Azteca e ICTA Hunapú Precoz “frijoles arbustivos”, no existiendo diferencia entre cada uno de estos dos tipos de frijol.

La comparación entre medias permite observar la diferencia de daño que existe entre los frijoles volubles y los arbustivos, donde se ven mayormente afectados por el picudo de la vaina los genotipos volubles, debido a que las floraciones de estos iniciaron con anterioridad y su ciclo productivo es más largo, que el de los genotipos arbustivos.

Figura 5. Nivel de daño de cada uno de los genotipos de frijol evaluados.



Fuente: Investigación 2015

4.2 Dinámica poblacional

En relación a la dinámica poblacional se puede mencionar que durante las primeras 11 semanas de los genotipos volubles no se observó ningún adulto de este insecto. A partir de la onceava semana se inició el conteo únicamente en los genotipos tipo voluble, pues en los genotipos arbustivos nunca fue observado algún adulto, es vital hacer mención que los adultos de este insecto únicamente fueron observados en los frijoles arbustivos al momento de evaluar el nivel de daño, al abrir las vainas maduras

Cuadro 7. Muestreos semanales de adultos del picudo de la vaina de cada uno de los genotipos de frijol.

Semana de Muestreo	Muestreo	ICTA Uatatlán	ICTA Texel^{-Bolonillo}	ICTA Hunapú Precoz	Bayo Azteca
11	1	0	0	0	0
12	2	9	0	0	0
13	3	13	0	0	0
14	4	10	0	0	0
15	5	21	12	0	0
16	6	16	12	0	0
17	7	31	17	0	0
18	8	35	12	0	0
19	9	27	26	0	0
20	10	19	31	0	0
21	11	16	17	0	0
22	12	8	8	0	0
23	13	1	1	0	0
24	14	0	0	0	0
25	15	0	0	0	0
26	16	0	0	0	0
27	17	0	0	0	0

Fuente: Investigación 2015

En el Cuadro 7 se puede observar que solo se encontraron adultos del picudo de la vaina en los genotipos volubles, a los cuales se les realizó la prueba de t, hallando la mayor cantidad de adultos en el genotipo ICTA Uatatlán con un total de 35 adultos, en la semana 18. El muestreo con la mayor cantidad de adultos en el genotipo ICTA Texel^{-Bolonillo} fue durante la semana 20, donde se observó un total de 31 adultos.

Formula de la prueba de t para dos muestras independientes:

$$TC = \frac{(\bar{A} - \bar{B}) - 0}{\sqrt{\frac{2 S_c^2}{n}}}$$

Cuadro 8. Prueba de t de los muestreos semanales de adultos del picudo de la vaina.

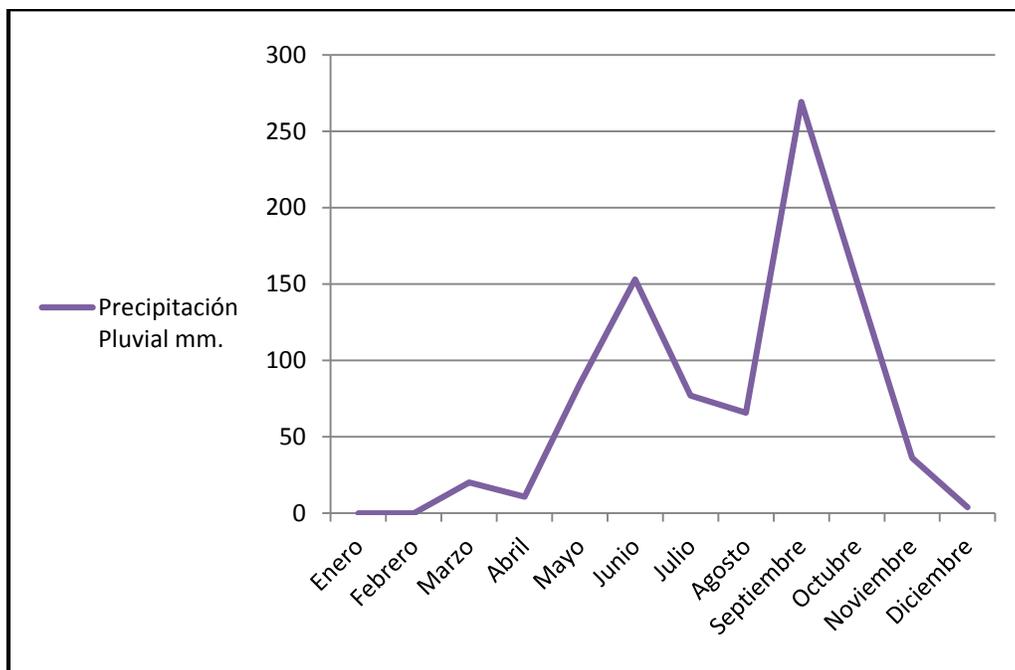
Semana de Muestreo	ICTA Uatlán	ICTA Texel ^{-Bolonillo}
12	9	0
13	13	0
14	10	0
15	21	12
16	16	12
17	31	17
18	35	12
19	27	26
20	19	31
21	16	17
22	8	8
23	1	1
Sumatoria	206	136
Media	17	11
Varianza	101	106
	t calculada 1.445	t tabulada 2.179

