



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en
Mandarina en Huaral**

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentada por:

Bach. CELESTINO AVELINO DORIS

ASESORA:

Mg. Sc. Dori Felles Leandro

HUACHO - 2019

PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y
AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en Mandarina
en Huaral**

Aprobado ante los jurados:

Ing. María del Rosario Utía Pinedo

Presidente

Ing. Segundo Rolando Alvites Vigo

Secretario

Ing. Celso Quispe Ojeda

Vocal

Mg. Sc. Dori Felles Leandro

Asesor

Universidad Nacional
José Faustino Sánchez Carrión
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS y AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO

En la ciudad de Huacho, el día 19 de marzo del 2019, siendo las *diez y media* en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agraria Industrias Alimentarias y Ambiental, los miembros del Jurado Evaluador integrado por:

PRESIDENTE:	Mg.Sc. MARIA DEL ROSARIO UTIA PINEDO	DNI N° 07922793
SECRETARIO:	Mo. SEGUNDO ROLANDO ALVITES VIGO	DNI N° 26620605
VOCAL:	Mg. TEODOSIO CELSO QUISPE OJEDA	DNI N° 20022994
ASESOR:	Mg.Sc. DORI UDULIA FELLES LEANDRO	DNI N° 15729545

La postulante al Título Profesional de **Ingeniero Agrónomo**, doña: **DORIS CELESTINO AVELINO**, identificada con DNI N°70242398, procedió a la Sustentación de la Tesis titulada: **Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en Mandarina en Huaral**, autorizado mediante Resolución de Decanato N°188-2019-FIAIAY de fecha 18/03//19, de conformidad con las disposiciones vigentes, absolvió las interrogantes que le formularon los miembros del Jurado. Concluida la sustentación de Tesis, se procedió a la votación correspondiente resultando el candidato *Aprobado* por *Unanimidad* con la nota de:

CALIFICACIÓN		EQUIVALENCIA	CONDICIÓN
NÚMERO	LETRAS		
<i>18</i>	<i>Dieciocho</i>	<i>Excelente</i>	<i>Aprobado</i>

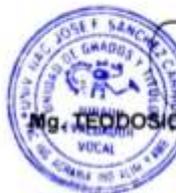
Siendo las *una y la tarde* del día 19 de marzo, se dio por concluido el acto de Sustentación, firmando los presentes el libro de Actas de Sustentación de Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo correspondiéndole el folio N° *62* del Libro de Actas.



Mg.Sc. MARIA DEL ROSARIO UTIA PINEDO
PRESIDENTE



Mo. SEGUNDO ROLANDO ALVITES VIGO
SECRETARIO



Mg.Sc. TEODOSIO CELSO QUISPE OJEDA
VOCAL



Mg.Sc. DORI UDULIA FELLES LEANDRO
ASESOR

Dedicatoria

A:

Mis padres Graciela y Valentín por brindarme su apoyo y confianza para seguir adelante en mis estudios y en mi formación profesional; por creer en mi capacidad y por darme su infinito amor y sabios consejos.

Mis hermanos Alicia y Rosales por las alegrías y tristezas que se superaron cada día.

La Ing. Mavel Marcelo Salvador y a la Mg. Sc. Dori Felles Leandro por su apoyo y su insistencia para la culminación de ésta tesis.

Mi compañero Gudión por compartir sus conocimientos, tristezas y alegrías sin esperar nada a cambio, a quien comparto los intereses y metas cumplidas y por cumplirlos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme día a día e iluminarme mi camino, a mi madre por guiarme y su apoyo incondicional, a mis hermanos por pasar buenos y malos momentos.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria por su colaboración en el desarrollo del trabajo de investigación, en especial al Ing. Ricardo Velásquez Ocho, a la Ing. Mavel Marcelo Salvador, al técnico Leoncio Chocña Martínez, a la Ing. Dioliza Vílchez Palomino y a la Ing. Verónica por su apoyo para concluir la tesis.

