



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: EVALUACIÓN DE DOS BIOPESTICIDAS Y DOS  
INSECTICIDAS DE SÍNTESIS PARA EL CONTROL DE *Melanagromyza  
obtusa* MALLOCH EN GANDUL (*Cajanus cajan* D.C.) EN EL CHOTA –  
ECUADOR**

**AUTOR: MARQUÍNEZ MARCILLO, SERGIO RAÚL**

**DIRECTOR: *Ing.* TIGRERO SALAS, JUAN OSWALDO**

**SANGOLQUÍ**

**2018**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación *“EVALUACIÓN DE DOS BIOPESTICIDAS Y DOS INSECTICIDAS DE SÍNTESIS PARA EL CONTROL DE Melanagromyza obtusa MALLOCC EN GANDUL (Cajanus cajan D.C.) EN EL CHOTA – ECUADOR”*, fue realizado por el señor *Marquínez Marcillo, Sergio Raúl*, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

**Sangolquí, 15 de marzo de 2018**

**Ing. Figrero Salas, Juan Oswaldo**

**C.C. 1703750404**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, *Marquínez Marcillo, Sergio Raúl*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *Evaluación de dos biopesticidas y dos insecticidas de síntesis para el control de Melanagromyza obtusa Malloch en Gandul (Cajanus cajan D.C.) en el Chota-Ecuador*, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 15 marzo de 2018



Marquínez Marcillo, Sergio Raúl

C.C. 1713547832



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

*Yo; Marquínez Marcillo, Sergio Raúl, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, publicar el trabajo de titulación: Evaluación de dos biopesticidas y dos insecticidas de síntesis para el control de Melanagromyza obtusa Malloch en Gandul (Cajanus cajan D.C.) en el Chota-Ecuador, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.*

**Sangolquí, 15 de marzo de 2018**

**Marquínez Marcillo, Sergio Raúl**

**C.C. 1713547832**

## DEDICATORIA

A Dios, por permitirme habitar este mundo y, en él, obrar bien y conforme a su voluntad. Por darme salud, paciencia y sobre todo sabiduría para enfrentar y superar las barreras que se presentaron durante la carrera y permitirme la culminación de la misma.

A mi familia, especialmente a mis padres, Sergio Genaro por confiar siempre en su primogénito y guiarlo por el camino del bien; a mi madre, Andrea Benedicta quien, desde el momento de mi nacimiento, me brindó el amor infinito y cariño que una madre puede darle a su hijo y, que a lo largo de la vida ha sido un ejemplo de lucha, perseverancia y coraje para enfrentar los problemas e inconvenientes que se han suscitado en la vida; a mis hermanos, Rafael, Andrea y Luis, por su compañía, apoyo y comprensión; a mi abuelita Rosa Isabel y mi tía abuela Edita Evergita, quienes con su orientación y motivación lograron formar a una persona correcta.

A mi madrina, Elvia Cisneros y su esposo Marco Silva, por brindarme, en los momentos más duros de mi carrera, el apoyo incondicional y empuje necesario para seguir adelante.

A mi novia, Jeanneth Cifuentes, la persona que logró con su amor, cariño y determinación, encausarme nuevamente en el proyecto de culminación de mi carrera.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por permitirme ser su alumno e inculcar en mí, cada uno de los conocimientos necesarios para lograr desenvolverme como un buen profesional y llevar, con mucho orgullo, su nombre en las actividades diarias que a futuro realizaré.

A mis maestros, en especial al Ing. Juan Tigero por brindarme la oportunidad de trabajar en un proyecto de suma importancia para el Agro Ecuatoriano, su apoyo, comprensión y, sobre todo, sus conocimientos y valiosa guía fueron preponderantes para la realización de esta investigación, un gran maestro, excelente profesional y grandioso ser humano.

A todos los amigos, compañeros y personas que a través de los años formaron parte de mi vida universitaria, sin su colaboración, ayuda y fraterno cariño, la difícil tarea de impartir y compartir las aulas no hubiera sido llevadera.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### CARÁTULA

CERTIFICADO DEL DIRECTOR.....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Planteamiento del problema.....	2
1.3	Formulación del problema .....	3
1.4	Justificación del problema .....	4
1.5	Importancia .....	4
1.6	Objetivos .....	5
1.6.1	Objetivo general.....	5
1.6.2	Objetivos específicos .....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes investigativos .....	6
2.2	Fundamentación teórica .....	6
2.2.1	Antecedentes de la investigación .....	6
2.3	Fundamentación conceptual.....	7
2.3.1	El cultivo de Guandul ( <i>Cajanus cajan</i> DC.).....	7
2.3.1.1	Origen.....	7
2.3.1.2	Clasificación Taxonómica.....	8
2.3.1.3	Descripción Botánica .....	8
2.3.1.4	Potencialidades y Usos del Guandul.....	8
2.3.1.5	Clima y Suelos .....	9
2.3.1.6	Plagas Importantes en el cultivo del Gandul.....	10
2.3.2	Características de la plaga <i>Melanagromyza obtusa</i> (DIP: Agromyzidae) .....	12
2.3.2.1	Ciclo de Vida de la plaga .....	12
2.3.3	Estrategias de Control de la Mosca Asiática.....	13
2.3.3.1	Control Químico .....	13
2.3.3.2	Control con Entomopatógenos.....	15
2.3.4	Hipótesis.....	16

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de la investigación .....	17
3.1.1	Ubicación Política.....	17



3.1.2	Ubicación Geográfica .....	17
3.1.3	Ubicación Ecológica .....	17
3.2	Materiales.....	18
3.2.1	Selección del Cultivar .....	18
3.2.2	Identificación de la plaga a controlar .....	19
3.2.3	Materiales de Campo .....	19
3.3	Métodos.....	20
3.3.1	Manejo del Experimento .....	20
3.3.1.1	Biopesticidas .....	20
3.3.1.2	Insecticidas.....	21
3.3.1.3	Número e intervalo entre aplicaciones.....	22
3.3.2	Diseño experimental .....	22
3.3.2.1	Factores evaluados .....	22
3.3.2.2	Tratamientos.....	23
3.3.2.3	Tipo de diseño .....	23
3.3.2.4	Características de la unidad experimental.....	23
3.3.2.5	VARIABLES ANALIZADAS.....	24

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Análisis de los resultados .....	26
4.2	Discusión de los resultados .....	30
4.3	Comprobación de la hipótesis .....	32

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones .....	33
5.2	Recomendaciones.....	33
5.3	Bibliografía .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Productos utilizados para el control de Melanagromyza obtusa “Malloch”</i> .....	22
<b>Tabla 2</b>	<i>Tratamientos evaluados</i> .....	23
<b>Tabla 3</b>	<i>Prueba de hipótesis secuenciales para analizar el efecto de los tratamientos y número de evaluación en la variable dependiente número de larvas vivas/vaina</i> .....	26
<b>Tabla 4</b>	<i>Medias ajustadas y errores estándares para número de evaluación en la variable dependiente número de larvas vivas/ vaina</i> .....	26
<b>Tabla 5</b>	<i>Medias ajustadas y errores estándares para tratamientos, en la variable dependiente de Número de larvas vivas/ vaina</i> .....	27
<b>Tabla 6</b>	<i>Prueba de hipótesis secuenciales para analizar el efecto de los tratamientos y número de evaluación en la variable dependiente número de larvas muertas/ vaina.</i> .	27
<b>Tabla 7</b>	<i>Medias ajustadas y errores estándares para número de evaluación en la variable dependiente, número de larvas muertas/ vaina.</i> .....	28
<b>Tabla 8</b>	<i>Medias ajustadas y errores estándares para tratamientos, en la variable dependiente número de larvas muertas/ vaina.</i> .....	28
<b>Tabla 9</b>	<i>Medias ajustadas y errores estándares para la interacción del número de evaluación y tratamientos, en la variable dependiente número de larvas muertas/ vaina.</i> .....	29

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b><i>Figura 1</i></b> Cultivo de ( <i>Cajanus cajan</i> DC.) Guandul .....	18
<b><i>Figura 2</i></b> Adulto de <i>Melanagromyza obtusa</i> Malloch .....	19
<b><i>Figura 3</i></b> Recolección de muestras.....	24
<b><i>Figura 4</i></b> Presencia o ausencia de larvas vivas o muertas por vaina.....	25

## RESUMEN

El fréjol de palo “Guandul”, es una leguminosa cuyo cultivo es importante en áreas semiáridas, tropicales y subtropicales alrededor del mundo. El cultivo en el Ecuador se encuentra distribuido en la zona Litoral, así como en el Valle del Chota y la región interandina. Es una fuente de alimento importante para los agricultores ya que posee un contenido proteico del 25%. Debido a un inadecuado sistema de vigilancia fitosanitaria, trajo como consecuencia la introducción de *Melanagromyza obtusa* Malloch al Ecuador, una de las plagas de mayor importancia en el cultivo del guandul, ocasionando pérdidas de granos de hasta un 87%. Por lo que fue necesario implementar un mecanismo para el control de la plaga. Se aplicaron 7 tratamientos para evaluar dos biopesticidas y dos insecticidas de síntesis para el control de *Melanagromyza obtusa* Malloch en el cultivo del (*Cajanus cajan* D.C.) guandul, Se realizaron 5 evaluaciones, la primera sin aplicación de insecticidas, luego a los 5 y 10 días de la primera y segunda aplicación de insecticidas de síntesis y biopesticidas. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con 4 repeticiones. Concluyendo que hubo efectos altamente significativos tanto para tratamiento como para el número de evaluación, donde los insecticidas de síntesis Thiamethoxan (Actara WG25) 0.25 g/l, o Imidacloprid (Confidor) 0.45 cc/l. causaron mayor efecto en el control de la plaga, seguido de los biopesticidas con un control entre 50 y 60% a partir de los diez días de la primera aplicación.