Fuente: Investigación 2015

En el Cuadro 8 se comprobó científicamente que los muestreos de adultos del picudo de la vaina en los genotipos volubles ICTA Uatlán e ICTA Texel ^{-Bolonillo}, son estadísticamente iguales, esto se define al observar que la t calculada es menor que la t tabulada. También se observa que el genotipo ICTA Uatlán obtuvo un total de adultos mayor que el genotipo ICTA Texel ^{-Bolonillo}, esto se debe a la precocidad de ICTA Uatlán que permitió invasión de los insectos a la parcela desde el inicio de la floración, la cual comenzó tres semanas antes que ICTA Texel ^{-Bolonillo}, los adultos del picudo de la vaina dejaron de ser visibles en la semana de muestreo 23, para los dos genotipos.

Las semanas donde se observó la mayor aparición de insectos, coinciden con las canículas prolongadas que se presentaron durante el mes de julio y agosto del año 2015, según los datos de Precipitación Pluvial proporcionados por el INSIVUMEH de la estación experimental “Labor Ovalle” Quetzaltenango (Figura 6), y lo mencionado sobre las canículas en la página virtual de Prensa libre en fecha 03/08/2015. El aumento de temperatura de esos meses fue un factor importante para la proliferación del insecto, aunque ciertamente el incremento de adultos podría estar ligado a la etapa en la que se encuentre el cultivo.

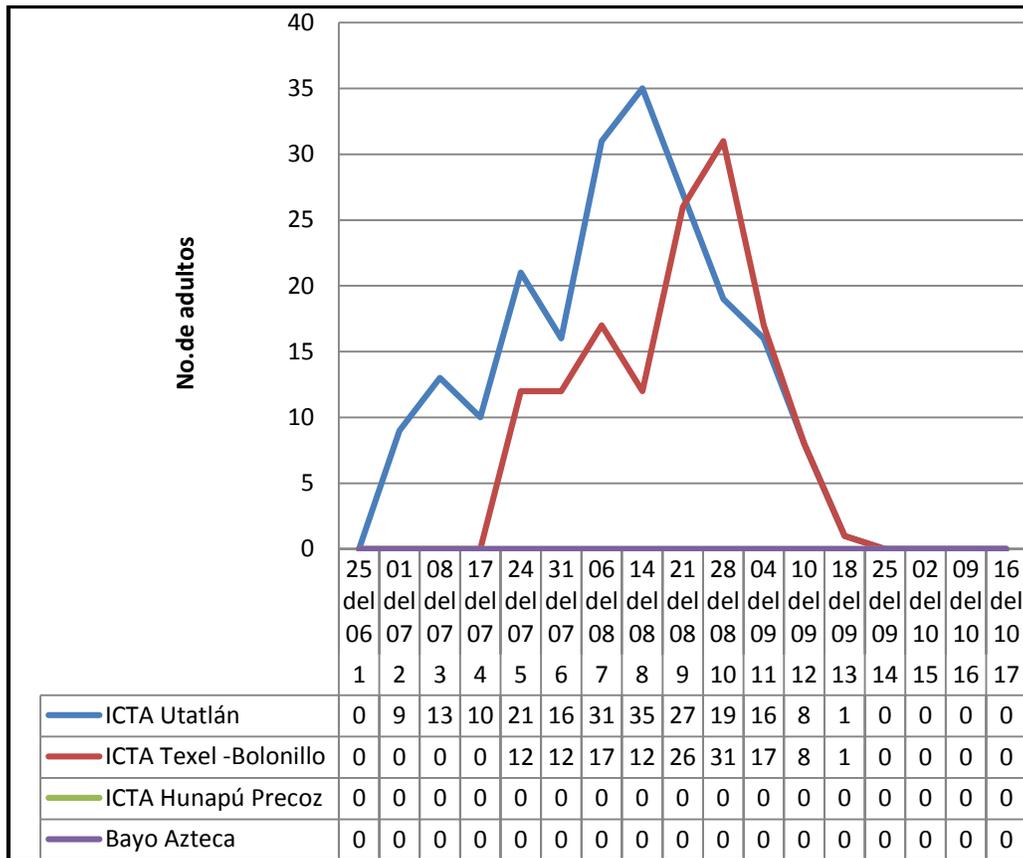
Figura 6. Precipitación pluvial del Año 2015



