



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Uso de *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*, para el control del defoliador *Dione juno* en el cultivo de maracuyá, cantón Sucre – 2018

AUTORES:

LOOR CASTRO JAVIER FERNANDO

SALVATIERRA ZAMBRANO ALEX ANDRES

TUTOR:

ING. RUBEN MELQUIADES ALCÍVAR MURILLO

MANTA - MANABÍ – ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el Sr; Javier Loor y el Sr. Alex Salvatierra ha realizado su Trabajo para optar al Título de Ingeniero Agropecuario titulado “Uso de Beauveria bassiana y Bacillus thuringiensis, para el control del defoliador Dione juno en el cultivo de maracuyá, cantón Sucre – 2018”; además, certifico que el presente trabajo de investigación ha sido realizado observando las disposiciones reglamentarias de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y las normas que la Guía Metodológica para el trabajo final de titulación en la modalidad de Trabajo Experimental que la carrera de Ingeniería Agropecuaria establece, por lo tanto autorizo su presentación ante los organismos legales pertinentes.

Ingeniero Ruben Alcivar Msc.

Manabí, junio de 2017

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Javier Fernando Loor Castro con C.C:080274346-8, egresado de la Facultad de Ingeniería Agropecuaria, declaro bajo juramento que la responsabilidad por las ideas, resultados, conclusiones y recomendaciones expuestas dentro del contenido de este trabajo de investigación, es único y exclusivamente de mi autoría; y que, previamente no ha sido presentado por ningún grado o calificación personal; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Javier Fernando Loor Castro

C.C: 080274346-8

Manta, junio de 2018

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Salvatierra Zambrano Alex Andrés con cédula de ciudadanía número 131424059-7, estudiante de la universidad laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, con el tema **“Uso de Beauveria Bassiana y Bacillus thuringiensis, para el control del defoliador Dione Juno en el cultivo de maracuyá, Cantón Sucre – 2018”**, por medio de la presente declaro que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente proyecto de investigación es de mi exclusiva responsabilidad, siendo un trabajo que no ha sido calificado en ningún trabajo de grado.

Manifestamos que las referencias bibliográficas, que se incluyen en el proceso de investigación están citadas bajo normas académicas de la ULEAM, por tanto, los resultados y conclusiones obtenidos son de mi entera responsabilidad.

De acuerdo a esta declaratoria, doy credibilidad al trabajo de grado.

Alex Andrés Salvatierra Zambrano

C.C: 131424059-7

Manta, junio de 2018

**LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR
APRUEBAN EL INFORME DEL TRABAJO DE
GRADO
SOBRE EL TEMA:**

Uso de *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*, para el control del defoliador *Dione juno* en el cultivo de maracuyá, cantón Sucre – 2018, de los egresados Javier Fernando Loor Castro y Alex Andrés Salvatierra Zambrano, luego de haber sido analizada por los señores miembros del Tribunal de Grado, en cumplimiento de lo que los hace acreedores al título de Ingenieros Agropecuarios.

Ing. Byron Alcívar Arteaga

Ing. Francisco Pico Franco

Ing. María Virginia Mendoza García

Manta, junio del 2017

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios y a mis padres, a Dios porque sin su ayuda, sin su compañía, protección y dirección en cada día nada hubiese sido posible; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida se han sacrificado por darme lo mejor que han podido, siendo mi apoyo en todo momento y por sobre todo enseñándome desde pequeño los valores y principios quienes hacen de mí ahora la persona que soy, depositando su plena confianza en mí siempre.

¡GRACIAS! LOS AMO

Javier Fernando Loor Castro

DEDICATORIA

A Dios por ser el inspirador supremo, guía indispensable de mi vida, pues gracias a él, cada propósito planteado se ha convertido en una realidad, quien ha permitido mantenerme firme y seguro en cada meta trazada, ha sido y será la base y pilar fundamental en mi vida.

A mi familia por apoyarme en este arduo camino, su infinito apoyo me ha permitido avanzar y concluir este primer eslabón en mi vida, quienes me han acompañado diariamente y han brindado sin interés alguno su ayuda, aquellos que han permitido la culminación de esta etapa en mi vida, fundamental en mi formación personal y profesional.

A mi madre por ser el regalo maravilloso que Dios me ha dado en la vida, demostrándome que, si se puede alcanzar cada propósito en esta vida, a base de constancia y perseverancia.

A mi padre por estar presente siempre, a mis hermanas, sobrinas y enamorada por creer en mí y mis metas propuestas y ser fuente de inspiración para seguir adelante.

A mis maestros por guiarme cada día y brindarme sus conocimientos para ser mejor, a mi tutor y tribunal por guiar nuestro trabajo y ser parte de este logro, a mis amigos y a todos aquellos que de alguna u otra manera estuvieron durante mis estudios y formaron parte para que esto fuera posible. Gracias infinitas.

Alex Andrés Salvatierra Zambrano

AGRADECIMIENTO

Este resultado es la suma del apoyo de muchas personas que de una u otra manera siempre estuvieron ahí en cada momento, nuestro director de tesis el Ing. Rubén Alcívar, junto a él elaboramos este tema de investigación y nos ayudó con su propiedad para desarrollarla, al Dr. Justo Antonio Rojas. PhD quien fue nuestro tutor al inicio que nos direccionó para iniciar la investigación, quienes en el trayecto de todo este tiempo han puesto a prueba sus conocimientos y capacidades para la investigación de un nuevo plan ecológico para el control de insectos.

A mis padres quienes siempre han creído en mí, en mis capacidades y nunca han dudado de mis habilidades. A cada profesor que a lo largo de mi carrera me han impartido conocimiento y experiencias, gracias por sus enseñanzas. A esta prestigiosa Universidad, al Ing. Hebert Vera Delgado quien me permitió ingresar para culminar mis estudios académicos.

Javier Fernando Loor Castro

AGRADECIMIENTOS

A la primera persona, que se lo quiero agradecer es a mi tutor Ing. Rubén Alcívar junto al tribunal designado, ya que sin su ayuda y conocimientos no hubiese sido posible este proyecto.

A mis padres, por haberme proporcionado la mejor educación y grandes lecciones de vida.

En especial a mi Madre, por hacerme ver la vida de una forma diferente y aprender a confiar en las decisiones tomadas en todo momento.

A mi Padre, por haberme enseñado que con perseverancia y esfuerzo, trabajo duro y constancia todo se consigue.

A mis amigos, por siempre estar pendientes hay a mi lado.

A mis compañeros de clases, con los cuales he compartido grandes e increíbles momentos.

Alex Andrés Salvatierra Zambrano

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	iii
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	iv
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	x
RESUMEN.....	3
SUMMARY	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I.....	7
ANTECEDENTES.....	7
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.3. OBJETIVOS	10
GENERALES	10
ESPECÍFICOS.....	10
1.4. JUSTIFICACIÓN	10
CAPÍTULO II.....	12
MARCO TEÓRICO	12
2.8. EL CULTIVO DE MARACUYÁ EN ECUADOR	17
2.9. VARIEDADES EXISTENTES	18
2.10. CICLO BIOLÓGICO Y TAXONOMÍA DEL GUSANO NEGRO	19
(<i>D. juno</i>)	19
2.11. DAÑOS CAUSADOS POR EL GUSANO EN EL CULTIVO DE MARACUYÁ.....	20
2.12. MÉTODOS DE CONTROL	20
2.13. USO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL	21
2.14. HIPÓTESIS	22
2.15. VARIABLES – DEPENDIENTE – INDEPENDIENTE- OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	23
3.1. UBICACIÓN	23
3.2. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS	24

Cuadro 2. Características Agrometeorológicas del área experimental	24
3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	24
3.1.1. FACTOR A: BIOCONTROLADOR	24
3.1.2. FACTOR B: DOSIS BIOCONTROLADOR	24
3.1.3. TRATAMIENTOS	24
3.1.4. TIPO DE DISEÑO	25
3.1.5. NÚMERO DE REPETICIONES	25
3.1.6. TRATAMIENTOS	25
3.4. VARIABLES EVALUADAS	26
CAPÍTULO IV	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	47
ANEXO 1 REGISTRO FOTOGRÁFICO	47
ANEXO 2 ANÁLISIS DE VARIANZA	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de larvas vivas en tratamiento con <i>B. bassiana</i> (5ml/L).....	29
Tabla 2. Número de larvas vivas en tratamiento con <i>B. bassiana</i> (10 ml/L)	30
Tabla 3. Número de larvas vivas en tratamiento con <i>B. bassiana</i> (15 ml/L)	31
Tabla 4. Número de larvas vivas en tratamiento con <i>B. turigensis</i> (5 ml/L).....	32
Tabla 5. Número de larvas vivas en tratamiento con <i>B. thuringiensis</i>	33
Tabla 6. Número de larvas vivas en tratamiento con <i>B.</i> (15 ml/L)	34
Tabla 9. Cálculo de la efectividad de la aplicación de los tratamientos.	39
Tabla 8. Prueba de Tukey para las comparaciones de Medias	40
Tabla 10. Cálculo de la efectividad de la aplicación de los tratamientos	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medias de la medición de larvas sin afectación tratamiento con B. bassiana 5 ml/L.....	29
Figura 2. Medias de la medición de larvas sin afectación tratamiento B. bassiana 10 ml/L	30
Figura 3. Medias de la medición de larvas sin afectación tratamiento B. bassiana 15 ml/L	31
Figura 4. Medias de la medición de larvas sin afectación tratamiento B. thuringiensis 5 ml/L].....	33
Figura 5. Medias de la medición de larvas sin afectar por el tratamiento B. turigensis 10 ml/L.....	34
Figura 6. Medias de la medición de larvas afectadas con tratamiento B. thuringiensis 15 ml/L.....	35

RESUMEN

El cultivo de maracuyá *P. edullis* es un rubro de importancia en Ecuador, sin embargo, es afectado por plagas que merman los niveles de productividad, como es el caso de *D. juno*, en su estado larval se alimenta de las hojas causando defoliación y afectando los brotes florales, considerada una de las plagas principales. El objetivo de la investigación fue evaluar el uso de *B. bassiana* y *B. thuringiensis* para el control de *D. juno*, en el cultivo de maracuyá. Se utilizó un diseño experimental DBCA con tres repeticiones, en una plantación de un año. Se realizó una sola aplicación de los productos, fueron evaluadas las larvas antes del tratamiento y cada tres días luego de la aplicación y evaluándose cuatro veces cada tres días. El análisis de varianza para la variable efectividad de los tratamientos (fórmula de ABBOT), estableció diferencias significativas para los tratamientos presentando dos rangos de significación según la prueba de Tukey al 5% siendo el coeficiente de variación de 3,75%. El mayor promedio lo presentaron los tratamientos T1 (5ml de Bb), T3 (15ml de Bb), T5 (10ml de Bt) y T6 (15ml de Bt), con un valor de 100%; mostrando los tratamientos T4 (5ml de Bt) y T2 (10ml de Bb) los menores promedios, con valores de 81,67 y 79% respectivamente. Al comparar el sistema tradicional de control y los tratamientos determinando que no son afectados los niveles de rentabilidad del cultivo favoreciendo la conservación de los agentes polinizadores. La investigación aporta a los pequeños productores una orientación en cuanto al uso de los biocontroladores y las dosis que pueden ser utilizadas en el control de *D. juno*.