Índice

CAPÍTULO I. Introducción.....	1
CAPÍTULO II. Revisión de Literatura	3
2.1. La Mandarina (<i>Citrus reticulata</i>).....	3
2.1.1. Labores agronómicos.....	6
2.1.2. Producción mundial de cítricos.....	8
2.1.3. Situación comercial del Perú.	10
2.1.4. Factores que limitan la producción de mandarina.	13
2.2. Mosca de la fruta: <i>Ceratitis capitata</i>.....	13
2.2.1. Características	16
2.2.2. Ciclo biológico.....	18
2.2.3. Daños	21
2.2.4. Hospederos	22
2.2.5. Dinámica poblacional de mosca de la fruta	23
2.2.6. Control.....	23
2.3. Hongo entomopatógeno: <i>Beauveria bassiana</i>	28
2.3.1. Proceso de infestación	32
CAPÍTULO III. Materiales y métodos.....	35
3.1. Localización del Experimento	35
3.2.1. Laboratorio	35
3.2.2. Materiales de campo	37

3.2.3. Material biológico.....	37
3.3. Metodología de la investigación.....	37
3.3.1. Pruebas preliminares	37
3.3.2. Instalación y conducción del experimento.	41
3.3.3. Diseño Metodológico	48
3.3.4. Determinación de variables	48
3.5. Técnicas para el Procesamiento de la Información	51
CAPÍTULO IV. Resultados.....	52
4.1. Mortalidad acumulada (%)	52
4.2. Tiempo letal medio (TL50)	53
4.3. Tiempo de supervivencia de <i>Beauveria bassiana</i>	54
4.4. Números de frutos sanos/jaula/planta	56
4.5. Número de frutos dañados/jaula/planta	57
CAPÍTULO V. Discusión	59
CAPÍTULO VI. Conclusiones.....	61
CAPÍTULO VII. Recomendaciones	62
CAPÍTULO VIII. Referencias bibliográficas	63
ANEXOS	69

Índice de tablas

Tabla 1. Especies de moscas de la fruta registradas en el Perú.	15
Tabla 2. Procedimientos de las etapas preliminares.	38
Tabla 3. Procedimientos de las etapas de crianza masal de la mosca de la fruta y reactivación del entomopatógeno.	41
Tabla 4. Procedimiento de la aplicación de los tratamientos en el campo.	43
Tabla 5. Tratamiento en estudio.....	48
Tabla 6. Análisis de Varianza para el % de mortalidad acumulada.....	52
Tabla 7. Prueba de Tukey al 95% de confianza para la comparación de tratamientos en relación de la mortalidad acumulada.	53
Tabla 8. Análisis de Varianza para el tiempo letal medio.	53
Tabla 9. Prueba de Tukey al 95% de confianza para la comparación de tratamientos en relación del tiempo letal medio.	54
Tabla 10. Análisis de Varianza para el tiempo de supervivencia.	55
Tabla 11. Prueba de Tukey al 95% de confianza para la comparación de tratamientos en relación del tiempo de supervivencia.....	55
Tabla 12. Análisis de Varianza para el número de frutos sanos por planta.	56
Tabla 13. Prueba de Tukey al 95% de confianza para comparación de tratamientos en relación de los frutos sanos.	56
Tabla 14. Análisis de Varianza para el número de frutos dañados	57
Tabla 15. Prueba de Tukey al 95% de confianza para comparación de tratamientos en relación de los frutos infestados.....	58