Fuente: INSIVUMEH 2015

En la Figura 7 se puede observar cómo se distribuyó el adulto del picudo de la vaina, en la fase de desarrollo de los cuatro genotipos de frijol, estimando la dinámica poblacional únicamente en los genotipos volubles, debido a que durante la realización de los muestreos en los genotipos de frijol arbustivos no se observaron adultos, esto puede deberse a que en los frijoles volubles, la capacidad de supervivencia del insecto es alta, debido a que cuentan con mayor disposición de la planta para poder habitar.

Figura 7. Dinámica de población del Picudo de la vaina del frijol del año 2015.



Fuente: Investigación 2015

4.2.1 Niveles de población de larvas y adultos

La estimación de larvas y adultos fue realizada al momento de la cosecha, en vainas fisiológicamente maduras, al instante en el que se realizó la evaluación del nivel de daño, contando las larvas y adultos que se encontraban en las 30 vainas recolectadas en cada muestreo

Cuadro 9. Total de larvas y adultos del picudo de la vaina observados durante la evaluación del nivel de daño en cada uno de los cuatro genotipos.

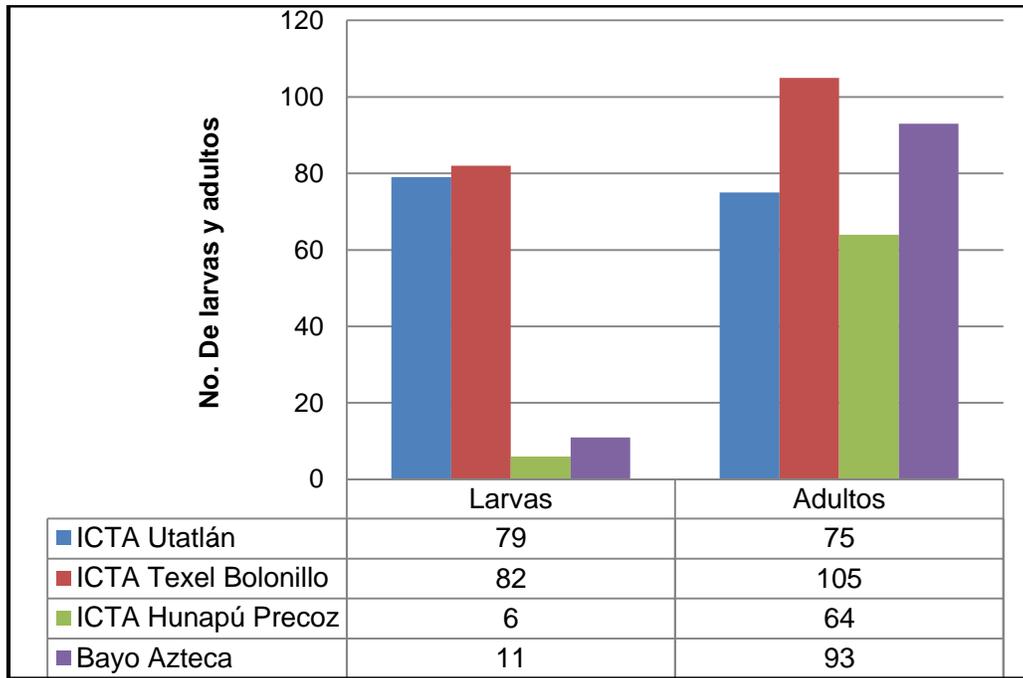
Genotipo	Larvas	Adultos
ICTA Uatatlán	79	75
ICTA Texel ^{-Bolonillo}	82	105
ICTA Hunapú Precoz	6	64
Bayo Azteca	11	93

Fuente: Investigación 2015

En el Cuadro 9 se observa la cantidad de larvas y adultos de cada uno de los genotipos de frijol, obteniendo la mayor cantidad tanto de larvas como de adultos en el genotipo ICTA Texel ^{-Bolonillo} con 82 larvas y 105 adultos teniendo un total de 187, seguido del genotipo ICTA Uatatlán que registro 79 larvas y 75 adultos con un total de 154, posteriormente se encuentra el genotipo Bayo Azteca con 11 larvas y 93 adultos sumando 104 en total, por último el que presento la menor cantidad fue ICTA Hunapú Precoz con 6 larvas, 64 adultos y un total de 70 individuos.