Palabras claves: *B. bassiana*, *B. thuringiensis*, Control biológico, Maracuyá, *Dione juno*.

SUMMARY

The cultivation of passion fruit *P. edullis* is an important item in Ecuador, however, it is affected by pests that reduce productivity levels, as is the case of *D. juno*, in its larval stage it feeds on leaves causing defoliation and affecting the flower buds, considered one of the main pests. The objective of the research was to evaluate the use of *B. bassiana* and *B. thuringiensis* for the control of *D. juno*, in the cultivation of passion fruit. An experimental DBCA design with three replications was used in a one-year plantation. A single application of the products was carried out, the larvae were evaluated before the treatment and every three days after the application and evaluated four times every three days. The analysis of variance for the variable effectiveness of the treatments (ABBOT formula), established significant differences for the treatments presenting two ranges of significance according to the Tukey test at 5%, with a coefficient of variation of 3.75%. The highest average was presented by T1 treatments (5ml of Bb), T3 (15ml of Bb), T5 (10ml of Bt) and T6 (15ml of Bt), with a value of 100%; showing the treatments T4 (5ml of Bt) and T2 (10ml of Bb) the lower averages, with values of 81.67 and 79% respectively. By comparing the traditional control system and the treatments, determining that the profitability levels of the crop are not affected, favoring the conservation of the pollinating agents. The research provides small producers with guidance on the use of biocontrollers and the doses that can be used in the control of *D. juno*.

Key words: *B. bassiana*, *B. thuringiensis*, Biological control, Passion fruit, *Dione juno*

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el cultivo de maracuyá (*P. edulis*) es de gran importancia, la variedad de usos que ofrece el fruto, permite que sea comercializado para consumo en fresco y como materia prima a nivel de la agroindustria, la cual desarrollan productos: el jugo concentrado y diluido, confites, licores, entre otros.

En lo que respecta al cultivo este presenta limitaciones en su desarrollo a nivel de campo, siendo estas de diferentes orígenes: falta de tecnología, uso inadecuado del riego o la deficiencia de este, falta de prácticas de manejo integrado, bajos precios, son parte de los factores que inciden en los niveles de rentabilidad en el cultivo.

D. juno es considerada como una de las principales plagas que afectan al cultivo generando pérdida en los niveles de producción. El índice de umbral económico en la mayoría de los casos es superado, al no contar con prácticas eficientes desde el punto de vista de manejo cultural, controles preventivos y alternativas probadas como es el caso del uso de productos biológicos.

Con base a lo expuesto, es necesario realizar investigaciones que conduzcan a desarrollar bases tecnológicas de manejo mediante las cuales pueda ser revertida esta situación generando mayores niveles de productividad en el cultivo.

El control biológico desde el enfoque de manejo integrado ha cobrado importancia debido a los resultados que se obtienen y el beneficio ecológico que representan, ha sido probado *B. bassiana* y *B. thuringiensis* como efectivos controladores para diferentes plagas y enfermedades. Por ende, el manejo de estos controladores biológicos puede contribuir a disminuir la problemática causada en este caso por *D. juno* en el cultivo de maracuyá.

En Ecuador, la investigación en el uso de los controladores biológicos señalados es de reciente data, razón por la cual la presente investigación pretende evaluar el efecto de *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* en el control de *D. juno* en el cultivo de maracuyá.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años el cultivo de maracuyá ha experimentado un crecimiento en el área de cultivo debido a la demanda creciente del rubro por un lado y por el otro a la mejora sustancial de los precios, estas razones hacen que sea necesario desarrollar estrategias agroeconómicas que ofrezcan ventajas comparativas para fortalecer los sistemas productivos del cultivo y en consecuencia ofrecer una materia prima óptima para la agroindustria local y para la exportación. Son señalados como problemas que afectan los niveles productivos del cultivo la carencia de materiales vigorosos para la propagación, las enfermedades que le afectan, las prácticas empíricas en manos de los productores, las densidades de plantación por debajo de los parámetros recomendados, la carencia sistemática de prácticas culturales, así como la inexistencia de normas de calidad y un deficiente manejo post-cosecha. Todas las causas anteriores colocan en desventaja a los sectores productivos y procesadores que se relacionan con el cultivo.

La producción de maracuyá en Ecuador se concentra principalmente en la región costera del país, en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Santo Domingo. La producción se da durante todo el año, sin embargo, la cosecha se concentra en los meses de abril-septiembre y diciembre-enero; en estos meses la producción supera el promedio (Cañizares y Aguilar 2015).

La producción del cultivo según el Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura - MAGAP durante el año 2014 menciona que este cultivo tuvo una superficie total sembrada de 35.324 hectáreas a nivel nacional, los datos de producción registraron 459.212

toneladas/métricas; se deduce que el aumento de la producción tuvo que ver con incremento en el precio, movilizándolo a pequeños productores a destinar sus áreas productivas para la siembra del cultivo (Valarezo *et al.* 2014).

El Gusano defoliador o gusano negro del maracuyá (*D. juno*) es una de las principales plagas que lo afecta. En su estadio larval se alimenta de las hojas causando defoliación, pudiendo llegar a afectar los botones florales. Otro de los aspectos de importancia tiene que ver su hábito gregario, lo que puede ser crítico para el cultivo. La etapa larvaria dura de 19-27 días y el ciclo completo alrededor de 42 días, transcurrido este tiempo se inicia un nuevo ciclo (Calle *et al.* 2005).

Para el control de este insecto tradicionalmente se ha utilizado el control químico, sin embargo, los estudios han demostrado que este tipo de control afecta a los polinizadores y por consiguiente influye en la disminución de la producción de frutos (Lara 2016).

En función de lo anterior se requiere que existan alternativas de control al alcance de los agricultores, estos mecanismos deben incluir prácticas culturales y el uso de controladores biológicos como alternativa, estableciendo además prácticas desde el manejo integrado de plagas. En muchos casos los agricultores no cuentan con información y carecen de las destrezas requeridas para el uso de este tipo de controles, además no tienen acceso a recomendaciones técnicas en lo que respecta a dosis, y frecuencia en el tratamiento. En ese sentido es fundamental contar con una base investigativa que permita brindar a los productores información con la que puedan actuar efectivamente en el control de plagas y enfermedades.

En el caso específico del uso de *B. bassiana* en el cultivo de maracuyá se han realizado estudios que han demostrado la efectividad de

este hongo entomopatígeno para el control de *D. juno*, sin embargo, muchos de estos estudios se realizan a nivel de laboratorio y en condiciones controladas. Lo que puede limitar su aplicación en campo donde intervienen diferentes variables ambientales.

En lo que respecta a *B. thuringiensis* está clasificado como bacilo Gram positivo. Este organismo en la fase de esporulación genera una inclusión parasporal, la cual está conformada por proteínas Cry que ejerce una actividad biológica contra insectos-plaga. Debido a esta proteína produce toxicidad contra larvas de insectos-plaga de los órdenes Lepidóptera, Coleoptera y Diptera. Uno de los aspectos favorables del uso de este bacilo se relaciona con su acción biológica sin generar procesos de contaminación ambiental (Portela, Chaparro, & López, 2013). *B. thuringiensis* ha sido probado y desarrollado comercialmente, a diferencia de *B. bassiana* que tiene un campo de aplicación más limitado; en especial en el cultivo de maracuyá los procesos de investigación se encuentran en fase de desarrollo.

Por las razones expuestas anteriormente, la presente investigación se plantea con la finalidad de hacer uso de dos productos biológicos a fin de determinar la efectividad en el control del gusano defoliador, con miras a que pueda aportar a los productores de este rubro alternativas de manejo de esta plaga y por consiguiente favorecer la producción del cultivo. La investigación al ser realizada en áreas de siembra del cultivo provee un ambiente experimental en condiciones similares a la siembra del cultivo por parte de los agricultores, se espera así que los resultados que se obtengan en cuanto a dosis y tratamiento puedan ser replicados y de utilidad para los productores del cultivo.

1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la efectividad de *B. bassiana* y *B. thuringiensis* en el control de *D. juno*, en el cultivo de maracuyá?

1.3. OBJETIVOS

GENERALES

Evaluar el uso de *B. bassiana* y *B. thuringiensis* para el control de *D. juno*, en el cultivo de maracuyá

ESPECÍFICOS

- Determinar la efectividad de *B. bassiana* y *B. thuringiensis* en el control de *D. juno*, en el cultivo de maracuyá
- Realizar una comparación económica del tratamiento tradicional para el control de *D. juno* versus los tratamientos probados en el presente estudio.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El uso de medios de control de plagas y enfermedades de naturaleza biológica ha cobrado gran relevancia, este tipo de controles favorece la generación de alimentos sanos además de proteger especies que coexisten en los ambientes productivos y que son determinantes en los ciclos biológicos de los cultivos como el caso de los polinizadores del cultivo de maracuyá, sobre los cuales depende la fecundación de los órganos femeninos de la flor y posterior formación de los frutos. La producción eficiente en el cultivo de maracuyá requiere del uso de prácticas como la asociación de cultivos y rotación, la fertilización biológica de los suelos, el uso de semilla garantizada genéticamente, y la incorporación de métodos de control de plagas y enfermedades que transiten a un mayor uso de productos de origen biológico.