### PALABRAS CLAVE:

- *Cajanus cajan* DC
- *Melanagromyza obtusa* MALLOCH
- *Bauveria basiana*
- BIOPESTICIDAS
- INSECTICIDAS DE SÍNTESIS

## ABSTRACT

The Guandul is a legume whose cultivation is important in semi-arid, tropical and subtropical areas around the world. The crop in Ecuador is distributed in the Litoral zone, as well as in the Chota Valley and the inter-Andean region. It is an important food source for farmers since it has a protein content of 25%. Due to an inadequate phytosanitary surveillance system, it resulted in the introduction of *Melanagromyza obtusa* Malloch. to Ecuador, one of the most important pests in the pigeon pea crop, causing grain losses of up to 87%. Therefore, it became necessary to implement a mechanism to control the pest. Seven treatments were applied to evaluate two biopesticides and two synthetic insecticides for the control of *Melanagromyza obtusa* Malloch in the cultivation of pigeon pea (*Cajanus cajan* DC). Five evaluations were carried out, the first one without application of insecticides, then after 5 and 10 days of the first and second application of synthetic insecticides and biopesticides. For the statistical analysis, a completely random block design was used, with 4 repetitions. Concluding that there were highly significant effects both for treatment and for the number of evaluation, where the synthetic insecticides Thiamethoxan (Actara WG25) 0.25 g / l, or Imidacloprid (Confidor) 0.45 cc / l. They caused a greater effect in the control of the pest, followed by the biopesticides with a control between 50 and 60% from ten days on the first application.

## KEYWORDS:

- *Cajanus cajan* DC
- *Melanagromyza obtusa* MALLOCH
- *Bauveria basiana*
- BIOPESTICIDES
- SYNTHETIC INSECTICIDES.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

El guandul (*Cajanus cajan* DC.) es una leguminosa importante en zonas semiáridas tropicales y subtropicales del mundo. Se cultiva en Asia, África, Latinoamérica y el Caribe. El país con la mayor superficie cultivada es India, aproximadamente 3.5 millones de hectáreas con una producción total de 2.72 millones de toneladas. Los países del Caribe y Latinoamérica poseen considerables áreas dedicadas al cultivo del guandul (Mandal, Prabhakar, & Roy, 2009).

El guandul ocupa un importante lugar en la agricultura de secano. A nivel mundial, se cultiva en 4.92 millones de hectáreas, y de esto 3.58 millones de hectáreas, 72.7 % del cultivo mundial corresponden a India. El guandul es cultivado en 22 países, pero se cultiva en grandes superficies sólo en unos pocos, como en: Asia, Myanmar (560.000 ha), China (150 000 ha) y Nepal (20.000 ha) que son otros de los principales países que cultivan el guandul además de India (Saxena, y otros, 2010).

En el continente africano, Kenia, Malawi, Uganda, Mozambique y Tanzania producen cantidades considerables de guandul. Las islas del Caribe y algunos países de América del Sur también tienen áreas razonables bajo este cultivo. En la India, los granos de guandul se cocinan en forma de sopa picante, localmente llamado “dal”, que se come con pan y arroz, mientras que en África meridional y oriental y el sur de América las semillas de guandul se utilizan como verduras. Los restos de semillas rotas y las paredes de la vaina del guandul sirven para alimentar

al ganado; mientras que sus tallos de madera secos generan un importante combustible doméstico (Saxena, y otros, 2010).

El cultivo de gandul, guandul o frejol de palo (*Cajanus cajan* DC.) se encuentra distribuido en la zona Litoral, así como en el Valle del Chota, en la región Interandina del Ecuador. La producción de esta leguminosa se efectúa en parcelas pequeñas y es utilizada para el consumo y la venta local. Debido a que en las dos últimas décadas, el guandul se ha convertido en un alimento de mucha importancia para los pobladores afro ecuatorianos de este valle (Saavedra, Tigrero, Ron, & Lenin, 2014).

En países como Kenia, Malawi, Tanzania, Uganda, los insectos plaga causan graves daños y pérdidas al cultivo de guandul. Los insectos chupadores de la vaina pertenecientes al orden Heteróptera y a las familias Aleyrodidae, Coreidae y Pentatomidae, están involucrados con pérdidas del 50% y 75% en Tanzania y Malawi, respectivamente. En estos dos países (Tanzania y Malawi), insectos del orden Lepidóptera y Díptera, que también atacan las vainas, han provocado pérdidas de 35% y 46%, respectivamente. (Madang, Bonaventure, & Jerry, 2012) indican que los insectos plaga provocan un considerable daño a la semilla de aproximadamente 14% a 16% en regiones húmedas de Kenia.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En el Ecuador *Melanagromyza obtusa* “Malloch” es una plaga recientemente introducida, por este motivo y al ser una plaga en un nuevo hábitat, sus poblaciones son muy elevadas causando serios daños a los cultivos de los que se alimenta (Saavedra, Tigrero, Ron, & Lenin, 2014). En el Valle del Chota, se determinó que el 23% de las semillas fueron destruidas por esta plaga. En otras latitudes se ha estimado que los barrenadores de vainas causan una pérdida del 60 al 90 por



ciento en el rendimiento de grano del gandul en condiciones favorables, *Helicoverpa armigera* y *M. obtusa* causan un daño económico considerable que conduce a niveles de rendimiento muy bajos de 500 a 800 kg ha<sup>-1</sup> en comparación con el rendimiento potencial de 1800 a 2000 kg ha<sup>-1</sup>. (Jitendra, Ram, Snehel, & Vijay, 2017). Además se ha reportado que en República Dominicana se encuentra afectando a *Rhynchosia minima* (frijolito) y *Flemingia macrophylla* (flemingia); y lo más importante es que se encuentra presente en *Phaseolus vulgaris*, Cedano citado por (Saavedra, Tigrero, Ron, & Lenin, 2014), en el Valle del Chota únicamente ataca al guandul (*Cajanus cajan* DC.), pero debido a su gran capacidad de adaptación, podría en un futuro también atacar al fréjol (*P. vulgaris*) que es un cultivo importante en esta zona del país, lo que ocasionaría mayores pérdidas económicas (Saavedra, Tigrero, Ron, & Lenin, 2014).

### 1.3 Formulación del problema

Un inadecuado sistema de vigilancia fitosanitaria trae como consecuencia la introducción de plagas, muchas de las cuales tienen importancia cuarentenaria como es el caso de *Melanagromyza obtusa* Malloch, que es una especie cuarentenaria para Estados Unidos (Korytkowsky, 2014). Debido al aumento de poblaciones *Melanagromyza obtusa* Malloch, en nuestro país, ha causado una considerable disminución de rendimiento de granos verdes, siendo este el producto comercializado (Saavedra, Tigrero, Ron, & Lenin, 2014). Por lo que se hace necesario implementar un plan de manejo para el control de la plaga, siendo este inexistente en el país ya que no hay información bibliográfica relevante para atacar el problema, por tal motivo se realizó un estudio para evaluar la eficiencia de pesticidas sintéticos y biopesticidas, en el control de *Melanagromyza obtusa* Malloch en el Guandul.

#### **1.4 Justificación del problema**

Lo anterior expuesto justificó la necesidad de utilizar un mecanismo para el control de *Melanagromyza obtusa* Malloch en el guandul, que es una leguminosa arbórea fuente de proteínica en países tropicales. Los granos verdes y las vainas son utilizados como ingredientes principales en muchos platos alrededor del mundo, debido a que el guandul posee gran capacidad de adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas, y su importancia por su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, que se traduce en altos rendimiento en grano y producción de biomasa (Martínez, Leonte, Castellano, & Higuera, 2003).

El guandul es una fuente de alimento importante para los agricultores del Valle del Chota ya que posee un contenido proteico del 25% Cedano, 2006 citado por (Saavedra, Tigrero, Ron, & Lenin, 2014).

#### **1.5 Importancia**

El Guandul, es una leguminosa cuyo cultivo es importante en áreas semiáridas, tropicales y subtropicales alrededor del mundo. En Asia, donde se encuentra aproximadamente el 90% de la producción mundial, el guandul es el tercer cultivo más importante. Se siembra en más de 33 países como Kenya, Malawi, Uganda, Tanzania y Nigeria, los cuales poseen las más extensas áreas bajo producción. Los países que se dedican a la producción del guandul en el continente americano son República Dominicana, Venezuela, Ecuador, Puerto Rico y Haití (Khanapara & Kapadia, 2011).