En la Figura 8 se observa que los genotipos volubles presentaron mayor cantidad de larvas al momento de abrir las vainas, con un total de 82 larvas en ICTA Texel ^{-Bolonillo} y 79 larvas en ICTA Uatatlán. En relación a los adultos en ICTA Texel ^{-Bolonillo} se encontró la mayor cantidad, con un total de 105 e ICTA Hunapú Precoz fue el que presento la menor cantidad con 64 adultos.

Figura 8. Total de larvas y adultos del picudo de la vaina encontrados durante la evaluación del nivel de daño en cada uno de los cuatro genotipos.



Fuente: Investigación 2015

4.3 Evaluación del rendimiento

El rendimiento se calculó en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, a través de la producción de granos de cada unidad experimental, Cuadro 10. Se realizó la comparación con parcelas de frijol que fueron controladas con insecticida (Deltametrin), a través de una prueba de t que se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 10. Rendimientos en $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ obtenidos de las parcelas evaluadas.

Tratamiento	Rendimiento ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Rendimiento ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Reducción de
	Sin Control Químico	Con control Químico	Rendimiento (%)
Bayo Azteca	393	1,206	67
ICTA Uatatlán	181	907	80
ICTA Texel ^{-Bolonillo}	222	1,009	78
ICTA Hunapú Precoz	675	2,466	73

Fuente: Investigación 2015

El Cuadro 10 muestra el potencial de rendimiento de cada uno de los cuatro genotipos evaluados. Aquí se puede observar que el genotipo que presentó mayor rendimiento con control químico fue ICTA Hunapú Precoz con $2,466 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y el que menos rendimiento fue ICTA Uatatlán con $907 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Sin aplicación de insecticida el genotipo que obtuvo el mayor rendimiento fue ICTA Hunapú Precoz con $675 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y nuevamente ICTA Uatatlán presentó el menor rendimiento de todos los con $181 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

En la comparación del rendimiento de estos genotipos con y sin químico, la línea Bayo Azteca, que fue proporcionado por el INIFAP de México por su resistencia al picudo de la vaina, fue la que presentó la menor reducción con un 67% y el que más se redujo también fue el genotipo ICTA Uatatlán con un 80%. Es fundamental mencionar que Bayo Azteca siempre mostro un mayor número de vainas por planta que pudo haber inferido en la obtención del rendimiento de esta variedad.

Cuadro 11. Prueba de t de los rendimientos con control y sin control Químico.

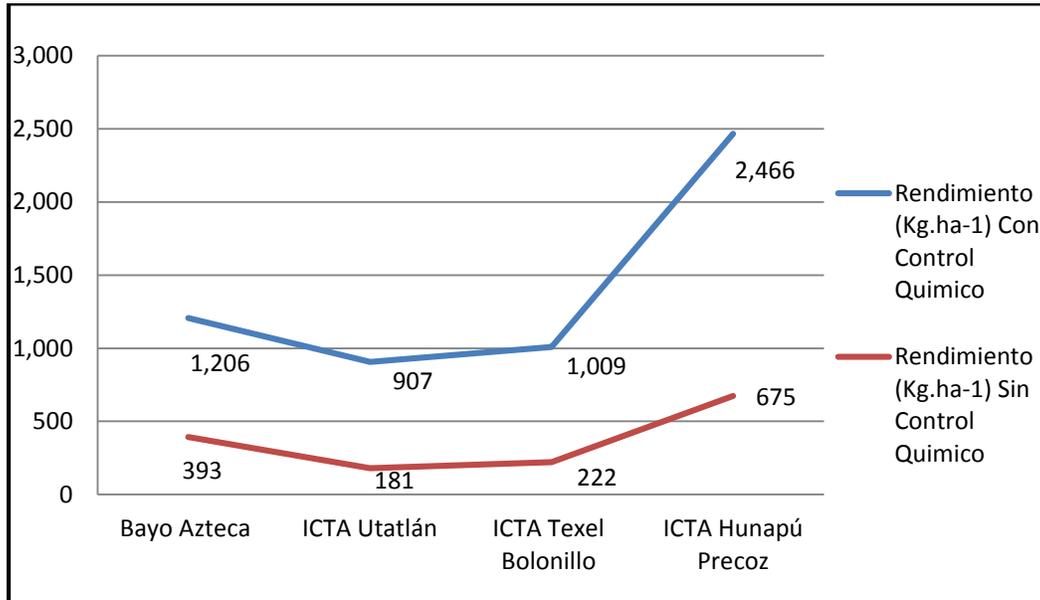
Tratamiento	Rendimiento (Kg.ha ⁻¹)	
	Con Control Químico	Sin Control Químico
Bayo Azteca	1,206	393
ICTA Uatlán	907	181
ICTA Texel ^{-Bolonillo}	1,009	222
ICTA Hunapú Precoz	2,466	675
Sumatoria	5,588	1,471
Media	1397	368
Varianza	523295	50386
	T calculada 2.715	T tabulada 2.447