Índice de figuras

Figura 1. Cuadro de estacionalidad de producción de los principales países productores de Cítrico en el mundo.....	9
Figura 2. Exportación peruana de los cítricos desde 2008 hasta 2017.	10
Figura 3. Incremento del comercio mundial de los cítricos desde 2006 hasta 2015.	11
Figura 4. Calendario de cosecha de la mandarina peruana.	11
Figura 5. <i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann.....	17
Figura 6. Adultos de <i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann. Hembra, Macho.	18
Figura 7. Ciclo biológico de <i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann.	19
Figura 8. Pasos para la obtención de viabilidad de conidios de <i>B. bassiana</i>	39
Figura 9. Colocación de la cámara de Neubauer al microscopio, vista microscópica de conidios de <i>B. bassiana</i> para la obtención de la concentración de conidios.....	39
Figura 10. Procedimiento del postulado de Koch.	40
Figura 11. Pasos para la obtención de moscas por trampa por día.	40
Figura 12. Pasos para la obtención de evaporación de los tratamientos.	41
Figura 13. Procedimientos de la crianza masal de <i>C. capitata</i>	42
Figura 14. Procedimientos para la reactivación del entomopatógeno.	42
Figura 15. Dieciséis trampas albinas para la colocación de los cebos de los tratamientos.	43
Figura 16. Poda de ramas del cultivo de mandarina.	43
Figura 17. Colocación de jaulas de cautiverio al cultivo de mandarina.	44
Figura 18. Colocación de etiquetas, jaulas de cautiverio.	44
Figura 19. Experimento instalado.	44
Figura 20. Selección de 20 moscas de <i>Ceratitis capitata</i> / tratamiento.	45
Figura 21. Preparación de los tratamientos.	45
Figura 22. Colocación de los cebos en las jaulas de cautiverio.	45

Figura 23. Liberación de <i>Ceratitis capitata</i> en las jaulas de cautiverio.....	45
Figura 24. Amarrado de las mangas para evitar la salida de las moscas.	46
Figura 25. Recolección de muestras.	46
Figura 26. Cámara húmeda de cadáveres de <i>Ceratitis capitata</i>	46
Figura 27. Diferenciación del causal de muertes de <i>Ceratitis capitata</i>	47
Figura 28. Recolección de <i>Beauveria bassiana</i> en medio PDA.	47
Figura 29. Distribución espacial de los tratamientos.	50

Índice de anexos

Anexo 1. Resultados del % de viabilidad y concentración de conidios.....	70
Anexo 2. Resultados del MTD.....	71
Anexo 3. Resultados de la evaporación de los tratamientos.....	72
Anexo 4. Resultados del % de mortalidad y TL50.....	73
Anexo 5. Resultados de supervivencia de <i>Beauveria bassiana</i>	74
Anexo 6. Resultados de número de frutos sanos e infestados por tratamiento.....	75
Anexo 7. Datos Meteorológicos de la EEA DONOSO – HUARAL durante los meses de ejecución del proyecto.....	76

Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en Mandarina en Huaral

Application of *Beauveria bassiana* for the control of *Ceratitis capitata* in Mandarina in Huaral

Doris Celestino Avelino y Dori U. Felles Leandro

Resumen

Objetivos: Determinar si los cebos tóxicos incrementan el porcentaje de mortalidad de *Ceratitis capitata*, y el tiempo de supervivencia de *Beauveria bassiana* para el control de la mosca de la fruta en condiciones de campo. **Métodos:** Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos T1 (Testigo: *B. Bassiana*), T2 (*B. bassiana* + Proteína hidrolizada), T3 (*B. bassiana* + Melaza) y el T4 (GF-120), y cuatro bloques. Las aplicaciones de los cebos se realizaron dentro de las jaulas de cautiverio colocados en el cultivo de mandarina. Se evaluó el Porcentaje de mortalidad acumulado, Tiempo letal medio (TL₅₀), Tiempo de supervivencia del entomopatógeno, Número de frutos sanos y dañados/jaula/planta. **Resultados:** En el porcentaje de mortalidad acumulada se tuvo diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($p < 0,001$), el T4 registró 100% de mortalidad (TL₅₀ = 4.25 días) a comparación el T2 con 89% de mortalidad (TL₅₀ = 5.5 días) de *Ceratitis capitata*. Respecto al tiempo de supervivencia de *Beauveria bassiana* no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T2 y T3. En cuanto al daño de *C. capitata* en los frutos de mandarina se tuvo diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($p < 0,001$), T4 y T2 con una media de 0.25 y 1.50 respectivamente. **Conclusiones:** El T2 presentó los mejores resultados entre los compuestos mezclados con media de 36 moscas en un TL₅₀ de 5.50 días, además presentó menores daños (15%) en los frutos de mandarina a causa de *Ceratitis capitata*. **Palabras claves:** Entomopatógeno, *Beauveria bassiana*, *Ceratitis capitata*, Proteína hidrolizada.