En Asia, el guandul tiene una superficie cultivada de 4.33 millones de hectáreas, con una producción de 3.8 millones de toneladas. India tiene la mayor área (3.8 millones de hectáreas), seguido por Myanmar (580000 ha), China (150000 ha) y Nepal (21360 ha). Entre 1976 al 2009,

el guandul ha tenido un incremento del área cultivada del 57% y un incremento del 78% en producción (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 2012).

En África oriental y meridional, el guandul se cultiva en 0,82 millones de ha, es un cultivo importante en Mozambique, Tanzania, Kenia y Uganda. Entre 1976 y 2009, el área del guandul aumentó 2,5 veces (0,23 a 0,82 millones de ha) y la producción en 3 veces más (0,13 a 0,53 millones de toneladas). La cosecha se utiliza para el consumo interno y la exportación (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 2012).

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Evaluar dos biopesticidas y dos insecticidas de síntesis para el control de *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en el cultivo del (*Cajanus cajan* D.C.) Frejol de palo “guandul” en el Chota – Ecuador.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la eficiencia de biopesticidas en base a dos cepas de *Beauveria bassiana*, para el control de las *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en el cultivo de guandul.
- Evaluar la eficiencia de dos insecticidas sintéticos, (Imidacloprid y Thiamethoxan) para el control de *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en el cultivo de Frejol de palo “guandul”.
- Comparar la eficiencia de los biopesticidas y los insecticidas sintéticos en el control de *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en el cultivo de Frejol de palo “guandul”.
- Determinar cuál es el Tratamiento más eficiente en el control de *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en el cultivo de Frejol de palo “guandul”.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes investigativos

El daño de *Melanagromyza obtusa* “Malloch”, en el guandul lo hace la larva al alimentarse de los granos tiernos en la vaina. Las larvas jóvenes minan el grano, luego emergen cuando el grano está desarrollado; donde la larva madura raspa el grano. Este daño deja inservible el grano, tanto para el consumo como para semilla; los granos dañados suelen ser invadidos por hongos. La infestación de los granos ha alcanzado hasta el 87 % en la India, 88-99 % en Vietnam y 70 % en Puerto Rico (Abreu, Armstrong, Gonzalez, Bosques, & Acevedo, 2003).

#### 2.2 Fundamentación teórica

##### 2.2.1 Antecedentes de la investigación

En el año 2014 la Ingeniera Amanda Saavedra, evaluó los daños del barrenador de la semilla del guandul, y se identificó al agente causal. Se llevó a cabo en cuatro sitios del Valle del Chota: San Alfonso, Carpuela, Carpuelita y Bermejál; Para determinar la incidencia y severidad, se realizaron cuatro muestreos, con un intervalo de 21 días; y luego, en el laboratorio, se revisaron las vainas y se contaron los granos sanos y afectados. Para la identificación, se enviaron los especímenes adultos al Dr. Cheslavo Korytkowski, en la Universidad de Panamá. El sitio San Alfonso registró la máxima incidencia y severidad de 88,2% y 60,2%, respectivamente; y el sitio Bermejál registró la mínima incidencia y severidad de 18,1% y 24%, respectivamente. El agente causal Identificado corresponde a *Melanagromyza obtusa* Malloch (DIP: Agromyzidae).

En Puerto Rico el daño que causa *M. Obtusa*, se estimó en la estación experimental Agrícola de Isabela el 11 de noviembre de 1999 en 200 vainas del guandul cv. Kaki, Seleccionadas al Azar.

El 60% de las vainas inspeccionadas estuvieron afectadas por *M. Obtusa*, y el 45% de los granos estaban dañados y no mercadeables (Abreu, Arstromg, Gonzalez, Bosques, & Acevedo, 2003).

En República Dominicana, debido a la usencia de enemigos naturales efectivos, para controlar la mosca asiática del gandul *Melanagromyza obtusa* Malloch (DIP: Agromyzidae). Se sugirió la realización de un programa de control biológico, clásico con parasitoides provenientes de la India y Australia. Del 2002 al 2004 se instalaron 3 experimentos, para evaluar la eficiencia de insecticidas convencionales, biológicos y misceláneos en el control de las larvas minadoras de la MAG. Resultando que los tratamientos con insecticidas sistémicos redujeron el nivel del daño. (Segura, Cedano, Arias, Goduy de Lutz, & Serra, 2005).

## **2.3 Fundamentación conceptual**

### **2.3.1 El cultivo de Guandul (*Cajanus cajan* DC.)**

#### **2.3.1.1 Origen**

El lugar preciso de origen es sujeto a muchas especulaciones, pero se presume que procede de la India. También se la registra en África Occidental, la cual se considera como el segundo centro de domesticación Van der Maesen, citado por (Núñez, 2010).

A principios del siglo XVIII el cultivo de gandul se establece en China e India Oriental de donde posteriormente se dispersa hacia las islas del Pacífico. Es transportado a través de los esclavos de África hacia las Bermudas, Indias Occidentales, Guineas y Brasil Morton *et al.* 1982, citado por (Núñez, 2010).

En el año 2014 durante la investigación de (Saavedra, Tigrero, Ron, & Lenin, 2014), el Dr. Cheslavo Korytkowski, investigador de la Universidad de Panamá, resalto que *Melanagromyza obtusa* Malloch, es originaria del Japón.

### **2.3.1.2 Clasificación Taxonómica**

Según (Francis, 2003) el guandul pertenece al Orden Fabales; Familia Fabaceae; cuyo nombre científico es *Cajanus cajan* DC.

En muchos países se le conoce como: guandul, gandul, frejol de palo, pigeonpea, red gram, tuwer, entre otros (Raintree, 2018).

### **2.3.1.3 Descripción Botánica**

Es un arbusto anual o perenne que puede llegar a alcanzar 3 a 5 m de altura. Hojas trifoliadas, con el haz de color verde oscuro y el envés de color verde claro cubierto por una pubescencia blanuzca y fina. Las flores se presentan en racimos, con flores de color amarillo con manchas rojizas o con combinaciones amarillo y púrpura. El sistema radicular está compuesto de una raíz pivotante y de raíces laterales que pueden llegar hasta 3 metros de profundidad (Núñez, 2010).

Las vainas son indehiscentes, en estado inmaduro con un color verde con manchas marrón-púrpura y al madurar se tornan en verde amarillento, las vainas tienden a ser oblongas de 8 cm de largo y 1,4 cm de ancho Van der Maesen, citado por (Núñez, 2010).

Las vainas pueden albergar de 2 a 9 granos que son redondos con un diámetro de 4 a 8 mm. Cuando el grano está inmaduro es verde y cuando madura puede ser amarillo, blanco o gris aunque hay variedades donde los granos son de colores púrpura, negro y rosa, Morton *et al.* 1982, citado por (Núñez, 2010).

### **2.3.1.4 Potencialidades y Usos del Guandul**

El guandul debido a su sistema radicular pivotante se puede utilizar como barrera viva para detener la erosión en lugares con pendientes pronunciadas como valles y quebradas, como cultivo

de sombra en los almácigos o viveros y como cortina rompevientos Ramírez, citado por (Núñez, 2010).

Según (Martínez, Leonte, Castellano, & Higuera, 2003), la abundante producción de follaje del guandul que se desprende en un 50% al comenzar la floración, origina un colchón de materia orgánica que puede alcanzar una tonelada por hectárea, contribuyendo de esta manera a conservar la humedad del suelo, protegiéndolo de agentes erosivos, regulando su temperatura, por lo que le convierte en un cultivo conservacionista y altamente ecológico. Además ha sido utilizado en la recuperación de suelos ácidos, también en la asociación con cereales (maíz y sorgo).

Las semillas se utilizan en la alimentación humana. Se consume como grano tierno (arveja) y grano seco, tienen un alto contenido de lisina y metionina. El contenido de proteína es del 18 al 25%. Se preparan sopas, papillas y harina. Las vainas y semillas sin madurar se usan para la preparación de ensaladas y conservas (Núñez, 2010).

Su consumo es muy difundido en países como Puerto Rico, República Dominicana, Nicaragua, Venezuela, en los cuales se utiliza la industria de congelado y enlatado para la conservación y comercialización del guandul (Núñez, 2010).

Algunos autores indican que en el estado de Paraná (Brasil), el guandul es una de las especies que posee mayor potencial para la alimentación de cerdos y aves en propiedades de autoconsumo (Morel & Piccolo, 2002).

#### **2.3.1.5 Clima y Suelos**

Es una leguminosa muy resistente a la sequía aunque necesita buena humedad durante los dos primeros meses, se adapta bien tanto en zonas con altas temperaturas y climas secos como en zonas con condiciones ecológicas sub-húmedas Binder, citado por (Núñez, 2010).