Fuente: Investigación 2015

En el Cuadro 11 se confirma que las dos medias son estadísticamente diferentes, debido a que t calculada es mayor a t tabulada, lo que comprueba que el rendimiento de cada uno de los genotipos se ve severamente afectado si no se tiene un control químico, en este caso aplicación preventiva de insecticida para combatir el adulto del picudo de la vaina.

En la Figura 9 se observa nuevamente que el genotipo ICTA Hunapú Precoz, fue el que presento mayor rendimiento con control y sin control de la parcela, con 2,466 y 675 Kg.ha⁻¹ respectivamente. El genotipo que presento menor rendimiento con control y sin control fue ICTA Uatlán con 907 y 181 Kg.ha⁻¹ respectivamente.

Figura 9. Rendimientos en Kg.ha⁻¹ de los cuatro genotipos de frijol mediante Parcelas Apareadas.



Fuente: Investigación 2015

Cuadro 12. Componentes de rendimiento, de número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas.

Genotipos	No. Vainas por planta.	No. Granos por Vaina Sin Control	No. Granos por Vaina Con Control	Peso de 100 granos (gr)
Bayo Azteca	47	3	5	24
ICTA Uatlán	25	3	5	29
ICTA Texel ^{-Bolonillo}	37	4	6	33
ICTA Hunapú Precoz	14	4	7	25

Fuente: Investigación 2015

En el Cuadro 12 se muestran los componentes de rendimiento de los cuatro genotipos, se puede apreciar el número de vainas por planta del genotipo seleccionado en México como tolerante al picudo de la vaina, Bayo Azteca supero a ICTA Uatlán en un 47% a ICTA Texel ^{-Bolonillo} en un 21% y a ICTA Hunapú Precoz en un 70%.

Se realizó análisis estadístico a las variables granos por vaina sin control y granos por vaina con control, por medio de la prueba de t, la cual se puede observar en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Prueba de t de los granos por vaina.

Tratamiento	No. Granos por Vaina	
	Con Control	Sin Control
Bayo Azteca	5	3
ICTA Uatatlán	5	3
ICTA Texel ^{-Bolonillo}	6	4
ICTA Hunapú Precoz	7	4
Sumatoria	23	14
Media	5.75	3.5
Varianza	0.92	0.33
	t calculada 4.025	t tabulada 2.447

Fuente: Investigación 2015

En relación a la prueba de t de los granos por vaina con control y granos por vaina sin control observada en el Cuadro 13, se comprobó que existe diferencia entre las variables, debido a que la t calculada es mayor a la t tabulada. Esto indica que los genotipos que recibieron el control químico se vieron favorecidos, al obtener mayor cantidad de granos por vaina, a diferencia de los genotipos sin control químico que redujeron significativamente los granos producidos, lo que consecuentemente reduce su rendimiento.

Cuadro 14. Total de individuos encontrados en el muestro de vainas y la reducción del rendimiento de los cuatro genotipos.