El incremento de los niveles de producción dependen en gran medida del control que se realice de enfermedades y plagas a través de alternativas de control biológico, en el caso de maracuyá la afectación por el gusano negro se considera una plaga de daño económico importante si

no se controla a tiempo, por lo tanto probar a través de estudios experimentales controladores biológicos y tratamientos permitirá obtener resultados de procedimientos que hayan resultado efectivos y que puedan ser usados en los centros de producción. Incluso al elevarse la demanda de exportación del rubro, se crea una industria potencial de productos biológicos a escala comercial que requieren también del soporte investigativo para la comercialización de productos biológicos a gran escala. Por lo tanto, la investigación que se plantea aporta al sector agrícola y muy especialmente a los productores de maracuyá que en su mayoría responden a agricultores de tenencia de tierra a pequeña escala y en el que participa el grupo familiar, sobre el cual se soporta parte de su economía.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CULTIVO

La maracuyá se originó en la región amazónica específicamente en Brasil, de este país fue trasladada a Australia y posteriormente se lleva a Hawái. Los países que en la actualidad lo cultivan se encuentran Venezuela, Colombia, Ecuador, Brasil, Sudáfrica, Guinea, Sri Lanka, India, Taiwán y Hawái. El origen etimológico del nombre es posible que se haya originado de los indígenas de Brasil quienes usaban el vocablo “maraú-ya” derivado de “marahu”, que al mismo tiempo deriva de “ma-râ-ú” cuyo significado es “cosa que se come de sorbo”, por el uso de los colonizadores la palabra se degeneró llegando al vocablo con el que hoy en día se denomina. Taxonómicamente pertenece a la familia Passifloracea, Género Passiflora, especie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener (Cañizares & Jaramillo, 2015).

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Véliz (2015, pág. 6) presenta la clasificación taxonómica:

División:	Espermatofita
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	Arquiclámidea
Orden:	Passiflorales
Suborden:	Flacourtiinae
Familia:	<i>Passifloraceae</i>
Género:	<i>Passiflora</i>
Especie:	Edulis
Variedades:	Purpúrea y Flavicarpa

2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL MARACUYÁ

Responde a las características de ser una planta trepadora, con el tallo cilíndrico, y en el estadio joven es angulado, de textura lisa, verde con presencia de zarcillos axilares. Los folíolos son de longitud mediana, se disponen alternamente, estas son trilobuladas y de bordes aserrados, color verde, pueden medir entre 8-16 cm de largo. Las nervaduras son laterales y pronunciadas, trinervadas. Existen dos nectarios o glándulas cortas en la inserción de la lámina del peciolo. Las flores tienen las siguientes características: vistosas, axilares, solitarias, hermafroditas, tanto sépalos y pétalos son amarillentos y filamentos de la corona finas y onduladas, mitad inferior morada y superior blanca (Cañizares & Jaramillo, 2015).

En cuanto al sistema radicular es ramificado, sin raíz pivotante, superficial, se distribuye el 90% en los primeros 15-45mm, encontrándose el 68% del total de las raíces a 60 cm del tronco, por lo que las labores culturales deben tomar en cuenta este crecimiento de las raíces (Veliz, 2015).

2.4. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

La maracuyá es una planta trepadora, con dimorfismo foliar ya que en la fase juvenil las hojas son lobadas y trilobadas cuando pasan a ser adultas. Las características del tallo son: monopodiar, semileñoso y cilíndrico. En la semilla se observa el hipocotilo en el eje embrionario, con dos cotiledones laminares y la radícula, tiene el endospermo y la cubierta. Al emerger la radícula se considera que es plántula que ha emergido al estar los cotiledones expuestos y en 90° con respecto al ángulo principal esta germinación es conocida como tipo farenocortilar por algunos autores. La abscisión de los cotiledones ocurre a los 70 días luego de la

emergencia, durante las primeras hojas son lobadas ovaladas, ápice acuminado y nervadura palmeada. Durante la fase juvenil las primeras hojas son lobadas ovaladas, ápice acuminado y nervadura palmeada, también el pecíolo tiene glándulas y en la porción basal estipulas.

En la transición a la fase adulta ocurren unos cambios de longitud intermodal, en hojas y zarcillos, y se dan justo entre el tercero y el séptimo giro justo cuando tiene 250 cm. En este punto se transforma en liana y el eje es decumbe, se originan los zarcillos y las ramas laterales y las hojas trilobadas.

Las flores son indicativas de que se encuentra en la fase adulta y surgen a la derecha del zarcillo, y se dan en el octavo giro filotaxico ya culminado y otro indicador es los 195 días de la siembra, verificándolo con el conteo del nudo 35 desde el nudo cotiledonar. La floración y fructificación se da luego del sexto mes de siembra y en simultáneos. En todas las ramas puede haber fructificación (Cañizares & Jaramillo, 2015)

2.5. BIOLOGÍA FLORAL

Es importante conocer la biología de la flor para la aplicación de riego y controles químicos en el cultivo, en ese sentido la flor a pesar de que es hermafrodita, no es autofecundada dado que los estigmas se ubican en el androginóforo y las anteras debajo de este, además presenta dicogamia protándrica ya que las anteras maduran antes que los estigmas. En relación a la hora de apertura de la flor la máxima ocurre a la una de la tarde decreciendo posteriormente hasta aproximadamente seis horas. Se debe conocer la existencia de los tipos de flores, en ese sentido esta la flor con estilo sin curvatura, los estigmas están unidos y presenta los órganos femeninos estériles, en la planta tiene una frecuencia entre 2,38% y 15,52%, puede ser llevado el polen a otra planta, pero no puede ser germinada. La flor con estilo totalmente curvo tiene los estigmas debajo de las anteras facilitando la polinización cruzada se encuentran en

proporciones de 70,79% a 100% dando un porcentaje de fructificación de 45%. Flor con estilo parcialmente curvo en esta los estigmas se encuentran arriba de las anteras y se encuentra entre 10-28%, en esta el gineceo es fértil, pero se dificulta la polinización cruzada por la distancia entre estigmas y anteras, al pasar los insectos recolectando polen de las anteras no lo colocan en los estigmas. Tienen un 13% de polinización (Cañizares & Jaramillo, 2015).

En lo que respecta a la formación de los frutos este se inicia desde la apertura de la flor, al ser polinizada los estigmas se curvan y se cierra nuevamente la flor, se secan los estigmas y las anteras iniciando el crecimiento del ovario.

2.6. POLINIZACIÓN DE MARACUYÁ

La polinización puede ocurrir de forma natural o artificial, al tener incompatibilidad esta es cruzada y son los insectos quienes transportan el polen dada la vistosidad, aroma, color, abundante néctar y polen. La polinización artificial se realiza trasladando el polen con una brocha de las anteras a los estigmas y se recomienda realizar cuando la polinización entomófila es baja, esto se determina contando las flores cuajadas sobre una base de 100 resultando cuarenta flores cuajadas ya que se logra incrementar la efectividad en un 94% de frutos cosechados. Con respecto al fruto este es una baya de aproximadamente 230 gramos, globosa y ovoide, con el ápice y base redondeados, corteza de color amarillo, dura, lisa y cerosa, alcanzando la madurez entre los 60 y 70 días de haber sido polinizados. El pericarpio es grueso, conteniendo de 300 a 450 semillas la cual es rodeada por un arilo que contiene un jugo aromático, ácido y de color amarillo (Veliz, 2015).

2.7. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN POR SEMILLAS

El proceso de propagación por semillas inicia con la selección de plantas madres. Las cuales se escogen considerando las siguientes características según Abadía (2014):

- Plantas vigorosas
- Buen desarrollo
- Resistentes a enfermedades
- Buena producción y rendimiento
- Precocidad, longevidad

Siguiendo con las recomendaciones del mismo autor para la selección de los frutos. se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Seleccionar frutos ovalados, los redondos tienen un 10% menos de jugo.
- El color de la cáscara debe de ser amarillo, las anaranjadas tienen un sabor a madera, lo que disminuye su potencial de industrialización.
- El peso del fruto debe de ser mayor a 130 gramos. Frutos con un porcentaje de jugo de más de 33%.
- La pulpa debe tener un color amarillo intenso, alta acidez y un contenido de 15% de azúcares solubles.

La obtención de semilla se realiza de la siguiente forma según Abadía (2014):

1. Cortar los frutos por la mitad.
2. Extraer las semillas y colocarlas con el jugo en un recipiente plástico.

3. Dejarla de 4 a 8 días para que ocurra la fermentación del arilo. Colocarla en un empaque o costal de polipropileno, lavarla con agua limpia frotándola hasta que desprenda el mucílago.
4. Colocarlas sobre papel periódico o toalla y dejarlas por tres días a la sombra para que se sequen completamente.
5. Tratar la semilla con un fungicida.
6. Empacarla en contenedor plástico sellado con tapa.
7. Hacer una prueba de germinación.
8. Almacenar en la nevera (pág. 24)

En cuanto a la siembra en vivero se utilizan bolsas plásticas negras de 9x12cm, 15x25cm macetas plásticas, se requiere un buen sustrato para favorecer el crecimiento de las raíces.

2.8. EL CULTIVO DE MARACUYÁ EN ECUADOR

El cultivo de maracuyá fue introducido en Ecuador durante los años de 1970 desde el punto de vista comercial. Las condiciones edafoclimáticas que requiere el cultivo se encuentran en el valle del río Portoviejo, El Empalme, Balzar, Vinces, Babahoyo, Quevedo, Milagro, El Triunfo, Naranjal, Tenguel, Pasaje, Quinindé, Santo Domingo de los Colorados y Lago Agrio en la región amazónica (Lara, 2016).

El mismo autor señala que en lo que respecta a las exportaciones de frutas, el cultivo de maracuyá ha logrado escalar un espacio en el mercado internacional, siendo competitivo mediante la oferta y precios bajos. Los bajos costos de producción han sido el factor que ha permitido lograr el posicionamiento y el rango de precios que se ofrece. Sin embargo, el sistema productivo de las plantaciones tiene niveles de manejos inadecuados que deben ser superados.

La producción por hectárea indica que el rendimiento del cultivo en Ecuador oscila de 14 a 15 toneladas métricas, mientras que al comparar

la producción de otros países el rango va de 35 a 40 tha^{-1} . Se reafirma la importancia de mejorar los sistemas productivos desde el punto del manejo agronómico y el control integrado de plagas y enfermedades, si se quiere mejorar los niveles de producción (Lara, 2016).

Con base a los datos suministrados por el Instituto Espacial Ecuatoriano, la parroquia Charatopó cuenta con una superficie agrícola total de 7002,11 hectáreas, siendo el cultivo de maíz la primera cobertura de la parroquia; en segundo lugar, se ubica el arroz. La cebolla perla y el maracuyá ocupan el tercero y cuarto lugar respectivamente. Se estima que la superficie sembrada de maracuyá es de 177,18 ha. La producción masiva y la intervención de los intermediarios ha incidido en que disminuyan los precios y por consiguiente la superficie de siembra, otro de los factores que influye tiene que ver con el desgaste del suelo y la falta de tecnificación. Todo lo anterior afecta la economía de los productores agrícolas (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Charapotó, 2015).