El guandul crece bien en temperaturas de entre 18 y 29 °C. Es una de las leguminosas más tolerantes a la sequía, pero no tolera las heladas. Prefiere precipitaciones óptimas que oscilan entre los 400 y 750 mm por año (Departamento de Agricultura, Silvicultura y Pesca República de Suráfrica, 2009).

Sobrevive hasta en los suelos más pobres, y con poco contenido de fósforo; pH 4.5-8.4 (óptimo 5.0-7.0); textura franco-arenoso a arcillosa, algunas variedades son tolerantes a la salinidad, produce bien en suelos drenados, de topografía ondulada, debido a que su crecimiento es deficiente en suelos anegados Monegat, citado por (Núñez, 2010).

Los suelos húmedos son inadecuados, pero el cultivo tolera cierto grado de alcalinidad y salinidad, como el que se encuentra a menudo en las regiones poco lluviosas. Entre las leguminosas alimenticias de grano, el guandul parece que tiene mayor capacidad que las demás especies, para satisfacer sus necesidades de minerales en suelos menos fértiles (Instituto Colombiano Agropecuario, 1978).

#### **2.3.1.6 Plagas Importantes en el cultivo del Gandul**

Se ha descubierto que más de 250 especies de insectos pertenecientes a 8 órdenes y 61 familias atacan el guandul. Sin embargo, solo unos pocos causan un daño considerable al cultivo y son económicamente importantes como plagas. Entre muchas plagas de insectos, el barrenador de leguminosas *Maruca vitrata* (Geyer), la mariposa de la pluma *Exelastis atomosa*, (Walsingham), la mariposa azul *Lampides boeticus* (L.), el barrenador de vainas *Helicoverpa armigera* (Hübner) y la mosca de la vaina *Melanagromyza obtusa* (Malloch) en el guandul es de gran importancia. Se produce una pérdida considerable en el rendimiento de grano debido a su asociación con los cuerpos fructíferos (Srilaxmi & Ravindra, 2010).



*Melanagromyza obtusa* (DIP: Agromyzidae) es una importante plaga del guandul es responsable de algunos de los mayores daños en las vainas durante el invierno y primavera. La mosca ovoposita en las vainas tiernas, y tanto las fases de larva y pupa pasan al interior de la vaina. Esta plaga se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la India (Bihar, Punjab, Madras, Assam, Nagpur, Delhi, etc.) habitando diferentes regiones climáticas (Subharani & Singh, 2009).

(Srilaxmi & Ravindra, 2010), reportan 18 especies de insectos plaga en el guandul en Gulbarga. La amplia distribución de estas especies se debe a las condiciones geográficas y micro climáticas de la región. Estos insectos pertenecen a las familias Lepidóptera, Hemíptera, Coleóptera, Homóptera y Díptera.

*Helicoverpa armigera* (LEP: Noctuidae), es considerada como la mayor plaga que ataca al guandul desde el estado de floración hasta la madurez de la vaina, tanto es así que esta plaga es un factor limitante en el cultivo de guandul en Gulbarga (Srilaxmi & Ravindra, 2010). En Uganda, se registra un 5% de semillas dañadas por *H. armigera*. El daño en la vaina es de alrededor del 39 al 45% causado por esta plaga Chaudhary *et al.* 1980, citado por (Khanapara & Kapadia, 2011).

La incidencia de *M. pustulata*, *E. subnotata*, *M. testulalis* se presenta en el estado de floración. *A. craccivora* es una plaga activa durante las etapas reproductivas del cultivo. Otras plagas como *O. oneratus*, *Taraostigmoides* spp. Aparecen durante las etapas vegetativas y de floración del cultivo y ocurren en los meses de Octubre a Diciembre en Gulbarga (Srilaxmi & Ravindra, 2010).

(Madang, Bonaventure, & Jerry, 2012), reportan que la infestación de insectos plaga es alta en la etapa reproductiva del cultivo de guandul en Nsukka, Nigeria. Las plagas más sobresalientes son *Melanogromyza* spp., *Mylabris* spp., *Clavigralla* spp., *Helicoverpa armigera*, las cuales

causan daño a las flores y vainas. El insecto chupador de la vaina (*Clavigralla* spp.) es una plaga importante del cultivo, debido a su preponderancia y al daño severo que provoca.

### 2.3.2 Características de la plaga *Melanagromyza obtusa* (DIP: Agromyzidae)

#### 2.3.2.1 Ciclo de Vida de la plaga

- a) **Adulto:** Malloch describe que el adulto de *M. obtusa* es negro-verdoso iridiscente con las alas transparentes y venas marrón claro, pero vista a la distancia puede parecer negro iridiscente. La mosca puede alcanzar los 5 mm de largo. Por lo general la hembra ovoposita en las vainas inmaduras. La longevidad del adulto puede durar de cinco a 12 días (Abreu, Arstromg, Gonzalez, Bosques, & Acevedo, 2003).
- b) **Huevo:** El huevo es blanco, mide 1.0 X 0.2 mm y es ancho en la base y se reduce en el extremo posterior en un filamento alargado. El huevo tiene un período de incubación de tres días a 27°C y hasta nueve días a 18°C. La hembra pone hasta 79 huevos. Se pueden encontrar de cuatro a siete huevos por vaina (Abreu, Arstromg, Gonzalez, Bosques, & Acevedo, 2003).
- c) **Larva:** La larva es blanca con unas finas líneas pardas en la línea medio dorsal del abdomen, alcanza de 3.5 a 4.0 mm de largo y de 1.25 a 1.5 mm de ancho. La larva se introduce en el grano para alimentarse y así crea un túnel. Luego la larva sale del grano, raspa la superficie interior de la vaina dejando la epidermis externa de la vaina, creando así una especie de ventana que le sirve al adulto para posteriormente emerger de la vaina. La larva puede completar su desarrollo en un solo grano de gandul pero ocasionalmente una larva ataca varios granos. La larva pasa por tres estados larvales y el desarrollo puede durar desde seis hasta 11 días (Abreu, Arstromg, Gonzalez, Bosques, & Acevedo, 2003).

- d) Pupa:** El pupario es de color castaño, 2.5 mm de largo. La pupa está localizada dentro de la vaina al lado del grano dañado y requiere de nueve a 23 días para su desarrollo Ahmad, 1938; Shanower *et al.* 1998, citado por (Abreu, Arstromg, Gonzalez, Bosques, & Acevedo, 2003).
- e) Ecología:** El estrecho rango de hospedero y los nichos de alimentación gobiernan la dinámica de población de la mosca de la vaina del guandul. En la India, la producción de vainas de las variedades cultivadas de guandul, en el campo ocurre en el período octubre abril y las infestaciones por la mosca se incrementan en períodos de tiempo relativamente cortos; pocos huevos son puestos en diciembre y enero cuando las temperaturas son bajas. Las poblaciones se incrementan según ascienden las temperaturas Spencer 1973, citado por (Cedano, Guía Técnica Cultivo del Gandul. , 2006).

### **2.3.3 Estrategias de Control de la Mosca Asiática**

#### **2.3.3.1 Control Químico**

La mosca Asiática sin control, daña entre un 60 y 80% la producción, reduciendo la rentabilidad del cultivo, siendo uno de los mecanismos de control la aplicación de insecticidas de síntesis, los cuales pueden ser de contacto o sistémicos, y se utilizan dependiendo de la plaga.

En el presente ensayo se utilizaron 2 insecticidas

##### **a) Imidacloprid (Confidor)**

Es un insecticida de acción sistémica y de contacto, por su alta sistemía y residualidad dentro de la planta puede usarse en tratamientos al follaje, al suelo y en el sistema de riego mostrando movimiento acropetal (hacia arriba) de esta forma protege los puntos de crecimiento de la planta. Su mecanismo de acción se basa en la interferencia de la transmisión de los estímulos nerviosos de

los insectos. Controla especialmente insectos chupadores como: áfidos, mosca blanca y cigarritos, además controla algunos coleópteros y dípteros entre otras plagas. Por su novedoso mecanismo de acción, controla satisfactoriamente plagas que han desarrollado resistencia a otros insecticidas (Bayer Crop Science, 2015).

- **Ficha Técnica Insecticida Confidor**

<b>No. CAS: 138261-41-3</b>	
Ingrediente activo	IMIDACLOPRID
Nombre comercial	CONFIDOR 350 SC
Nombre químico	( <i>EZ</i> )-1-(6-cloro-3-piridilmetil)- <i>N</i> -nitroimidazolidin-2-ilidenoamina
Fabricante	BAYER
Firma importadora	BAYER ECUADOR

- b) **Thiamethoxan (Actara WG25)**

Es un insecticida que pertenece al grupo de los neonicotinoides, actúa por contacto y por ingestión ocasionando en las plagas a controlar un cese en la alimentación y después la muerte. También es sistémico que es rápidamente traslocado en los tejidos de la planta, actúa como agonista, es decir, que se une al receptor nicotínico de la acetilcolina y afecta a la sinapsis del sistema nervioso de los insectos. Es eficaz en insectos chupadores pero también posee efectos de contacto en insectos inmaduros y adultos de chinches, crisomélidos adultos, y larvas de lepidópteros en cultivos de soya y arroz (Syngenta, 2017).