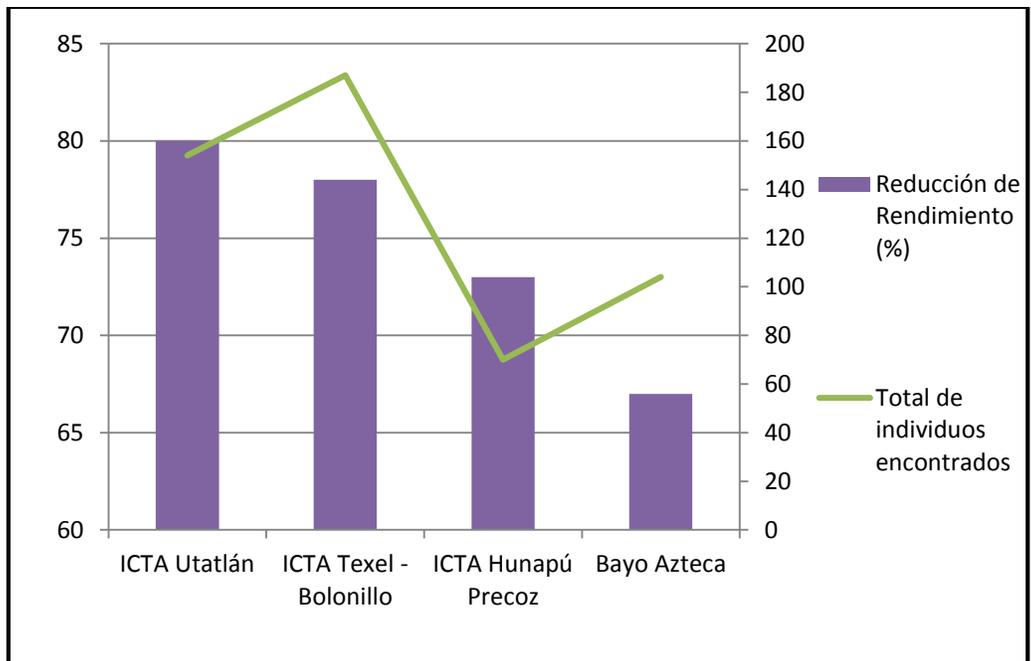
Genotipo	Larvas	Adultos	Total	Reducción de
				Rendimiento (%)
ICTA Uatatlán	79	75	154	80
ICTA Texel ^{-Bolonillo}	82	105	187	78
ICTA Hunapú Precoz	6	64	70	73
Bayo Azteca	11	93	104	67

Fuente: Investigación 2015

En el Cuadro 14 se observa que ICTA Texel ^{-Bolonillo} presentó mayor cantidad de insectos con 187 individuos, en cuanto a reducción de rendimiento presentó el 78 %, el genotipo ICTA Uatlán manifestó un total de insectos de 154, referente a la reducción de rendimiento presenta un 80 %, en el caso de ICTA Hunapú Precoz se obtuvo un total de 70 individuos y un 73 % de reducción del rendimiento, por último se detalla el genotipo Bayo Azteca, con un total de 104 insectos y un 67 % de reducción en su rendimiento.

En la Figura 10 se puede apreciar que los genotipos volubles alcanzaron mayor reducción en su rendimiento, principalmente ICTA Uatlán donde la precocidad fue un factor influyente para la migración temprana del insecto, donde consiguió realizar mayor daño y el genotipo con menor reducción en su rendimiento fue Bayo Azteca, aunque obtuvo una cantidad considerable del total de insectos, se observó que por tener buen potencial de rendimiento fue perjudicado en menor cantidad.

Figura 10. Total de individuos del picudo de la vaina de los cuatro genotipos de frijol y su efecto sobre el rendimiento.



Fuente: Investigación 2015

Cuadro 15. Fecha de siembra, días a floración y cosecha de cada uno de los genotipos de frijol.

Genotipo	Fecha de siembra	Floración (Días)	Cosecha (Días)
ICTA Uatatlán	6 abril	80	154
ICTA Texel ^{-Bolonillo}	6 abril	102	191
ICTA Hunapú Precoz	15 junio	57	130
Bayo Azteca	15 junio	60	130

Fuente: Investigación 2015

El Cuadro 15 da a conocer las fechas en las que se sembró cada uno de los genotipos, iniciando el 6 de abril con ICTA Uatatlán e ICTA Texel ^{-Bolonillo}, posteriormente se sembró el 15 de junio ICTA Hunapú Precoz y Bayo Azteca, los días a floración se encuentran en un rango de 57 a 102 y la cosecha se presenta desde 130 a 191 días.

Cuadro 16. Escala de tiempo de cada uno de los genotipos de frijol.