2.9. VARIEDADES EXISTENTES

Existen tres variedades comercialmente hablando, maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*, var. *flavicarpa* Degen), esta variedad fue introducida de Colombia o Brasil, posteriormente se multiplicaron con las semillas obtenida, sin selección de material lo que ocasiono la degeneración. Ante esta situación y producto de investigaciones existe la variedad Maracuyá Mejorada INIAP-2009, desarrollada por el INIAP y obtenida en el Programa de Fruticultura, comercialmente esta variedad es utilizada por los productores. La otra variedad en maracuyá morado (*Passiflora edulis*, Var. *púrpura* Sims), y dulce (*Passiflora alata*), los frutos son de color morado-rojo y crece en áreas templadas.

El INIAP ha probado una especie de Pasiflorácea conocida como maracuyá dulce (*P. alata*) en la granja experimental PALORA, ubicada en el cantón Palora. El objetivo de probar esta variedad es contrarrestar las enfermedades que afectan al cultivo, ya que ofrece resistencia a las enfermedades además de tener características organolépticas importantes para la comercialización (Revista Agro, 2016).

2.10. CICLO BIOLÓGICO Y TAXONOMÍA DEL GUSANO NEGRO

(D. juno)

El ciclo biológico entre machos y hembras varía, en el caso de la hembra puede durar entre 49 y 55 y en el caso del macho 46 y 52 días respectivamente. Los adultos colocan los huevos en pequeños grupos o hileras sobre todo en el envés de las hojas. Estos eclosionan entre 6 a 7 días luego de la ovoposición. La etapa larval tiene cinco instares, los cuales varían de tonalidades de claro a oscuro en la medida que madura, y su voracidad alimenticia se incrementa. Se reconoce la especie en su fase larval porque tiene una espina, es de color oscuro y tiene la cabeza negra. Al momento de pasar a la fase de Pupa, forma hilos de seda en el envés de la hoja en forma de telaraña, con este mecanismo se le facilita el movimiento. Este instar dura entre 10 a 12 días. Al salir la pupa los adultos alcanzan su madurez sexual, iniciando su apareamiento durante 1 hora. Posteriormente y a los dos días, la hembra ovoposiciona colocando entre 190 a 237 huevos diariamente. Taxonómicamente el insecto pertenece a los Lepidoptera: Nymphalidae (Lara ,2016).

2.11. DAÑOS CAUSADOS POR EL GUSANO EN EL CULTIVO DE MARACUYÁ

La larva de Dione origina defoliación pudiendo llegar a afectar los botones florales, afecta poblaciones jóvenes y brotes de las plantas luego de realizar prácticas de poda, también puede dañar flores y ramas. Actúa con mayor daño en época seca, incluso puede llegar a ser severo el daño cuando deja las nervaduras de las hojas (Veliz ,2015)

2.12. MÉTODOS DE CONTROL

El método de control que principalmente se usa es el control químico, utilizando Malathion al 57%, en una dosis de 400cc, en 200 litros de agua. Sin embargo, este tratamiento afecta los insectos polinizadores. La producción de productos biológicos ha permitido incorporarlos en los controles de insectos plaga, *B. thuringiensis*, es uno de los más usados. Llama la atención que exista poco uso de *B. bassiana* en el control del gusano negro ya que en muchos países es utilizado para el control de coleópteros y lepidópteros (Lara, 2016).

También existen los controles culturales, y una de las prácticas que se recomienda en superficies de pequeña extensión, es arrancar las hojas en las que se identifique las colonias de insectos, para bajar la población. En el caso de superficies grandes el control químico debe usarse en horas en las cuales no se encuentren insectos benéficos, en especial los polinizadores del cultivo (Veliz, 2015).

2.13. USO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL

B. thuringensis contiene proteínas Cry que son producidas en la fase de esporulación, en la inclusión paraspora; esta proteína tiene actividad biológica y actúa controlando insectos-plaga de los órdenes Lepidóptera, Coleóptera y Díptera, siendo ampliamente usado en la producción agrícola como un biocontrolador, no genera daños ambientales, ni afecta a los seres vivos, incluyendo al ser humano (Portela *et al.* 2013).

Investigaciones sobre *B. thuringiensis* y su efectividad en el control de *D. juno* se han realizado en diferentes países de Latinoamérica. En Brasil se hizo un bioensayo para determinar la efectividad de tres formulaciones que incluyo la aplicación de Bacillus, Dipel PM, Dipel Flowable y Thuricide PM, en el control de *D. juno*. El ensayo se realizó en el campo, fueron aplicados 3 tratamientos: 3,2 g a.i./100 litros, paratión a 24 g / 100 litros y una mezcla de fenitrothion y fenvalerato a 5 y 25 g, respectivamente / 100 litros. Todos los tratamientos redujeron en un 60% el número de larvas vivas (Villani *et al.* 1980) (Villani, Campos, & Gravena, 1980).

Otros trabajos de investigación relacionados con la patogenicidad de *B. bassiana* (Bals.) Vuill fue realizado con larvas de tercer estadio del “defoliador del maracuyá” *D. juno* (Lepidoptera: Nymphalidae), se utilizó suspensiones de 10^6 , 10^7 y 10^8 conidias mL⁻¹ registrando una mortalidad las larvas de *D. juno*, entre 20% y 84% al cuarto día desde la aplicación, el estudio concluye que la cepa CCB-LE 262 de *B. bassiana* (Bb SENASA) tiene un gran potencial como controlador biológico de *D. juno* (Malpartida *et al.* 2013).

Para el caso específico del proyecto la empresa ecuatoriana FENEC S.A productora y comercializadora de productos orgánicos suplirá los productos. En el caso de *B. thuringiensis*. nombre comercial del producto, recomiendan aplicarlo al observar la aparición de las primeras larvas, diluyendo en 200 litros de agua 1500ml, con repetición entre ocho y diez días según evolucione la plaga que se esté controlando. Comercializan además, *B. bassiana*. recomendando aplicar 1Kg/ha del producto en las primeras horas de la mañana o a finales de la tarde (Fenec s.a. productos orgánicos, 2018).

2.14.HIPÓTESIS

El uso de *B. bassiana* y *B. thuringiensis* es eficaz para en el control de *D. juno*.

2.15.VARIABLES – DEPENDIENTE – INDEPENDIENTE- OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Cuadro 1 Variables

Variables	Variables conceptuales	Variables operacionales
Independiente	<i>Concentraciones B. bassiana es un hongo entomopatígeno utilizado como controlador biológico del gusano negro (D. juno)</i>	Determinar la eficacia de <i>B. bassiana</i> en el control del gusano negro <i>D. juno</i>
	<i>B. thuringensis es un biocontrolador utilizado para el control de no genera daños ambientales, ni afecta a los seres vivos, incluyendo al ser humano</i>	Determinar la eficacia de <i>B. thuringensis</i> en el control de <i>D. juno</i>
Dependiente	Mortalidad de larva de <i>D. juno</i> . <i>Se considera que existe mortalidad cuando hay ausencia de movimiento de la larva al ser tocada producto del efecto del tratamiento aplicado.</i>	Conteo de larvas afectadas. Comparación económica de tecnologías tradicionales.

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en la finca agrícola El Junco, propiedad del Ing. Rubén Melquiades Alcívar Murillo, en la Comuna El Junco, de la Parroquia Charapotó, en la Provincia de Manabí.

3.2. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

Cuadro 2. Características Agrometeorológicas del área experimental

Topografía	Regular
Altitud	350 - 400 msnm
Clasificación bioclimática	Bosque deciduo y semideciduo
Temperatura promedio	25°C
Precipitación anual	367 mm.
Humedad	81%
Heliofanía	1507.2
Drenaje	Natural

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Charapotó, 2015

3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.1.1. FACTOR A: BIOCONTROLADOR

A1 B.B (*B. bassiana*)

A2 B.T (*B. thuringiensis*)

3.1.2. FACTOR B: DOSIS BIOCONTROLADOR

3.1.3. TRATAMIENTOS

B1 (5 ml/ litro agua)

B2 (10 ml / litro agua)

B3 (15 ml / litro agua)

3.1.4. TIPO DE DISEÑO

Diseño de bloques completos al azar DBCA

3.1.5. NÚMERO DE REPETICIONES

Tres (3)

3.1.6. TRATAMIENTOS

Tratamiento	Código	Descripción
T1.	A1, B1	5ml de Bb
T2.	A1, B2	10ml de Bb
T3.	A1, B3	15ml de Bb
T4.	A2, B1	5ml de Bt
T5.	A2, B2	10ml de Bt
T6.	A2, B3	15ml de Bt
Testigo	Sin control	

Esquema del Adeva

F.	de	V.
G.L		
Total (t^*r-1)		17
Repet. ($r-1$)		2
Tratamiento ($t-1$)		5
Error Exp. ($(r-1)(t-1)$)		10

Prueba de Significación Tukey al 5%.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico INFOSTAT.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

La plantación de maracuyá en la cual se realizó el experimento tenía un año ya establecida, con una distancia de siembra de 4m entre plantas y 2m entre hilera, el área útil fue de 1.512 m². Cada unidad experimental estuvo conformada por 6 plantas con un total de 126 plantas siendo la distancia entre parcela de 4m.

3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Se realizó antes de aplicación de los tratamientos control de maleza manual para realizar las evaluaciones de manera más efectiva.

A la aparición de las larvas de *D. juno*, se realizó la primera aplicación de los tratamientos de los dos biocontroladores en las 3 dosis diferentes.

3.4. VARIABLES EVALUADAS

Efectividad. - Se determinó en tres observaciones realizada cada tres días después de la aplicación de los biocontroladores. Fueron contadas las larvas muertas en cada parcela, siguiendo el siguiente proceso de revisión: se toman dos plantas al azar en cada parcela, se realizó el conteo y se calculó el promedio de larvas muertas.

La efectividad se calculará mediante el uso de la fórmula de Abbott (1925)

$$E\% = \left(1 - \frac{PDT}{PDC}\right) * 100$$

E: Efectividad de la aplicación

PDT: Población de larvas después de la aplicación en el tratamiento.

PDC: Población de larvas después de la aplicación en el control (testigo).