- **Ficha Técnica Insecticida Actara WG25**

<b>No. CGA 293343</b>	
Ingrediente activo	THIAMETHOXAM
Nombre comercial	ACTARA
Nombre químico	3-(2-Chloro-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-(1,3,5)oxadiazinan-4-ylidene- <i>N</i> -nitroamine
Fabricante	NOVARTIS
Firma importadora	NOVARTIS ECUADOR

### 2.3.3.2 Control con Entomopatógenos

Tal como lo indica su nombre (Entomon: insecto, pathos: enfermedad, gennân: engendrar), se trata de enfermedades de los insectos causadas por bacterias, hongos, virus, protozoos y nematodos. En comparación con el número de insectos entomófagos descritos, se conocen relativamente pocas especies de agentes patógenos. Sin embargo, muchos de ellos, tales como *Bacillus thuringiensis* y los hongos *Entomophthora sphaerosperma*, *Beauveria bassiana* (muscardina blanca) y *Metarrhizium anisopliae* (muscardina verde), atacan a una gran variedad de especies. Los patógenos tienen el inconveniente de que no buscan activamente al hospedador o presa como lo hacen los insectos entomófagos; de aquí que generalmente no limiten la densidad de población del hospedador en niveles bajos (Debach, 1977).

Los plaguicidas microbianos están siendo introducidos con éxito en el control de plagas de cultivos como café, caña de azúcar, frijol y maíz. Sin embargo pocos agentes Entomopatógenos se han desarrollado como agentes de bio control efectivo uno de ellos es la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Berliner), para el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*, (J.E. Smith), abarcando cerca del 74% del mercado. Otro caso sobresaliente es el uso del hongo *Bauveria bassiana* contra el gorgojo del frijol *Acanthoscelides obtectus* (Say), demostrando que al ser utilizados en forma adecuada en el control biológico de plagas favorecen la práctica de una agricultura sustentable (Nava, García, Camacho, & Vazqués, 2012).

#### a) *Beauveria bassiana*

Es un hongo deuteromicete que en medio de cultivo específico, crece formando una estructura algodonosa y polvosa de color blanco conocida como muscardina blanca. Cuando la colonia va envejeciendo se vuelve crema amarillenta. El revés es de color rojizo en el centro cuando está en

crecimiento y amarillo alrededor (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2015).

Desde los primeros trabajos consagrados a los hifomicetos entomopatógenos en la segunda mitad del siglo XIX, hasta nuestros días, *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. Ha sido aplicado fundamentalmente para el control de lepidópteros, homópteros, coleópteros, hemípteros y dípteros de importancia agronómica. En la actualidad, *B. bassiana* se emplea con éxito en la lucha biológica contra diferentes plagas (Estrada, Romero, & Snowball, 1997).

El modo de acción de este hongo entomopatógeno consta de diferentes etapas. Primero invade la hemolinfa, por lo que la muerte del insecto se debe a una combinación de daños mecánicos producidos por el crecimiento del hongo, desnutrición y por la acción de los metabolitos secundarios o toxinas que el hongo produce Chul *et al.*, 1999, citado por (Nava, García, Camacho, & Vazqués, 2012). Durante el proceso de invasión se producen cuerpos hifales y protoplastos que carecen de una pared celular, por lo que no son detectados por los hemocitos del insecto, lo que provoca que el hongo se disperse en el insecto para adquirir nutrientes, ocasionándole la muerte (Nava, García, Camacho, & Vazqués, 2012).

#### **2.3.4 Hipótesis**

Ho: Las cepas de *Beauveria bassiana* y los químicos de síntesis no son capaces de controlar a *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en el cultivo de guandul.

Hi: Ho: Las cepas de *Beauveria bassiana* y los químicos de síntesis si son capaces de controlar *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en el cultivo de guandul.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Lugar de la investigación**

##### **3.1.1 Ubicación Política**

La presente investigación se realizó en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia de Ambuquí; perteneciente al Valle del Chota.

Las muestras recolectadas para evaluar el efecto de las aplicaciones de control serán analizadas en el laboratorio de Entomología de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA-ESPE, ubicado en la Provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, Parroquia San Fernando, en la Hacienda “El Prado” (Saavedra, Tigrero, Ron, & Lenin, 2014).

##### **3.1.2 Ubicación Geográfica**

El Valle del Chota se encuentra en una posición geográfica de  $0^{\circ} 27'$  (N) y  $78^{\circ} 00'$  (O) (Saavedra, Tigrero, Ron, & Lenin, 2014).

##### **3.1.3 Ubicación Ecológica**

- Zona de vida: Monte espinoso Pre Montano (m.e.PM.)
- Altitud: Se encuentra por debajo de los 2000 m.s.n.m.
- Temperatura y Humedad: La temperatura media anual oscila entre 18 y 24 °C. El número de meses ecológicamente secos varía entre 8 y 10. La humedad relativa media anual comprende 65%.
- Precipitación: Presenta una precipitación promedio anual entre 250 y 500 mm. Los meses de mayor precipitación corresponden a febrero y noviembre.

- Suelo: Arenoso y franco arenoso, con un contenido medio de arcillas de 8%, por lo cual la capacidad de retención de agua generalmente es baja. Posee un pH: 8,61 alcalino.
- Vegetación: Xerofítica; tuna (*Opuntia* sp.), molle (*Schinus molle*), penco verde o cabuya (*Agave americana*), penco azul o mexicana (*Agave* sp.), algarrobo o espino (*Acacia macracantha*), etc. Cañadas, 1983 & Alberca 2009, citados por (Saavedra, Tigreiro, Ron, & Lenin, 2014)

## 3.2 Materiales

### 3.2.1 Selección del Cultivar

Se seleccionó el cultivo de gandul (*Cajanus cajan* DC.) en el valle del Chota-Ecuador, debido a que personas pertenecientes al grupo de atención prioritaria son los mayores consumidores de este producto, por su alto contenido proteico y su bajo valor económico, este cultivo es de vital importancia para los habitantes del sector, ya que corresponde a un sustituto de proteína para un sinnúmero de pobladores de la zona; además en el Litoral ecuatoriano es muy común su producción y comercialización entre productores de agricultura familiar y de subsistencia.



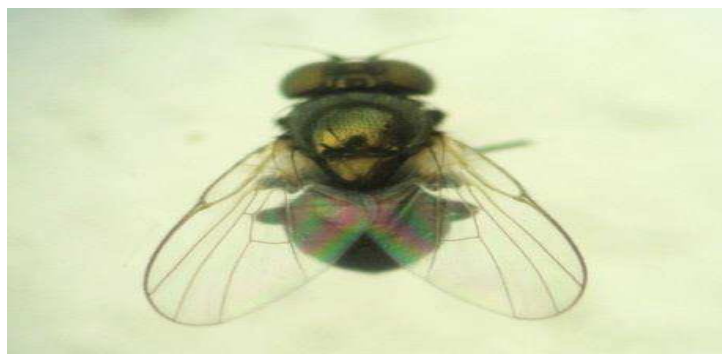
**Figura 1** Cultivo de (*Cajanus cajan* DC.) Guandul



### 3.2.2 Identificación de la plaga a controlar

Para la identificación de la plaga se realizó a través del trabajo de grado realizado por (Saavedra *et al.* 2014). Quien envió los especímenes del insecto al Dr. Cheslavo Korytkowski, investigador de la Universidad de Panamá, quien determinó que se trata de *Melanagromyza obtusa* Malloch (DIP: Agromyzidae). Es una especie originaria de Japón y tiene interés cuarentenario para Estados Unidos de América.

Se realizó visitas previas de campo para determinar la presencia de la plaga en el Valle de El Chota, determinandose por medio de recolección de muestras y posterior análisis en el laboratorio de Entomología se corroboró la existencia de la plaga a estudiarse.



**Figura 2** Adulto de *Melanagromyza obtusa* Malloch

### 3.2.3 Materiales de Campo

Insecticidas	Bomba de mochila Senior
Lupa 10X	Estiletes
Estéreomicroscopio	Computadora y programas
Cámara fotográfica	Fijador
Equipo de aplicación	Pantalla
Entomopatógenos:	2 cepas de <i>Beauveria bassiana</i>

### 3.2.4 Materiales de Laboratorio

Tarrinas plásticas transparentes, frascos de vidrio, Ligas, pinzas, estiletes, alcohol glicerinado, Etiquetas, Goma, alfileres, estéreomicroscopio

### 3.3 Métodos

El trabajo de investigación se lo realizó en el Valle de El Chota, en el momento de mayor infestación de la mosca asiática *Melanagromyza obtusa* Malloch; la cuál ataca a las vainas dentro de la que se encuentran los granos que son el fruto del cultivo de (*Cajanus cajan* D.C.) frijol de palo “Guandul”, para así evaluar de la mejor manera la efectividad de los diferentes tratamientos.