Genotipo		2015																																	
		Abril					Mayo					Junio					Julio					Agosto					Sep.					Octubre			
Actividad		Siembra Voluble					Floración y Siembra Arbustivo					Floración					Floración					Cosecha					Cosecha								
Semana		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	
ICTA Uatatlán			■												■																				
ICTA Texel ^{-Bolonillo}			■																	■															
ICTA Hunapú Precoz															■																				
Bayo Azteca															■																				

Fuente: Investigación 2015

En lo referente a la línea de tiempo del cultivo de frijol en el campo desde su siembra hasta la cosecha, entre los frijoles volubles que fueron sembrados en marzo y los arbustivos en junio, según las fechas recomendadas por el programa de frijol del ICTA “Labor Ovalle”, se pudo identificar que los frijoles volubles. Estuvieron expuestos a un mayor ataque producto de su largo periodo en el campo y lo espaciado de la floración. También se puede hacer resaltar a el genotipo ICTA Uatatlán voluble, que por su precocidad manifestó su floración a los 80 DDS, Mostrando con esto mayor vulnerabilidad al ataque.

5. CONCLUSIONES

1. 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.
2. En relación a la dinámica poblacional, se pudo identificar que los genotipos arbustivos no presentaron poblaciones de adultos, por lo que se realizó la prueba de t únicamente en los genotipos volubles, en los cuales no se observó ninguna diferencia estadística significativa por lo que se rechaza la Hipótesis Alternativa dos planteada.
3. Referente al efecto de población y nivel de daño del picudo de la vaina, sobre el rendimiento, existió diferencia estadística significativa entre las parcelas con control y sin control químico, siendo el genotipo ICTA Hunapú Precoz arbustivo el genotipo que obtuvo el mayor rendimiento con control químico e ICTA Uatlán voluble el de menor rendimiento. En la parcela sin control químico el de mayor rendimiento fue el genotipo ICTA Hunapú Precoz arbustivo y el de menor rendimiento fue ICTA Uatlán voluble, por lo que se acepta la Hipótesis Alternativa tres planteada.

6. RECOMENDACIONES

- Ejecutar un adecuado manejo integrado de plagas, realizando oportunas aplicaciones de insecticida, que permitan reducir el porcentaje de daño y consecuentemente las pérdidas económicas causadas por este insecto, tomando en cuenta que la presencia de la plaga inicia al momento que el cultivo entra en etapa de floración.
- Al desarrollar nuevas evaluaciones para determinar la dinámica población del picudo de la vaina, se debe realizar de forma manual el conteo de adultos en las parcelas, ya que la metodología de mantas blancas y 50 roses empleada dificulta la obtención de los insectos.
- Al Implementar investigaciones sobre el picudo de la vaina es necesario, sincronizar el ciclo de cada uno de los genotipos a utilizar, con el fin de que inicien la etapa de floración al mismo tiempo.
- Continuar con el estudio de esta plaga enfocándose en encontrar enemigos naturales y hospederos alternos.
- Establecer un programa de mejoramiento genético con cruzamientos y selecciones para obtener genotipos de frijol con mayores niveles de resistencia, que pueda hacerle frente a este problema biótico de una forma más estable y económica.
- Buscar otras fuentes genéticas de resistencia al picudo de la vaina para realizar cruzamientos dialélicos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ALDANA, F. 12 de marzo de 2015. Frijol voluble en el altiplano (Entrevista). Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT 1987. El picudo de la vaina del frijol y su control. Cali, Colombia.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT 2006. Viva bien, coma frijol. Un rico alimento y un componente de la dieta para ayudar a prevenir enfermedades mortales. Consultado el 28 de abril de 2015. Disponible en: http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_ciat/folleto_viva-bien.pdf
- DE PAZ, R. 2009. Diseño y Análisis de Experimentos Agrícolas, 2da edición. Quetzaltenango, Guatemala.
- GARZA GR., JACINTO HC.; GARZA GD. 2010. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 1 (5), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México.
- INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. (INSIVUMEH). 2016. Datos de Temperatura, Precipitación pluvial y % de Humedad del año 2015. “Labor Ovalle” Quetzaltenango.
- LOPEZ COLLADO, J. Y VERA GRAZIANO, J. 1987. Disposición espacial, evaluación de daño y dinámica poblacional del picudo del ejote *Apion godmani* en el cultivo del frijol *Phaseolus vulgaris* L. Universidad de Chapingo, México.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN (MAGA). 2005. Atlas temático de la república de Guatemala. Serie de Recursos Naturales, Sociales, Productivos, Amenazas y Vulnerabilidad. Actualización 2005. Guatemala. 62 pp.
- MONZÓN, F. 1991. Revisión bibliográfica sobre *Apion* sp. Análisis de resultados (tesis). Universidad Rafael Landívar. Guatemala, Guatemala. 23 pp.