Comparación económica Tecnología tradicional vs. el tratamiento. - Se registraron los costos tanto fijos y variables asociados a las prácticas de campo (mano de obra, deshierbe, insumos, etc.), comparado con los rendimientos obtenidos, y el precio de mercado del

producto, determinando la relación efectividad-inversión-rendimiento de cada uno de los tratamientos comparándolo con el tradicional.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS CONTROLADORES BIOLÓGICOS

Siguiendo las pautas definidas en el marco metodológico fue realizado el experimento en una plantación de maracuyá con un año de establecida en campo, encontrándose sembradas a una distancia de 4m entre plantas y 2m entre hilera, teniendo un área útil de 1.512 m².

Se establecieron las parcelas las cuales estaban conformadas por seis plantas totalizando 126, se estableció una distancia entre parcelas de 8m. Se realizó una única aplicación de los dos biocontroladores en las tres dosis establecidas en el diseño experimental. Se incluye además el testigo el cual fue la parcela en la que no se aplicó ningún tipo de tratamiento.

Fueron contadas las larvas de *D. juno* antes de la aplicación del tratamiento, se aplicó el tratamiento y cada tres día se procedió a realizar nuevamente la evaluación, fueron efectuadas cinco evaluaciones. Se contabilizaron las larvas de *D.juno* afectadas por el efecto de los biocontroladores. No fue necesario hacer una segunda aplicación ya que el control fue efectivo.

Se aplicaron los tratamientos de los dos biocontroladores, la primera aplicación se realizó luego de la aparición de larvas. Se realizó un monitoreo diario y para la evaluación de efectividad se hicieron cuatro observaciones, cada tres días luego de la aplicación de los biocontroladores. Fueron contadas las larvas muertas en cada parcela, con el siguiente proceso de revisión: se toman dos plantas al azar en

cada parcela, se realizó el conteo y se calculó el promedio de larvas muertas. El resultado del procesamiento de los datos arrojó los siguientes resultados:

En relación al testigo al no existir ningún tipo de control inicialmente fueron contabilizadas 200 larvas de *D. juno*, manteniéndose el número de individuos de la especie durante todo el ciclo de conteo establecido.

TRATAMIENTO DE *B. bassiana*

Tabla 1. Número de larvas vivas en tratamiento con *B. bassiana* (5ml/L)

Tratamiento de BB 5ml/lt	Número de Larvas N° 1 antes de la aplicación	Número de Larvas N° 2 día 3	Número de Larvas N° 3 día 6	Número de Larvas N° 4 día 9	Número de Larvas N° 5 día 12
Bloque I	80	80	40	0	0
Bloque II	70	70	40	0	0
Bloque III	50	50	30	0	0
Media	67	67	37	0	0

Elaborado por: Loor Javier (2018)

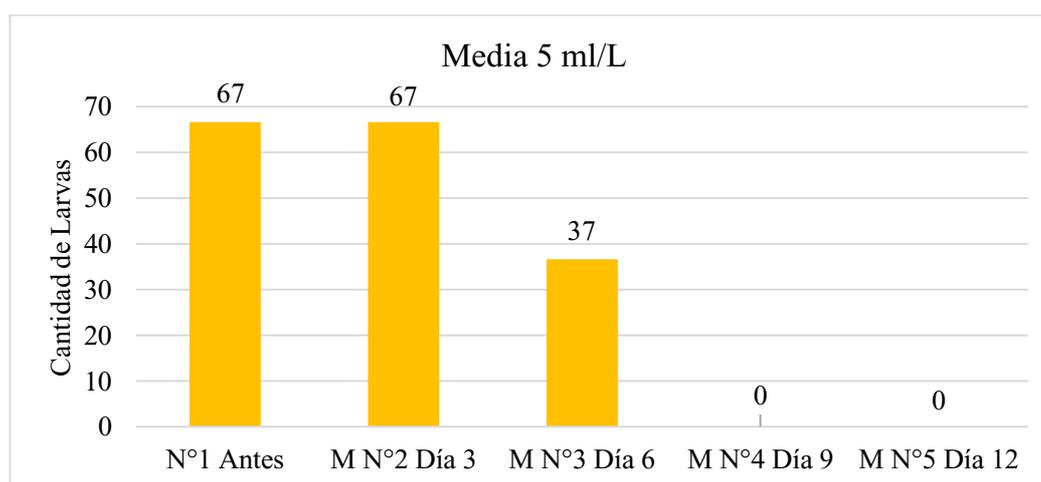


Figura 1. Medias de la medición de larvas sin afectación tratamiento con *B. bassiana* 5 ml/L

Elaborado por: Loor Javier (2018)

Tabla 2. Número de larvas vivas en tratamiento con *B. bassiana* (10 ml/L)

Tratamiento de BB 5ml/L	Número de Larvas N° 1 antes de la aplicación	Número de Larvas N° 2 día 3	Número de Larvas N° 3 día 6	Número de Larvas N° 4 día 9	Número de Larvas N° 5 día 12
Bloque I	85	85	40	40	30
Bloque II	120	120	31	31	21
Bloque III	100	100	60	60	45
Media	102	102	44	44	32

Elaborado por: Loor Javier (2018)

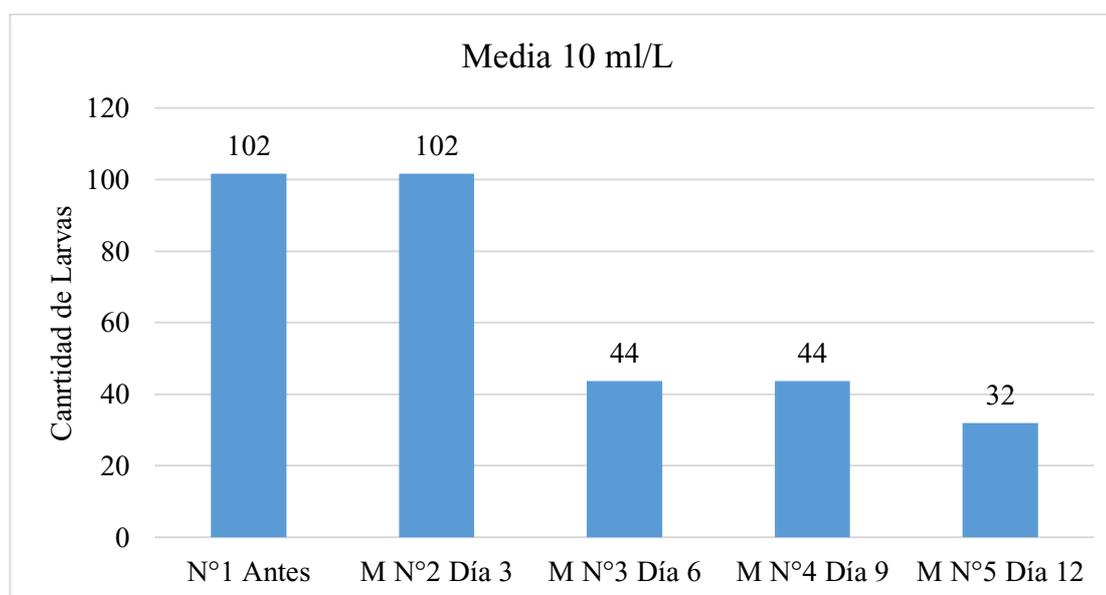


Figura 2. Medias de la medición de larvas sin afectación tratamiento *B. bassiana* 10 ml/L

Elaborado por: Loor Javier (2018)

Tabla 3. Número de larvas vivas en tratamiento con *B. bassiana* (15 ml/L)

Tratamiento de BB 5ml/lt	Número de Larvas N° 1 antes de la aplicación	Número de Larvas N° 2 día 3	Número de Larvas N° 3 día 6	Número de Larvas N° 4 día 9	Número de Larvas N° 5 día 12
Bloque I	140	140	20	0	0
Bloque II	180	180	30	0	0
Bloque III	125	125	15	0	0
Media	148	148	22	0	0

Elaborado por: Loor Javier (2018)

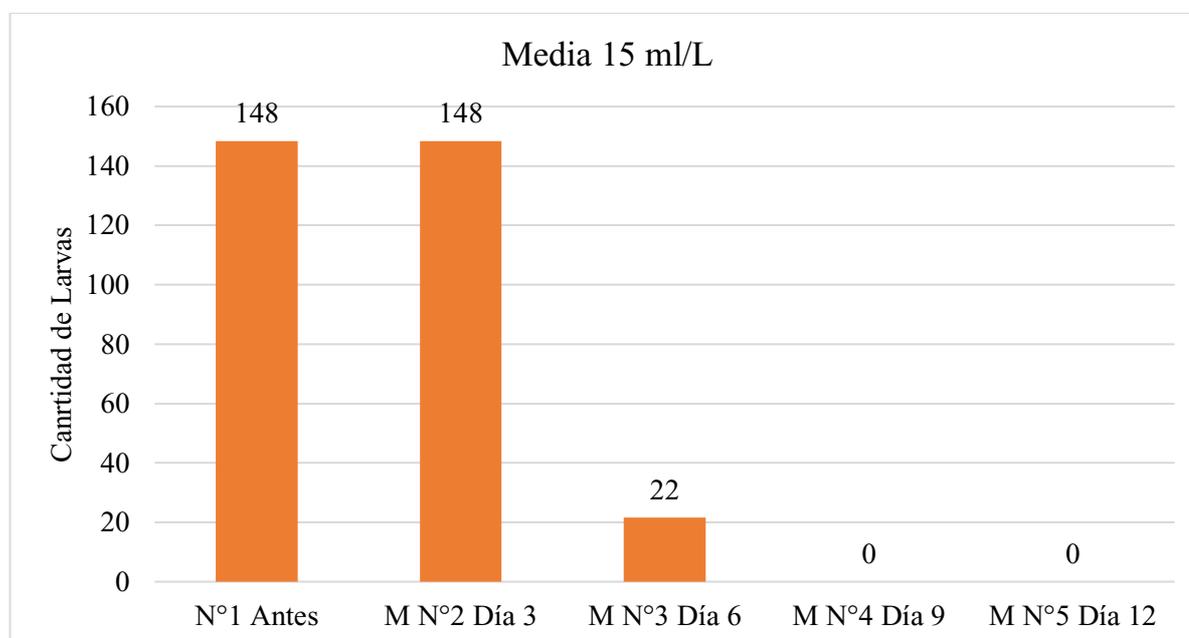


Figura 3. Medias de la medición de larvas sin afectación tratamiento *B. bassiana* 15 ml/L

Elaborado por: Loor Javier (2018)

Con respecto al tratamiento de *B. bassiana* la media del tratamiento de 5ml/L el comportamiento fue el siguiente: se contabilizaron 67 larvas al inicio, el día tres se mantiene la misma cantidad de larvas, para el día seis se contabilizan 37 larvas sin afectación, y ya para el día nueve no se encontraron larvas sin afectación, lo que resultó en un control de 100% de efectividad con esta dosis de *B. bassiana*.