#### 3.3.1 Manejo del Experimento

##### 3.3.1.1 Biopesticidas

###### a) Bassianil Wp

Bassianil Wp: Es una solución a base de *Beauveria bassiana* que ataca los insectos del orden Hemíptero, Coleóptera; tales como: broca del café, chinches, picudos, etc. Concentración:  $1 \times 10^9$  Unidades Formadoras de Conidios (UFC) por gramos, es decir, 10 mil millones de UFC por dosis de 100 gramos.

- **Ficha Técnica Bassianil Wp**

<b>Nombre comercial</b>	Bassianil Wp
<b>Ingrediente activo</b>	Mínimo 100 millones de conidias viables por gramo
<b>Ingrediente Inerte</b>	Talco OMYATALC 44
<b>Tipo De Formulación</b>	Polvo mojable WP
<b>Fabricante</b>	Biocontrol
<b>Firma importadora</b>	BAYER ECUADOR

- **Concentración 1**

La formulación de (Bassianil Wp) tiene  $1 \times 10^9$  esporas viables/ 1 gramo, se realizó la dilución para llevarlo a  $3.85 \times 10^5$  en un litro de agua, dando como resultado 0,000385 gr/L, y para 100 Litros se diluyen 0,0385 gr de la formulación.

- **Concentración 2**

La formulación de (Bassianil Wp) tiene  $1 \times 10^9$  esporas viables/ 1 gramo, se realizó la dilución para llevarlo a  $3.85 \times 10^6$ . en un litro de agua, 0,00385 gr/L y para 100 Litros se diluyen 0,385 gr de la formulación.

Una vez preparada la mezcla se realizó la aplicación foliar dirigida a las plantas de guandul, una bomba de mochila marca Senior, equipada con boquilla de cono hueco.

### **3.3.1.2 Insecticidas**

#### **a) ACTARA WG25 (Thiamethoxam)**

Para la preparación de la mezcla (caldo) se agregaron 250g de ACTARA® 25 WG, en 1000 litros de agua, luego se agito hasta obtener una solución homogénea. El preparado se realizó el mismo día de la aplicación del producto. Luego se aplicó en (drench) dirigida a la base de la planta con una dosis de 100cc/planta, utilizando una bomba de mochila marca (Senior), equipada con boquilla de cono hueco.

#### **b) CONFIDOR 350 SC (Imidacloprid)**

Para la preparación de la mezcla (caldo) se agregaron 450 cc de CONFIDOR 350 SC, en 1000 litros de agua, luego se agito hasta obtener una solución homogénea. El preparado se realizó el mismo día de la aplicación del producto. Luego se aplicó por vía foliar, utilizando una bomba de mochila marca (Senior), equipada con boquilla de cono hueco.

**Tabla 1**  
*Productos utilizados para el control de Melanagromyza obtusa “Malloch”*

<b>Nombre Comercial</b>	<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Dosis de Producto Comercial</b>
Actara WG25	Thiamethoxam	200 a 300 g/hectárea
Confidor	Imidacloprid	400 a 500 cc/hectárea

### 3.3.1.3 Número e intervalo entre aplicaciones

Se realizaron 2 aplicaciones con intervalos de 15 días, tanto para los biopesticidas como los insecticidas sintéticos, separados por lotes, realizando la aplicación en primer lugar los biopesticidas y posteriormente los insecticidas de síntesis, como se detalla en las fechas de aplicación.

### 3.3.2 Diseño experimental

#### 3.3.2.1 Factores evaluados

##### a) Biopesticidas

$B_1$  = Beauveria bassina (cepa 1)

$B_2$  = Beauveria bassina (cepa 2)

##### b) Concentraciones

$C_1$  =  $3.85 \times 10^5$  esporas viables/ litro de agua (concentración mínima).

$C_2$  =  $3.85 \times 10^6$  esporas viables/ litro de agua (concentración máxima).

##### c) Moléculas de síntesis

$M_1$  = Thiamethoxan (Actara WG25)

$M_2$  = Imidacloprid (Confidor)

#### d) Concentraciones

$Q_1 = 0.25$  g/l. de (Actara WG25)

$Q_2 = 0.45$  cc/l. de (Confidor)

#### 3.3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos y dosis de los insecticidas Actara y Confidor, fueron sugeridos por la casa comercial Novartis y Bayer, las mismas que se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 2**  
*Tratamientos evaluados*

Tratamientos	Nomenclatura	DESCRIPCIÓN	
		Pesticidas/Biopesticidas	Concentraciones
T1	B1C1	<i>Beauveria b.</i> (cepa 1)	$3.85 \times 10^5$ esporas viables/L de agua
T2	B1C2C <sub>2</sub>	<i>Beauveria b.</i> (cepa 1)	$3.85 \times 10^6$ esporas viables/L de agua
T3	B2C1	<i>Beauveria b.</i> (cepa 2)	$3.85 \times 10^5$ esporas viables/L de agua
T4	B2C2	<i>Beauveria b.</i> (cepa 2)	$3.85 \times 10^6$ esporas viables/L de agua
T5	M1Q1	Thiamethoxan (Actara WG25) (drench)	0.25g/l
T6	M2Q2	Imidacloprid (Confidor) vía foliar	0.45 cc/l
T7	T	Testigo absoluto	

#### 3.3.2.3 Tipo de diseño

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

#### 3.3.2.4 Características de la unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por una parcela de las siguientes especificaciones:

- Distancia de siembra: 1,5 m entre doble hilera y 0,5 m entre planta.

- Tamaño de la parcela: (2 m x 1,5 m) 3 m<sup>2</sup>
- N° de plantas/parcela: 10
- N° de plantas/parcela neta: 10

### 3.3.2.5 Variables analizadas

- Número de larvas vivas/vaina/planta/tratamiento
- Número de larvas muertas/vaina/planta/tratamiento

### 3.3.3 Técnicas de recolección de datos

Para la determinación del efecto de los biopesticidas e Insecticidas de síntesis sobre *Melanogromyza obtusa* Malloch, en el fruto de la vaina del frijol de palo “Guandul”, se tomaron 5 plantas de la parcela neta, y se seleccionaron 5 vainas por cada estrato (tercio inferior, tercio medio y tercio superior), en cada evaluación a los 5 y 10 días de la primera aplicación y 5 Y 10 días en la segunda aplicación. Se tomaron 15 vainas por planta, que fueron separadas de la planta y colocadas en fundas de papel kraft y debidamente identificadas. Posteriormente las muestras recolectadas se colocaron en cajas de cartón con la finalidad de que no sufran daños durante el transporte.



**Figura 3** Recolección de muestras

### 3.3.4 Técnicas de análisis de datos

Se tomaron 5 plantas por parcela, que fueron llevadas al laboratorio donde se realizó la apertura de vainas, las cuales se abrieron con un estilete y se evaluó la presencia o ausencia de larvas en las vainas, se contabilizaron las larvas presentes por vaina y por tratamiento, luego de las aplicaciones; se contabilizaron larvas muertas y vivas utilizando un microscopio marca LEICA S4E, todos los datos ingresaron, al formulario de laboratorio.

El informe técnico sobre la investigación se estructuró según normas establecidas de redacción técnica y con análisis estadístico recomendado para este tipo de investigación (prueba de significación de LSD Fisher ( $\alpha=0,05$ ), para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el procesador INFOSTAT.ITRES.



*Figura 4* Presencia o ausencia de larvas vivas o muertas por vaina

### 3.3.5 Técnicas de análisis de datos

Se utilizó un modelo de análisis lineales generales y mixtos de pruebas de hipótesis secuenciales y marginales, así como la transformación de la raíz de  $X + 1$ , medias ajustadas y errores estándares para los factores de estudio analizados en sus distintos niveles.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis de los resultados

**Tabla 3**

*Prueba de hipótesis secuenciales para analizar el efecto de los tratamientos y número de evaluación en la variable dependiente número de larvas vivas/vaina*

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	4230.91	<0.0001
Nº EVALUACIÓN	4	66.65	<0.0001
TRATAMIENTO	6	17.63	<0.0001
Nº.EVALUACIÓN:TRAT.	24	1.53	0.0745

Luego de realizada la prueba de hipótesis secuenciales para el número de larvas vivas por vaina, se pudo observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas para el número de evaluación y tratamientos más no para la interacción. Esto nos indica que existió efecto de los biopesticidas e insecticidas en el control de la *Melanagromyza obtusa* “Malloch”. A continuación se realiza la prueba de significación para número de evaluación y tratamientos.

**Tabla 4**

*Medias ajustadas y errores estándares para número de evaluación en la variable dependiente número de larvas vivas/ vaina.*

Nº Evaluación	Medias	E.E		
1	3.88	0.09	A	
2	2.62	0.09	B	
3	2.32	0.09		C
4	2.26	0.09		C D
5	2.02	0.09		D

Como se pudo observar existen cuatro rangos el denominado “A” involucra el ensayo inicial sin aplicación de tratamientos, el (B, C Y D) son los tiempos de aplicación del producto de 5 y 10



días de la primera y segunda aplicación de biopesticidas e insecticidas de síntesis, observándose un mejor efecto después de la segunda aplicación.