Summary

Objectives: To determine if toxic baits increase the mortality percentage of *Ceratitis capitata*, and the survival time of *Beauveria bassiana* for the control of the fruit fly in field conditions. **Methods:** The completely randomized block design was used with four T1 treatments (Control: *B. Bassiana*), T2 (*B. bassiana* + Hydrolyzed protein), T3 (*B. bassiana* + Molasses) and T4 (GF-120), and four blocks. The applications of the baits were made inside the captivity cages placed in the tangerine culture. The Percentage of accumulated mortality, Mean lethal time (TL50), Entomopathogen survival time, Number of healthy and damaged fruits / cage / plant was evaluated. **Results:** In the percentage of accumulated mortality there was a highly significant difference between treatments ($p < 0.001$), T4 recorded 100% mortality (TL50 = 4.25 days) compared to T2 with 89% mortality (TL50 = 5.5 days) of *Ceratitis capitata*. Regarding the survival time of *Beauveria bassiana*, no significant differences were found between the T2 and T3 treatments. Regarding the damage of *C. capitata* in mandarin fruits, there was a highly significant difference between the treatments ($p < 0.001$), T4 and T2 with a mean of 0.25 and 1.50 respectively. **Conclusions:** The T2 showed the best results among the compounds mixed with 36 flies average in a TL50 of 5.50 days, also presented less damage (15%) in mandarin fruits due to *Ceratitis capitata*.

Key words: Entomopathogen, *Beauveria bassiana*, *Ceratitis capitata*, Hydrolysed protein.

CAPÍTULO I

1. Introducción

La mandarina es una fruta que se viene constituyendo en el nuevo producto estrella para las exportaciones peruanas y con enormes perspectivas de desarrollo, el Perú en los próximos años se convertirá en el principal proveedor de mandarinas del hemisferio Sur, hoy ostenta el 1° lugar exportador de los cítricos mandarina, clementina y tangelo en América, y el 7° a nivel mundial. Las zonas productoras son el departamento de Lima e Ica.

Perú es uno de los países que cosecha durante más meses al año, más de 115,000 toneladas de cítricos se exportaron en el 2015, siendo las variedades Satsuma, Clementinas, Fortuna y Murcott, en mandarinas las que mostraron buena aceptación en el mercado exterior; además en el año siguiente llegarían a colocarse cerca de 130,000 toneladas; teniendo como principal comprador a Estados Unidos con US\$ 17.8 millones (58.9% más), que representó un 37.6% del total de estos envíos peruanos. Otros destinos fueron Reino Unido, con US\$ 13.2 millones (4.4% más) y 27.8% del total exportado, y Canadá con US\$ 8.2 millones (-12.9%) y 17.4% del total (Gestión, 2015).

Sin embargo uno de los principales problemas sanitarios que tiene el cultivo de mandarina es la plaga de tipo cuarentenario la Mosca de la fruta *Ceratitis capitata* la cual desde el año 1956 en la que se registra por primera vez en el Perú ha venido ocasionando daños en diferentes valles de Huaral, Chancay e Ica; debido al fuerte daño que ocasiona dicha plaga los agricultores vienen haciendo uso indiscriminado de productos químicos para el control principalmente el organofosforados (Malatión o Dípterex)(Gamero, 1957), el cual trae como consecuencia la contaminación ambiental, daños a la salud humana, resistencia de las plagas por el uso continuo del producto, desequilibrio en el medio ambiente, incremento de los costos de producción y restricciones para la exportación por presencia de residuos tóxico, incrementando así las pérdidas económicas de los países productores.