MOSCOSO, J. 2014. Caracterización morfológica de tres accesiones de frijol voluble en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Quetzaltenango, Guatemala.

PRENSA LIBRE. 2015. Segunda canícula provocara sequía. Lectura complementaria. Consultado el 28 de junio de 2016. Disponible en: <http://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/segunda-canicula-provocara-sequia>

PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMERICANO PARA EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS ALIMENTICIOS (PCCMCA). 1972. Leguminosas de Grano: XVIII reunión anual. (en línea). Managua, Nicaragua: consultado el 26 de abril de 2015. Disponible en: <https://books.google.com.gt>

RAMÍREZ, J. D. 1992. El Cultivo del Ejote Francés. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Proyecto de Desarrollo Agrícola, USAID– Guatemala.

SALGUERO, N. V. 1985. El picudo de la vaina (*Apion godmani* Wagner), y su control. ICTA, Guatemala. 26 pp.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 2005. Dinámica poblacional: lectura complementaria. Consultado el 10 de marzo de 2015. Disponible en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2005840/lecciones/cap04/Lec4_2.htm

8. ANEXOS

Figura 11. Adulto del picudo de la vaina de frijol en campo.



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 12. Área utilizada en la investigación



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 13. Escala de evaluación del daño de picudo



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 14. Vainas dañadas por el picudo de la vaina.



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 15. Granos dañados por las larvas del picudo de la vaina.



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 16. Conteo de adultos del picudo de la vaina en campo



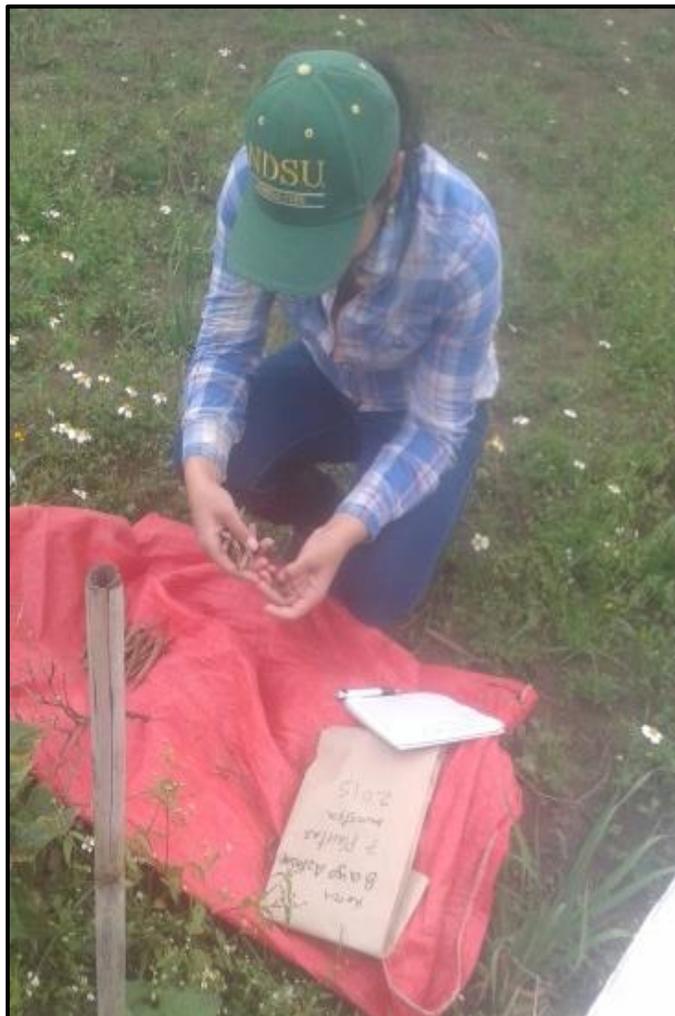
Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 17. Muestreo de adultos en el genotipo Bayo Azteca



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 18. Conteo de vainas por planta



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 19. Cosecha de los genotipos de frijol voluble



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 20. Aporreo de las parcelas de frijol evaluadas



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 21. Peso de rendimiento y componentes de rendimiento.



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

Figura 22. Adulto del picudo de la vaina en laboratorio.



Fuente: K.A.A., Labor Ovalle 2015.