**Tabla 5**

*Medias ajustadas y errores estándares para tratamientos, en la variable dependiente de Número de larvas vivas/vaina*

N° Evaluación	Medias	E.E		
7	3.44	0.11	A	
4	2.70	0.11	B	
1	2.66	0.11	B	
2	2.64	0.11	B	
3	2.63	0.11	B	
6	2.29	0.11	C	
5	1.99	0.11		D

Como se puede notar, existen 4 rangos el denominado “A” que involucra el testigo absoluto, el “B” los tratamientos con biopesticidas y el “C y D” los tratamientos con Insecticidas de síntesis, obteniendo menor número de larvas vivas con la aplicación de Confidor 0.45cc/l.

**Tabla 6**

*Prueba de hipótesis secuenciales para analizar el efecto de los tratamientos y número de evaluación en la variable dependiente número de larvas muertas/vaina.*

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	5039.72	<0.0001
N° EVALUACIÓN	4	80.36	<0.0001
TRATAMIENTO	6	23.47	<0.0001
N°.EVALUACIÓN:TRAT.	24	7.24	<0.0001

En la prueba de hipótesis secuenciales para el número de larvas muertas por vaina, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas para el número de evaluación, tratamientos y la interacción. Esto nos indica que existió efecto de los biopesticidas e insecticidas en el control de la *Melanagromyza obtusa* Malloch. En los distintos tiempos de

aplicación. Como se detectan diferencias significativas continuación se realiza la prueba LSD Fisher (Alfa=0,05).

**Tabla 7**

*Medias ajustadas y errores estándares para número de evaluación en la variable dependiente, número de larvas muertas/ vaina.*

N° Evaluación	Medias	E.E			
3	2.33	0.06	A		
4	2.23	0.06	A	B	
5	2.16	0.06		B	
2	1.88	0.06			C
1	1.00	0.06			D

Para este resultado existen cuatro categorías, la denominada “A”, comprende 10 días después de la primera aplicación, y 5 días después de la segunda aplicación, la “B” comprende 5 y 10 días de la segunda aplicación, la “C” 5 días de la primera aplicación y “D” el ensayo inicial. Observándose un efecto más marcado después de los 10 días de la primera aplicación en el control de la plaga.

**Tabla 8**

*Medias ajustadas y errores estándares para tratamientos, en la variable dependiente número de larvas muertas/ vaina.*

TRATAMIENTO	Medias	E.E			
6	2.29	0.07	A		
5	2.17	0.07	A	B	
2	2.01	0.07		B	C
3	1.94	0.07			C
4	1.93	0.07			C
1	1.92	0.07			C
7	1.20	0.07			D

En este análisis existen 4 rangos el denominado “A” que involucra los tratamientos donde se aplicó insecticidas de síntesis, observándose un efecto mayor en el tratamiento N° 6 con

aplicación de (Confidor) y luego el N° 5 (Actara WG25), seguidamente la categoría “B” comprende el tratamiento con (Confidor) y similar resultado con la aplicación de *Bauveria* b. ( $B_1C_2$ ), posteriormente tenemos la categoría “C” abarca los tratamientos donde se usó el control con biopesticidas y por último la categoría “D” que es el testigo. Observándose claramente el efecto de los tratamientos, favoreciendo la aplicación de insecticidas de síntesis.

**Tabla 9**

*Medias ajustadas y errores estándares para la interacción del número de evaluación y tratamientos, en la variable dependiente número de larvas muertas/vaina.*

N° EVALUACIÓN	TRAT	MEDIAS	E.E									
3	6	3.06	0.16	A								
2	5	2.93	0.16	A	B							
2	6	2.85	0.16	A	B	C						
4	2	2.64	0.16	A	B	C	D					
3	1	2.57	0.16		B	C	D					
3	5	2.54	0.16		B	C	D					
4	4	2.49	0.16		B	C	D					
3	4	2.49	0.16		B	C	D					
5	1	2.47	0.16			C	D					
4	3	2.47	0.16			C	D					
4	5	2.41	0.16			C	D					
5	2	2.41	0.16			C	D					
3	2	2.39	0.16				D	E				
5	4	2.39	0.16				D	E				
4	1	2.31	0.16				D	E				
4	6	2.31	0.16				D	E				
3	3	2.29	0.16				D	E				
5	6	2.21	0.16				D	E				
5	3	2.21	0.16				D	E				
5	5	1.96	0.16					E	F			
2	3	1.75	0.16						F	G		
2	2	1.60	0.16						F	G	H	
5	7	1.50	0.16							G	H	
2	7	1.50	0.16							G	H	
2	4	1.25	0.16								H	I
2	1	1.25	0.16								H	I
1	4	1.00	0.16									I

CONTINÚA 

1	2	1.00	0.16	I
1	5	1.00	0.16	I
4	7	1.00	0.16	I
1	7	1.00	0.16	I
1	3	1.00	0.16	I

En la interacción entre el número de evaluación y tratamientos, se puede observar que el menor número de larvas muertas por vaina ocurrió en la primera evaluación que involucra el ensayo inicial (sin aplicación de biopesticidas e insecticidas de síntesis), y el testigo que es el tratamiento 7 ubicados en las categorías “G, H, I), resaltando los mejores efectos después de los 10 días de la primera aplicación de insecticidas de síntesis, con valores similares en la utilización de la  $B_1C_2$ , enmarcados en la categoría “A”, pero con valores estadísticamente similares con el 50% de los resultados enmarcados en la categoría “D” observándose que el efecto de los biopesticidas es mayor después de la segunda aplicación y con la mayor concentración  $3.85 \times 10^6$  esporas viables/g suelo seco.

#### 4.2 Discusión de los resultados

En el presente análisis se puede observar que la prueba de hipótesis para la variable larvas vivas/vaina, (Tabla 2), arrojó diferencias altamente significativas para efectos del tratamiento y número de evaluación, mas no para la interacción, exponiendo que se controló la plaga con mejores resultados a partir de los diez días de la primera aplicación. (Tabla 3 y 6).

La prueba de hipótesis para la variable larvas muertas/vaina, (Tabla 5) se puede observar diferencias altamente significativas para efectos del tratamiento, número de evaluación, y la interacción, exponiendo que se controló la plaga con mejores resultados a partir de los diez días de la primera aplicación. (Tabla 6 y 7). Los insecticidas sistémicos arrojaron el mejor tratamiento

para el control de la mosca asiática, resultados que se pueden comparar con los obtenidos por (Segura, Cedano, Arias, Goduy de Lutz, & Serra, 2005), donde se instalaron 3 experimentos, para evaluar la eficacia de insecticidas convencionales, biológicos y misceláneos en el control de mosca asiática del Guandul, obteniendo que los tratamientos con insecticidas sistémicos redujeron el nivel de daño, estudios que fueron realizados debido a la ausencia de enemigos naturales efectivos contra la mosca asiática en el hemisferio occidental, donde se reportaron pérdidas entre el 15% y 80% en los granos del Guandul (Nubia, Alonso, Roberto, Cambra, & Juan, 2013).

(Cedano, Segura, & Nova, 2002), evaluaron en República Dominicana 7 insecticidas los cuales consistieron en: 4 de contacto y 3 de síntesis; con aplicaciones a intervalos de 12 días, donde encontraron un porcentaje de daño de 27% menor en los tratamientos que recibieron insecticida, en contraste con el testigo. Los daños fueron menores en un 10% cuando se aplicaron insecticidas sistémicos, en oposición a los de contacto; en nuestro caso, los tratamientos presentaron mejores resultados con la aplicación de insecticida sistémico, tenemos un 52% daño menor en en comparación con el testigo.

(Jitendra, Ram, Snehel, & Vijay, 2017), consiguieron similar resultados con la aplicación secuencial de Chlorantraniliprole 18.5 SC @ 30g ai / ha - Indoxacarb 15.8 EC @ 73g ai / ha - Acetamiprid 20 SP @ 20g ai / ha y Chlorantraniliprole 18.5 SC @ 30g ai / ha - Acephate 75 SP a 750g ai / ha, proporcionando un mejor control de *M. obtusa*, *C. gibbosa* y *H. armigera* en gandul. También se obtuvo un mayor rendimiento de grano de estas parcelas de tratamiento en comparación con otros tratamientos insecticidas de contacto y el control no tratado. Lo que concuerda con nuestra investigación donde se utilizó, Thiamethoxan (Actara WG25) 0.25 g/l e

Imidacloprid (Confidor) 0.45 cc/l. Insecticidas con el mismo modo de acción sistémica, resultando los más efectivos contra la mosca asiática en el gandul, lo que respalda los hallazgos actuales.