Actualmente existe el interés de seguir los lineamientos del Manejo Integrado de Plagas, que surge de la necesidad de disminuir el uso de plaguicidas químicos (Kogan, 1998), teniendo como base a los controladores biológicos ya sea con depredadores, parasitoides o entomopatógenos.

En el Perú aún no se ha desarrollado alternativas de control biológico para la plaga, pero si existen reportes de investigaciones en condiciones de laboratorios en otros países. Sin embargo, Velásquez (2011) señala que ha logrado identificar, caracterizar y evaluar el efecto y eficacia del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* cepa MF-RV-08-Bb sobre la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* en Huaral; así también Víchez (2014) realizó pruebas de capacidad entomopatógena de la cepa MF-RV-08-BB de *Beauveria bassiana* mezclada con dos tipos de atrayentes sobre mosca de la fruta *Ceratitis capitata* en el cultivo de mandarina en Huaral bajo condiciones de laboratorio.

Por lo tanto el trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la capacidad entomopatógena de una cepa nativa de *Beauveria bassiana* aplicada en dos atrayentes para el control de la Mosca de la fruta *Ceratitis capitata* en el cultivo de mandarina en Huaral en condiciones de campo. Donde los objetivos específicos fue lo siguiente: Determinar el % de mortalidad de *Ceratitis capitata* y el tiempo de supervivencia de *Beauveria bassiana* en el cultivo de mandarina.

CAPÍTULO II

2. Revisión de Literatura

2.1. La Mandarina (*Citrus reticulata*)

El origen de la mandarina (*Citrus reticulata*) es incierto, no obstante, fueron reportados en Florida alrededor de 1876 donde se denominó por primera vez como mandarina (Salinas, 1998).

El cultivo de mandarina se encuentra clasificada en la división Embriophyta, Siphonogama, subdivisión Angiosperma, clase Dicotiledónea, sub clase Rosidae, súper orden Rutanae, orden Rutales, familia Rutáceae, subfamilia Aurantioideas, tribu Citreae, subtribu Citrinae (Agustí, 2003); en la cual se encuentran 13 géneros entre ellos el género *Citrus*, al cual pertenece la mandarina; este género se divide en 2 subgéneros: el *Papedia* que incluye 6 especies no cultivadas y el subgénero *Citrus* que tiene 10 especies de las cuales 8 son cultivadas dentro de estas se encuentran la *Citrus reticulata* que agrupa a todas las naranjas de piel suelta como son la mandarina y la tangerina (Charles, 1983).

Las especies del género *Citrus* son de hoja perenne y en su ambiente de origen en condiciones de clima tropical, generan varios flujos de brotación y floración durante el año, mientras que, en condiciones de clima templado, solamente el flujo de crecimiento de la primavera es reproductivo y por lo tanto el más importante del ciclo anual. Pueden presentar, además, uno o dos flujos de crecimiento vegetativo durante el verano y otoño. Los *Citrus* producen yemas reproductivas exclusivamente en ramas de un año o menos, por lo que la renovación de la madera en las brotaciones es un requisito imprescindible para la producción.

La flor de los *Citrus* presenta un cáliz de 5 sépalos y una corola de 5 pétalos blancos, dispuestos sobre el receptáculo y alternados entre sí. Los pétalos envuelven directamente a los órganos propiamente reproductivos, el androceo y el gineceo (Spiegel-Roy y Goldschmidt, 1996).

El cuajado se extiende desde la floración hasta el de mayor demanda por nutrientes, agua y carbohidratos de todo el ciclo anual y donde la capacidad de acumular reservas está regulada por el número de frutos en desarrollo (Gravina, 2014).

Los frutos cítricos se consideran bayas modificadas, denominados botánicamente, hesperidios. La piel o corteza del fruto, está compuesta por el exocarpo y el mesocarpo, mientras que la parte comestible, formada por los lóculos o gajos, comprende el endocarpo. La parte externa y coloreada de la piel es el exocarpo, denominado flavedo y la parte blanca subyacente, se denomina albedo y corresponde al mesocarpo. Los lóculos contienen las vesículas de jugo, que se unen mediante un pedúnculo a la epidermis de los carpelos y las semillas (Gravina, 2014).