Antes de la aplicación del tratamiento 10ml/L fueron contabilizadas en promedio 102 larvas sin afectación, manteniéndose este número en el tercer día de evaluación, para el día seis y nueve se obtuvo una media de 44 larvas en promedio, finalmente en el día doce de evaluación se encontró en promedio un número de 32 larvas en promedio.

En el tratamiento de 15ml/L, antes de la aplicación fueron contabilizadas 148 larvas en promedio, en el tercer día permanece el mismo número, ya para el día seis se contabiliza un promedio de 22 larvas, en la evaluación del día nueve no se encontraron larvas sin afectar, por consiguiente, el tratamiento fue 100% efectivo.

TRATAMIENTO DE *B. thuringiensis*

Tabla 4. Número de larvas vivas en tratamiento con *B. turingensis* (5 ml/L)

Tratamiento de BB 5ml/lt	Número de Larvas N° 1 antes de la aplicación	Número de Larvas N° 2 día 3	Número de Larvas N° 3 día 6	Número de Larvas N° 4 día 9	Número de Larvas N° 5 día 12
Bloque I	40	40	30	0	0
Bloque II	60	60	50	0	0
Bloque III	50	50	30	0	0
Media	50	50	37	0	0

Elaborado por: Loor Javier (2018)

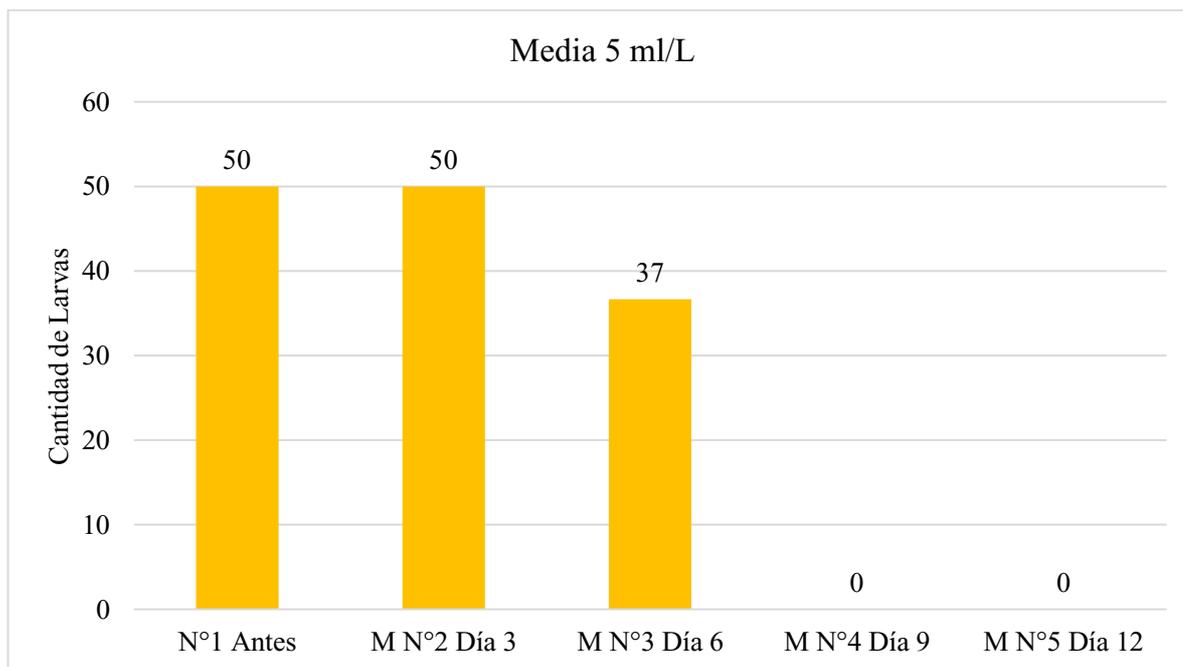


Figura 4. Medias de la medición de larvas sin afectación tratamiento B. thuringiensis 5 ml/L

Elaborado por: Loor Javier (2018)

Tabla 5. Número de larvas vivas en tratamiento con B. thuringiensis (10 ml/L)

Tratamiento de BB 5ml/lt	Número de Larvas N° 1 antes de la aplicación	Número de Larvas N° 2 día 3	Número de Larvas N° 3 día 6	Número de Larvas N° 4 día 9	Número de Larvas N° 5 día 12
Bloque I	60	56	12	0	0
Bloque II	80	70	30	0	0
Bloque III	55	53	23	0	0
Media	65	60	22	0	0

Elaborado por: Loor Javier (2018)

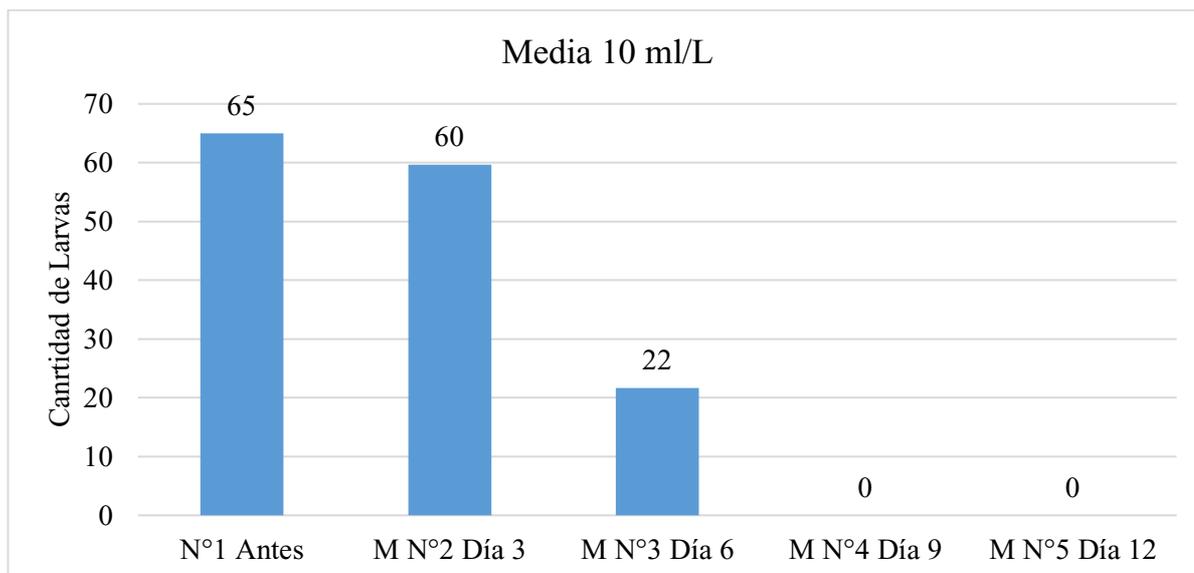


Figura 5. Medias de la medición de larvas sin afectar por el tratamiento B. turigensis 10 ml/L

Elaborado por: Loor Javier (2018)

Tabla 6. Número de larvas vivas en tratamiento con B. (15 ml/L)

Tratamiento de BB 5ml/lt	Número de Larvas N° 1 antes de la aplicación	Número de Larvas N° 2 día 3	Número de Larvas N° 3 día 6	Número de Larvas N° 4 día 9	Número de Larvas N° 5 día 12
Bloque I	80	80	60	0	0
Bloque II	180	180	150	0	0
Bloque III	140	140	117	0	0
Media	133	133	109	0	0

Elaborado por: Loor Javier (2018)

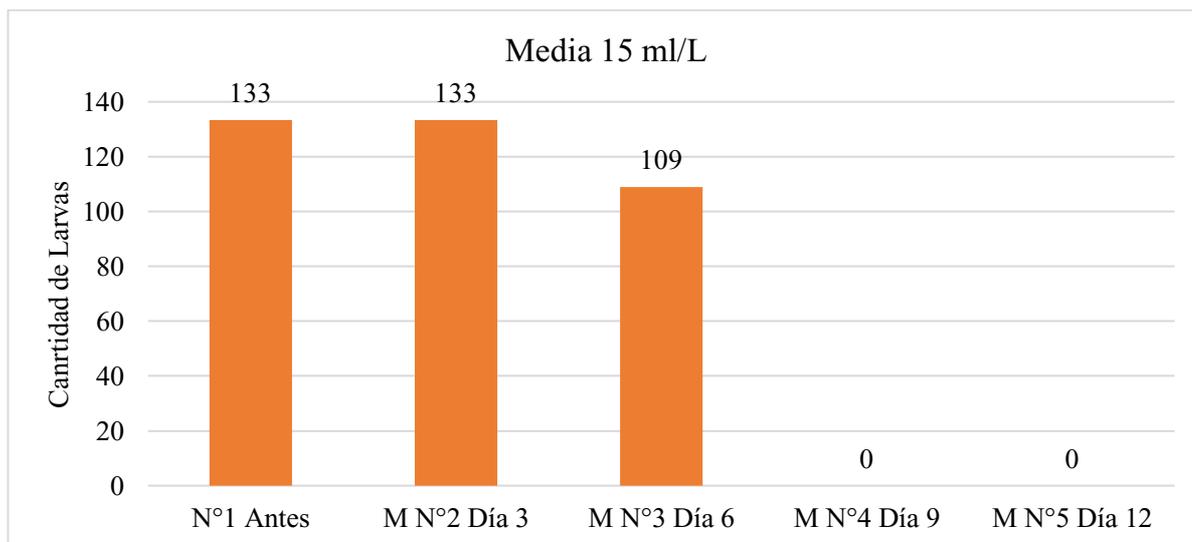


Figura 6. Medias de la medición de larvas afectadas con tratamiento *B. thuringiensis* 15 ml/L

El tratamiento de *B. thuringiensis* tuvo el siguiente comportamiento para cada una de las dosis:

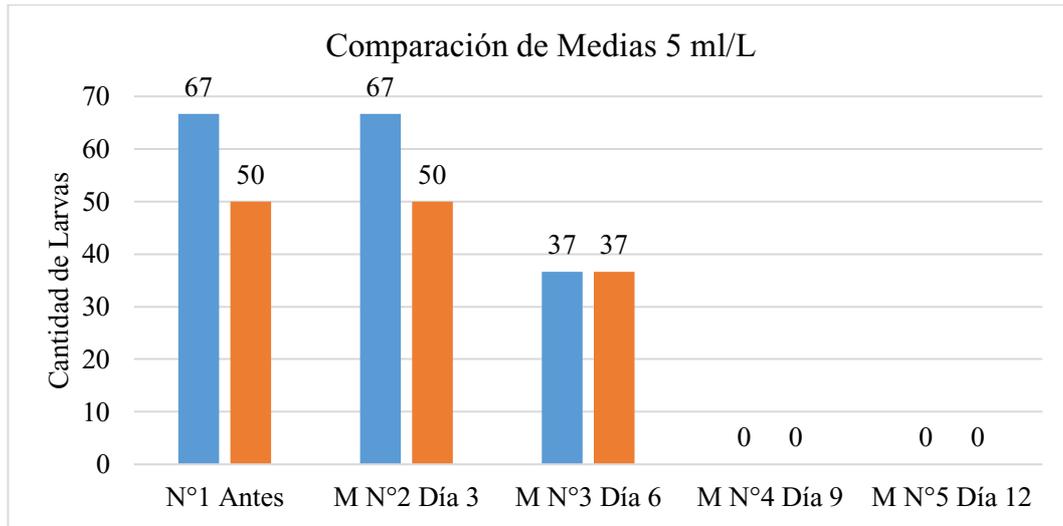
El conteo inicial de la dosis 5ml/l en promedio fue de 50 larvas, encontrando el mismo número en la evaluación del día tres, para el día seis reduce la población encontrando solamente 37 larvas sin afectar, a partir del día nueve no se encontraron larvas vivas. Siendo 100% efectivo el tratamiento.

Para el tratamiento 10ml/l fueron contabilizados en promedio 65 larvas de D, juno, en el día tres de evaluación se registran 60 individuos en promedio, para el día seis se registraron 22 larvas, a partir del día 9 no se registran larvas vivas por lo que resulta que este tratamiento tuvo un 100% de efectividad.

En lo que respecta al conteo inicial para la aplicación del tratamiento 15ml/l del controlador biológico se contabilizó 133 larvas en promedio, luego de la aplicación del tratamiento se encontraron a los tres días la misma cantidad de larvas sin afectar, luego en el día seis se

contabilizó 109 larvas sin afectar, a partir del día 9 no se encontraron larvas vivas, resultando en un 100% de efectividad el tratamiento.

4.2. COMPARACIÓN DE MEDIAS ENTRE *B. bassiana* y *B. thuringiensis*

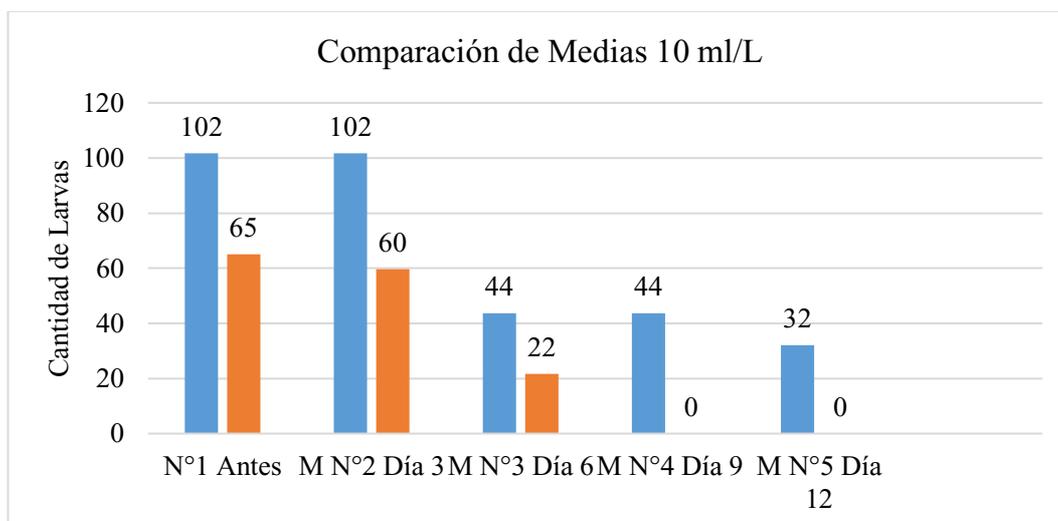


B. thuringiensis ● *B. bassiana* ●

Figura 7. Comparaciones de medias de la medición de larvas sin afectación para los tratamientos de *B. thuringiensis* y *B. bassiana* 5 ml/L

Elaborado por: Loor Javier (2018)

Con respecto a la efectividad de los tratamientos se aprecia que *B. thuringiensis* ejerció un mejor control que con respecto al tratamiento de *B. bassiana* en la dosis de 5ml/l al día tres de la evaluación. En el día seis ya se observa un control de la plaga en un número cercano a la mitad de los individuos presentes para los dos tratamientos. A partir del día 9 se ambos tratamientos ejercieron un control de 100% sobre la población de larvas de *D. juno*.



B. thuringiensis ● *B. bassiana* ●

Figura 8. Comparaciones de medias de la medición de larvas sin afectación para los tratamientos de *B. thuringiensis* y *B. bassiana* 10 ml/L
Elaborado por: Loor Javier (2018)

En cuanto a la comparación entre los controladores biológicos para la dosis de 10ml/L se observa cierta reacción en el día tres y luego en el día seis para el caso de *B. bassiana* se aprecia un control del 50% de individuos, en el caso de *B. thuringiensis* se observa un control en más del 50% de los individuos. En el día nueve la población ha sido controlada en un 100% con la dosis aplicada de *B. thuringiensis*. Para el caso de la aplicación de *B. bassiana* quedan larvas vivas en el día 12, por lo que se evidencia que el tratamiento no fue totalmente efectivo.

Al comparar los resultados con investigaciones que han utilizado el *B. thuringiensis* la efectividad del tratamiento de la investigación fue superior. Mientras que en la investigación realizada por Villani et.al (1980) arroja un 60% de control del gusano negro, las dosis utilizadas en el diseño del experimento redujo las larvas en un 100% para los tratamientos de 10ml/l y 15 ml/l

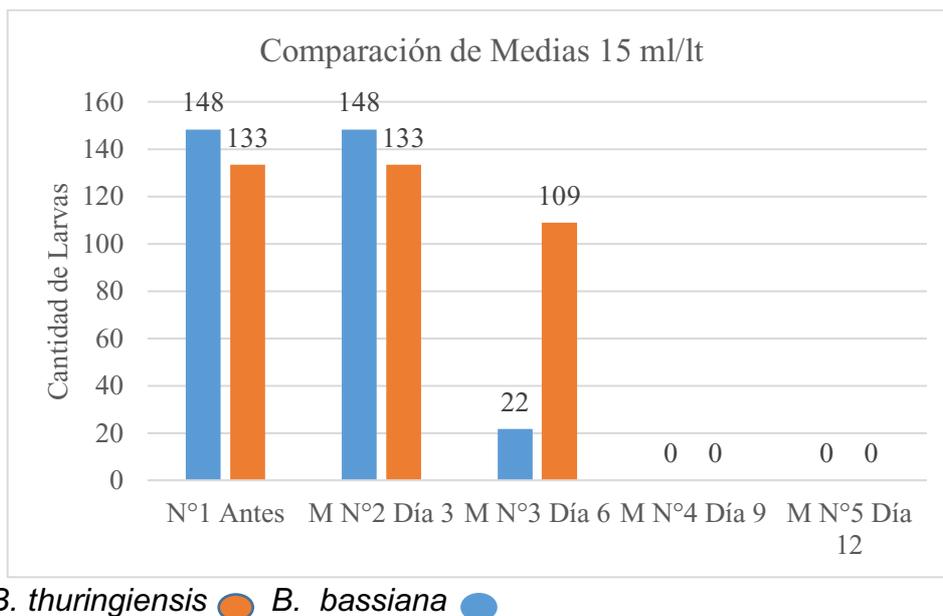


Figura 9. Comparaciones de medias de la medición de larvas sin afectación para los tratamientos de *B. thuringiensis* y *B. bassiana* 15 ml/L
Elaborado por: Loor Javier (2018)

El tratamiento de 15 ml/l también ejerce efecto en el día seis, sin embargo *B. baussiana* responde efectivamente al sexto día en un número importante de larvas afectadas, en cuanto que *B. thuringiensis* reacciona al noveno día con un mayor número de larvas afectadas. En ambos casos al día nueve ya han sido controlados en su totalidad la población de larvas de gusano negro *D. juno*.

El comportamiento de *B. bassiana* lo coloca como un potencial controlador ratificando los resultados obtenidos por Malpartida et.al. (2013) ya que en el cuarto día del tratamiento obtiene resultados favorables.

Se concluye en este apartado que es necesario hacer una supervisión permanente en el campo en relación a la aparición de *D. juno* en su fase ovípara y posteriormente de larva, ejerciendo un control inmediato con los controladores biológicos dada su alta voracidad en el cultivo de maracuyá en vista de la respuesta de las larvas ante los tratamientos, ya que la afectación se observó al sexto día de la aplicación,

cuando se contabilizaron las larvas afectadas. Tal y como expone Veliz (2015) se corrobora el comportamiento biológico de La larva de *D. june* ya que en campo se observó defoliación y afectación de los botones florales.

Es importante hacer mención de que en el caso del tratamiento de *B. thuringiensis* las larvas que recibieron el tratamiento y que entraron en fase de pupa no eclosionaron. Por último los resultados alcanzados al comparar con los resultados de Lara (2016) en cuanto que hace referencia a que es más usado *B. thuringiensis* que *B. bassiana* la presente investigación permitió demostrar que ambos agentes biológicos son efectivos en el control del gusano negro, además es necesario hacer mención que existe en el mercado a disposición de los productores presentaciones comerciales al alcance de estos, lo que favorece la incorporación de estos tratamientos dentro de un enfoque de manejo integrado de plagas.

4.2. CÁLCULO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS TRATAMIENTOS SEGÚN LA FÓRMULA DE ABBOTT

A continuación, se presenta una tabla síntesis con los cálculos de efectividad según la fórmula de Abbott para cada uno de los tratamientos:

Tabla 7. Cálculo de la efectividad de la aplicación de los tratamientos.