Debido a que los agricultores, usan insecticidas químicos indiscriminadamente, lo que lleva a un aumento en el costo de la protección de las plantas, y por ende resulta en una menor rentabilidad, se planteó usar el control con biopesticidas, donde se observó que la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*, (Tabla 7 y 8), causo efecto en el control de la mosca asiática *Melanagromyza obtusa* “Malloch” con un porcentaje de efectividad del 50%, siendo superado por el control químico con insecticidas de síntesis, Thiamethoxan (Actara WG25) 0.25 g/l e Imidacloprid (Confidor) 0.45 cc/l, similar resultados se observó en otros estudios, donde utilizaron la aplicación alternativa de Rynaxypyr 18.5 SC @ 30 g ai / ha y Spinosad 45 SC @ 56 g ai / ha, resultado ser los más efectivos, con un daño mínimo total de granos afectados de 10.44% y un rendimiento máximo de grano de 1346.67 kg / ha. Sin embargo, la pulverización alternativa de Indoxacarb 15.8 EC @ 73 g a.i./ha y *Beauveria bassiana* 5% WP @ 2000 g / ha fue la más económica con la relación beneficio máximo: costo de 6.29: 1. Llegando a recomendar la combinación de insecticidas químicos y biopesticidas ya que demostraron ser más efectivos en comparación con los tratamientos donde solo se usaban los biopesticidas (Snehel & Meena, 2016).

### 4.3 Comprobación de la hipótesis

Hi: Ho: Las cepas de *beauveria bassiana* y los químicos de síntesis (Thiamethoxan (Actara WG25) 0.25 g/l, o Imidacloprid (Confidor) 0.45 cc/l.) son capaces de controlar *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en el cultivo de frejol de palo “guandul”.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- *Melanagromyza obtusa* Malloch, es una plaga que se controla con la aplicación de Thiamethoxan (Actara WG25) 0.25 g/l, o Imidacloprid (Confidor) 0.45 cc/l.
- El uso de *Beauveria basiana* controló hasta el 50% de infestación de *Melanagromyza obtusa* Malloch. En el fruto de la vaina del cultivo de (*Cajanus cajan* D.C.) frijol de palo (Guandul).
- Con la combinación de de Thiamethoxan (Actara WG25) 0.25 g/l, o Imidacloprid (Confidor) 0.45 cc/l. y los biopesticidas a base de *Beauveria basiana*, permiten un control protectante de *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en frejol de palo “Guandul”, Además permite proteger otros cultivos de mayor importancia como el frejol (*P. vulgaris*).

#### 5.2 Recomendaciones

- La aplicación de Thiamethoxan (Actara WG25) 0.25 g/l, o Imidacloprid (Confidor) 0.45 cc/l. son sintéticos eficaces para el control de *Melanagromyza obtusa* “Malloch” en el Guandul.
- Es factible utilizar los biopesticidas a base de *Beauveria basiana*, en combinación con insecticidas de síntesis como Thiamethoxan (Actara WG25 0.25 g/l, o Imidacloprid (Confidor 0.45 cc/l.) para complementar su efecto ya que tiene el potencial de controlar el 50% de la plaga.
- Aumentar otros medios de control como trampas de luz o trampas amarillas, en combinación con los métodos estudiados para generar más eficiencia.

### 5.3 Bibliografía

- Abreu, E., Arstromg, A., Gonzalez, V., Bosques, A., & Acevedo, E. (2003). La mosca asiática del gandul, *Melanagromyza obtusa* (Malloch), (DIPTERA: AGROMIZIDAE), Una nueva plaga en Puerto Rico. *J. Agric. Univ.*, 65-67.
- Bayer Crop Science. (2015). *Hoja de Datos de Seguridad CONFIDOR 350SC*. Obtenido de [http://www.cropscience.bayer.cl/msds/Baydir\\_HS\\_Confidor\\_350\\_SC.pdf](http://www.cropscience.bayer.cl/msds/Baydir_HS_Confidor_350_SC.pdf)
- Cedano, J. (2006). *Guía Técnica Cultivo del Gandul*. . Santo Domingo Republica Dominicana: CEDAF.
- Cedano, J., Segura, Y., & Nova, S. (2002).
- Debach, P. (1977). *Lucha biológica contra los enemigos de las plantas*. Madrid-España: Ed. Mundi-Prensa.
- Departamento de Agricultura, Silvicultura y Pesca República de Suráfrica. (2009). *Pigeonpeas. Suráfrica*. Obtenido de [http://www.nda.agric.za/docs/Brochures/pigeon\\_peas.pdf](http://www.nda.agric.za/docs/Brochures/pigeon_peas.pdf).
- Estrada, M., Romero, M., & Snowball, M. (1997). *Aplicación de Beauveria bassiana en la lucha biológica contra Dlatraea saccharalis*. Obtenido de <http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas>
- Francis, J. (2003). *Cajanus cajan (L.) Millsp. Documento preparado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos*. Georgia.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (1978). *El Cultivo del Guandul (en línea). Boletín técnico No. 63. Santa Marta, Colombia*. Obtenido de [http://www.corpomail.corpoica.org.co\\_1.pdf](http://www.corpomail.corpoica.org.co_1.pdf)



- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). *Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo: Beauveria bassiana, hongo entomopatógeno para el*. Obtenido de [www.ica.int](http://www.ica.int).
- International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. (2012). *Pigeonpea (Cajanus cajan (L.) Millspaugh)*. Obtenido de <http://www.icrisat.org/crop-pigeonpea.htm>
- Jitendra, K., Ram, K., Snehel, C., & Vijay, M. (2017). Evaluation of sequential application of insecticides against major insect pests on long duration pigeonpea [Cajanus cajan (L.) Millsp.]. *Journal of Entomology and Zoology Studies.*, 5(3), 1891-1894.
- Khanapara, A., & Kapadia, M. (2011). Efficacy of bio-pesticides alone and in combination with insecticides against Helicoverpa armigera on pigeonpea. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 2(2), 340-343.
- Korytkowsky, C. (2014). Melanagromyza obtusa Malloch. (A. Saavedra, Entrevistador)
- Madang, A., Bonaventure, C., & Jerry, E. (2012). Field insect pests and crop damage assessment of pigeon pea (Cajanus cajan L. Huth) grown under ratoon and in mixture with maize. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 1, 45-52.
- Mandal, S., Prabhakar, A., & Roy, P. (2009). Insect pest complexes on a pulse crop pigeon pea, Cajanus cajan L of indo-gangetic plain of Bhagalpur (Bihar, India). *An International Quarterly Journal of Environmental Sciences*, 3, 143-148.
- Martínez, J., Leonte, L., Castellano, G., & Higuera, A. (2003). Evaluación de 25 líneas de quinchoncho Cajanus cajan (L.) Millsp. Con fines de selección para su uso como leguminosa arbustiva forrajera. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 173-181.

- Morel, F., & Piccolo, G. (2002). *Evaluación del Guandul para recuperar la fertilidad del suelo*.  
Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Evaluacion%20Guandu.asp>
- Nava, E., García, C., Camacho, J., & Vazqués, E. (2012). *Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas*. Sinaloa: Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui.
- Nubia, A., Alonso, S., Roberto, A., Cambra, T., & Juan, A. (2013). Insectos plagas y parasitoides asociados al cultivo de Guandú (*Cajanus Cajan* (L.) Millsp. Fabaceae) en Chiriquí. *Tecnociencia*.
- Núñez, M. (2010). *Evaluación del comportamiento agronómico de cinco líneas de gandul (*Cajanus cajan* L. Millsp) en tres comunidades Tsimane, Provincia Ballivian, Departamento del Beni*. Obtenido de Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés
- Raintree. (2018). *Database File for: Guandu (*Cajanus cajan*)*. Obtenido de <http://www.raintree.com/guandu.htm#.UVub1aI3tMg>.
- Saavedra, A., Tigrero, J., Ron, J., & Lenin, R. (2014). *Evaluación de daños del barrenador de la semilla del guandul (*Cajanus cajan* DC.), e identificación del agente causal, en el valle del chota-Ecuador*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2485>
- Saxena, K., Ravishankar, K., Vijaya, R., Kumar, K., Sreejith, P., & Srivastava, R. (12 de Mayo de 2010). *Vegetable Pigeonpea a High Protein Food for all Ages*. Obtenido de <http://oar.icrisat.org/>
- Segura, Y., Cedano, J., Arias, J., Goduy de Lutz, G., & Serra, C. (2005). *Estudio para un manejo integrado de la mosca asiática *Melanagromyza obtusa* Malloch (DIP: Agromyzidae)*. Del

*gandul. (Cajanus cajan L. MILLsp). En la República Dominicana. Obtenido de Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), República Dominicana.*

Snehel, C., & Meena, A. (2016). Evaluation of novel insecticides along with bio-pesticides for the management of major insect pests of pigeonpea. *Journal of Experimental Zoology, India.*, 843-850.

Srilaxmi, K., & Ravindra, P. (2010). Diversity of insect pest of pigeonpea (*Cajanus cajan* L. MILL SP.) and their succession in relation to crop phenology in Gulbarga, Karnataka. *An International Quarterly Journal of Environmental Sciences*, 4(4), 273-276.

Subharani, S., & Singh, T. (2009). Biology of pod fly, *Melanagromyza obtusa* Malloch on *Cajanus cajan* (L.) Millsp. in Manipur, India. *ournal of Ecology and the Natural Environment*, 1(9), 206-208.

Syngenta. (2017). *Fichas de datos de Seguridad. De acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006.* Obtenido de <https://www.syngenta.es/product/crop-protection/insecticida/actara-25-wg7y>