Los frutos cítricos presentan tres fases de desarrollo definidas, las que pueden representarse por una curva de tipo sigmoideal, tanto para el diámetro ecuatorial, como para el volumen y peso fresco.

La fase I se caracteriza por presentar un crecimiento exponencial, basado en una activa división celular y tiene una duración variable entre 40-90 días. La corteza, es el tejido que más se incrementa en tamaño, alcanzando su máximo espesor al finalizar esta fase; este crecimiento se fundamenta además de la división celular del exocarpo, en el engrosamiento de las paredes celulares del mesocarpo o albedo. El fin de esta fase, coincide en términos generales, con el fin del período de abscisión de frutitos, conocido como caída fisiológica.

En la fase II, predomina la elongación celular y el crecimiento y llenado de las vesículas de jugo y su duración oscila entre 70 y 150 días. Durante ese período, la tasa de crecimiento alcanza su máximo al inicio, y decrece hasta el inicio de la fase III. El único tejido que mantiene la división celular durante esta fase es el exocarpo.

La fase III, correspondiente a la maduración, se caracteriza por una muy baja tasa de crecimiento y el desarrollo de las características externas (principalmente color) e internas (contenido de jugo, azúcares, acidez) de la variedad.

Huaral es un próspero valle agrícola que abarca una diversidad de pisos ecológicos ocasionando diferentes climas, propiciando tierras adecuadas para cosechar diferentes frutos y hortalizas

La mandarina constituye un alimento sano, son poco calóricas (54cal/100gr), muy ricas en agua (86%), y no contienen grasas. También son ricas en fibras (1,9gr/10gr), contienen hidratos de carbono (9gr/100gr), una buena cantidad de potasio (185mg/100gr), calcio (36mg/100gr), magnesio (11mg/100gr), fósforo (117,2mg/100gr), y contienen pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B, además de folato (21mg/100gr), vitamina C (35mg/100gr) y vitamina A (106mg/100gr).

Por otra parte, las características fisiológicas más importantes de la mandarina son el corto periodo de cosecha, sensibilidad del fruto a daños durante la recolección, embalaje y transporte. La corteza es más frágil y propensa a sufrir lesiones debido a que posee las características de separarse la cascara de la pulpa; la pulpa pierde acidez, contenido en zumo y sabor si permanece en el árbol tras alcanzar su punto óptimo de madurez; para evitar daños en el fruto es necesario el uso de tijeras para su recolección; si se manipulan con cuidado y se recolectan antes de que estén excesivamente maduras la fruta se puede almacenar con éxito durante muchas semanas (Charles, 1983).

Desde el punto de vista fisiológico de la maduración, los frutos cítricos se clasifican como no climatéricos, ya que, durante su desarrollo, no acumulan almidón, almacenando principalmente sacarosa, fructosa y glucosa, por lo que no presentan cambios importantes, ni en la respiración, ni el contenido de etileno (Gravina, 2014).

El uso que se da a la mandarina es en la obtención de jugos y concentrados que se utilizan en bebidas (mandarinadas), se usa para la clarificación de jugos, elaboración de refrescos; a partir de la corteza se obtienen aceites esenciales el cual se emplea en la industria farmacéutica y cosmética, también es empleado en la elaboración de ciertos aditivos para la elaboración de pinturas y para la obtención de productos saborizantes en refrescos, se pueden obtener aromas y esenciales para la elaboración de bebidas, pasteles, nieves y mermeladas; así también se emplea en la elaboración de gajos en almíbar o en zumo natural (Gómez, 2011).