Producto/dosis	Formula de Abbott Efectividad
<i>B. bassiana</i>	
Promedio 5ml/l	100
Promedio 10ml	85
Promedio 15ml/l	100
<i>B. thuringiensis</i>	
Promedio 5ml/l	82
Promedio 10ml	100
Promedio 15ml/l	100

Elaborado por: Loor Javier (2018)

Como se puede observar el porcentaje de efectividad para todos los tratamientos en el caso de los dos controladores biológicos utilizados es óptimo, por consiguiente, se puede decir que tanto *B. bassiana* y *B. thuringiensis* son efectivos como tratamientos biológicos en el control de *D. juno* en el cultivo de maracuyá. Siendo posible sustituir el control químico que hasta ahora se realiza en esta unidad productiva específicamente para el control del gusano negro en maracuyá.

El análisis de varianza para la variable efectividad (fórmula de ABBOT), estableció diferencias significativas para los tratamientos (Ver Anexo 2. Análisis de Varianza), presentando dos rangos de significación según la prueba de Tukey al 5%. El coeficiente de Variación fue de 3,75%.

El mayor promedio lo presentaron los tratamientos T1 (5ml de Bb), T3 (15ml de Bb), T5 (10ml de Bt) y T6 (15ml de Bt), con un valor de 100%; mostrando los tratamientos T4 (5ml de Bt) y T2 (10ml de Bb) los menores promedios, con valores de 81,67 y 79% respectivamente.

Tabla 8. Prueba de Tukey para las comparaciones de Medias

Tratamientos	Medias	
6	100	A
5	100	A
3	100	A
1	100	A
4	81,67	B
2	79	B

Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente

4.3. COMPARACIÓN ECONÓMICA DE TECNOLOGÍA TRADICIONAL VS TRATAMIENTOS

Para la comparación de la tecnología tradicional vs el tratamiento se hizo un análisis entre el precio de mercado de los productos biológicos y el del producto químico que se ha utilizado para el control del gusano negro en la zona de investigación.

Resultando la siguiente tabla comparativa precio Vs dosis:

Tabla 9. Cálculo de la efectividad de la aplicación de los tratamientos

Producto	Cantidad	Precio/ lt \$	Valor 5ml	Valor 10ml	Valor 15ml
Biológico B. <i>bassiana</i>	1	20	0,1	0,2	0,3
Biológico B. <i>thuringiensis</i>	1	20	0,1	0,2	0,3
Tratamiento químico	1	55	0,275	0,55	0,825

Elaborado por: Loor Javier (2018)

Se aprecia en la tabla comparativa que la dosis para el producto químico en una sola aplicación supera en precio a cada una de las dosis de los dos controladores biológicos para *D. juno* por consiguiente desde el punto de vista económico la dosificación del producto biológico es rentable, no significando una variación en los costos de producción del cultivo que ya son manejados. Por otra parte, es importante considerar que los productos biológicos no afectan a los polinizadores del cultivo, todo lo contrario, permiten que las poblaciones sean favorecidas.

En cuanto a la rentabilidad del cultivo considerando la estructura de costo y de ingresos por hectárea del cultivo en la unidad de producción donde se realizó el estudio se presenta la siguiente tabla comparativa para una hectárea además se incluye una comparación con el cultivo bajo un sistema de producción orgánica en cuanto al precio de mercado actual del producto a pie de finca:

Tabla 9. Cálculo de la efectividad de la aplicación de los tratamientos y comparación entre los sistemas de producción orgánico y convencional

Tipo de Producción	Precio \$/kilo de maracuyá	Producción Mensual Kg/ha	Total Ingresos \$	Total Costos/ha incluyendo tratamiento biológico \$	Utilidad \$
Convencional	0,3	4000	1200	700	500
Orgánico	0,9	4000	3600	700	2900

Elaborado por: Loor Javier (2018)

Es interesante rescatar que en la zona existen productores de maracuyá orgánica los cuales reciben desde 0.55 \$/kilo hasta 0,90 \$/kilo, en este caso este sistema de producción utiliza prácticas culturales, preventivas y uso de controladores biológicos, siendo una de las razones por las cuales la producción orgánica soportada en prácticas tecnológicas probadas, que hagan uso de recursos biológicos puede ser una alternativa para los pequeños productores. Por ende, esta investigación brinda resultados experimentales de campo mediante la cual se prueba la factibilidad de usar para el control de *D. juno* en maracuyá de biocontroladores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En condiciones de campo *B. bassiana* y *B. thuringiensis* resultaron controladores biológicos efectivos para el gusano negro *D. juno*, teniendo efectividad en todas las dosis establecidas 5ml, 10ml, y 15 ml por litro.

El análisis de varianza para la variable efectividad de los tratamientos (fórmula de ABBOT), estableció diferencias significativas para los tratamientos presentando dos rangos de significación según la prueba de Tukey al 5% siendo el coeficiente de variación de 3,75%.

El mayor promedio lo presentaron los tratamientos T1 (5ml de Bb), T3 (15ml de Bb), T5 (10ml de Bt) y T6 (15ml de Bt), con un valor de 100%; mostrando los tratamientos T4 (5ml de Bt) y T2 (10ml de Bb) los menores promedios, con valores de 81,67 y 79% respectivamente. . Es importante resaltar que no fue necesario realizar una segunda prueba ya que el control fue efectivo con una sola aplicación.

En el tratamiento de *B. thuringiensis* en aquellas larvas que pasaron a pupa durante el período de evaluación, se comprobó que no emergieron las ninfas.

En el caso específico de *D. juno* el comportamiento gregario permite que *B. bassiana* sea efectivo como controlador, ya que se encuentra localizados y al tener un movimiento lento favorece la colonización por parte de este agente.

El uso de los controladores biológicos permite garantizar la existencia de polinizadores, caso contrario al usar productos químicos estos directamente afectan la presencia de los polinizadores pudiendo afectar significativamente la producción de frutos.

En lo que respecta a los costos de producción el uso de los productos biológicos puede suplantar el control químico ya que no incide en los costos de producción del cultivo. Los bajos costos de producción han sido el factor que ha permitido lograr el posicionamiento y el rango de precios que se ofrece. Con respecto a lo expuesto por Sin embargo, el sistema productivo de las plantaciones tiene niveles de manejos inadecuados que deben ser superados.

El producto orgánico de maracuyá es mejor pagado que el cultivo convencional del rubro por lo que es posible recomendar al pequeño productor la transición a este sistema productivo acompañándolo con prácticas preventivas, culturales e incorporando productos de origen biológico que pueda respaldar el ciclo productivo y el efecto de plagas y enfermedades.

Es necesario realizar investigaciones de campo como la presentada en este estudio ya que se afronta la realidad productiva, a partir de estas investigaciones es posible generar tratamientos efectivos probados para el control de *D. juno*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol.; 18: 265-267.

<http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm#Abbott>

Calle, A.; Cobos Sanchez, L. ; Romero, M. (2005). Producción y Comercialización de aceite de maracuyá en Ecuador. Tesis Economista Mención en Gestión Empresarial. Guayaquil, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Litoral. 107p.

Cañizares, A. y Aguilar, J. (2015). El cultivo de maracuyá en Ecuador. Machala, Ecuador, Universidad Técnica de Machala. 84p.

FENEC S.A. (2018). Fenec: productos orgánicos, plaguicidas (en línea,sitio web). Consultado: 3 de Feb. 2018. Disponible en <http://www.fenecsa.com.ec/>

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Charapotó. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2019 (En línea, informe), Manabí, Ecuador. Consultado: 12 Ene. 2018. Disponible en http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusedocumentofinal/1360053160001_PDOT%20FIN%2030OCT_30-10-2015_13-09-09.pdf

Lara, M. (2016). Determinación de la biología del gusano defoliador (Dione juno juno) de la maracuyá (*Passiflora edulis*), en la zona de Quevedo. Tesis Ingeniería Agronómica. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.53p

Malpartida,J;Narrea,M y Dale,W. (2013). Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., sobre el gusano defoliador del Maracuyá *Dione juno*

(Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae) en Laboratorio (en línea). Ecología Aplicada 12 (2): 75-81. Consultado: 12 Ene. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162013000200002&script=sci_arttext

Portela, D.; Chaparro, A.; y López, S. (2013). La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura (en línea). Ciencias Biomédicas 11(20):87-96. Consultado: 12 Ene. 2018 Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v11n20/v11n20a09.pdf>

Revista el Agro. (2016). Desarrollan investigación en maracuyá dulce en la Amazonía (en línea,sitio web). Consultado: 3 de Feb. 2018. Disponible en <http://www.revistaelagro.com/desarrollan-investigacion-en-maracuyadulce-en-la-amazonia/>

Valarezo C., A., Valarezo C., O., Mendoza García, A., Álvarez P., H., y Vásquez C., W. (2014). El cultivo de maracuyá: Manual técnico para su manejo en el Litoral ecuatoriano (En línea), Portoviejo, Ecuador. INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa Nacional de Fruticultura. 100 p. Consultado; 12 Ene. 2018. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1159>

Veliz, D. (2015). Comportamiento agronómico de 22 nuevas poblaciones de maracuyá (*passiflora edulis* var. *flavicarpa* *degener*) en la zona de quevedo, provincia de los ríos”. Tesis Ingeniería Agronómica. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 61p

Villani, H., Campos, A., & Gravena, S. (1980). Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* Berliner and fenitrothion + fenvalerate for the control of the passion-fruit larva *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera, Heliconidae) (En línea). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil, 9(2),

ANEXOS

ANEXO 1 : REGISTRO FOTOGRÁFICO



Foto 1: Productos Biológicos Utilizados



Foto 2: Conteo de larvas afectadas



Foto 3: Huevos de D. juno



Foto 4: Hábito gregario en larvas



Foto 5: Pupas y adulto de D. juno



Foto 6: Larvas afectadas por B.b



Foto 7: Preparación de biocontroladores



Foto 8: Larva afectada por B.t

ANEXO 2 : ANÁLISIS DE VARIANZA

Análisis de Varianza

Análisis de la varianza				
Variable	N	R	Aj	CV
Abbot	18	0,93	0,88	3,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1580,31	7	225,76	18,41	0.0001
Rep	22,53	2	11,26	0,92	0,4303
Trat	1557,78	5	311,56	25,4	0,0001
Error	122,64	10	12,26		
Total	1702,94	17			

Elaborado por: Loor Javier (2018)