Existe un sin número de actividades culturales que se realiza para cada etapa fenológica del cultivo lo cual influyen en la productividad y en el costo de dicho cultivo por ello se explica las más importantes:

2.1.1. Labores agronómicas.

2.1.1.1. Eliminación de malezas.

Esta actividad puede ser en forma manual si se tiene pequeños predios de cultivos, pero si son hectáreas grandes las malezas se controlan a través de aplicaciones de herbicidas tales como el Glifosato, 2,4-D, Gramoxone, Coloso, etc. (algunos herbicidas son muy peligrosos por ello está prohibido el uso de dichos productos). Estos herbicidas son aplicados con bombas manuales para los predios con pendientes y para las superficies planas se aplican con bombas pulverizadoras mecánicas (Gómez, 2011).

2.1.1.2. Poda.

Es una de las actividades que influyen directamente en la productividad de la mandarina, comprende las siguientes actividades tales como la eliminación de “secapalo y correhuela; es decir las partes afectadas con el parásito conocido como socapalo y los brotes de crecimiento llamados mamones, también se corta las ramas secas, enfermas, rotas y por último eliminar las ramas dañadas severamente por gomosis (Gómez, 2011).

Los objetivos de esta labor son aumentar la eficiencia nutricional del árbol regulando la fuente (hojas) y demanda de mejores frutos y nuevos crecimientos; reducir la susceptibilidad del árbol a enfermedades como la gomosis; y crear un microclima de humedad reducida desfavorable al desarrollo de los patógenos. Una vez realizada la poda se procede a cubrir las heridas con alguna mezcla protectora especialmente aquellos productos de acción cicatrizante y desinfectante. Esta labor se realiza una vez al año (Gómez, 2011).

2.1.1.3. Fertilización.

Esta labor es de vital importancia para asegurar una buena productividad del cultivo; los requerimientos nutricionales del cultivo dependen de la edad vegetativa, hidrología del suelo y desgaste del mismo. Los cítricos se pueden desarrollar bajo una amplia gama de niveles de nutrientes, es por ello que es imposible definir un solo programa de fertilización que sea universal para cada tipo de suelo y especie cítrica. El cultivo de mandarina es fertilizado una vez al año empleando para ello diferentes tipos de fertilizantes siendo las más comunes las mezclas físicas tales como el triple 17, sulfato de amonio y 20-18-10, etc. (Gómez, 2011).

2.1.1.4. Control de plagas y enfermedades.

Una amplia gama de hongos, bacteria, virus, insectos, ácaros y nemátodos atacan a la mandarina; el control de plagas y enfermedades en el cultivo de la mandarina es una de las labores más complejas y costosas debido a que absorbe una buena cantidad de mano de obra y de insumos.

La enfermedad más agresiva que puede provocar pérdidas importantes en la producción es la Gomosis, esta se ve favorecida por exceso de humedad y descuido del predio; se caracteriza por exudar goma o mucílago, para controlar dicha enfermedad se recurre a fungicidas; siendo el método de control más recomendable es el buen manejo y mantenimiento del cultivo (Gómez, 2011).

Las plagas más perjudiciales son la mosca de la fruta y los pulgones. No obstante, existen otras plagas como la tuza, la araña roja, los ácaros y el minador de los cítricos. El control de la mosca de la fruta se realiza en su mayoría con un programa impulsado por el SENASA, dicho programa consiste en detectar la presencia de esta plaga a través de trampas colocadas de una o dos por hectárea, las cuales contienen un líquido atrayente; cuando se detecta la plaga se inicia el combate con aspersiones con productos tales como el GF-120. El papel que desempeña esta institución es la de detectar la plaga y de llevar un registro o un seguimiento del predio.

Las otras plagas tales como los ácaros, la araña roja y los pulgones dañan el fruto, las hojas y la corteza verde de los árboles interfiriendo su desarrollo y producción; también succionan los jugos de las hojas y causan encorvamiento de la misma, en cítricos jóvenes retardan su desarrollo y en árboles en plena floración dañan a las flores y frutos pequeños disminuyendo por consecuencia su producción (SAGARPA, 2008).

2.1.1.5. Cosecha.

Es la etapa final del proceso de producción y ésta depende de una serie de factores en especial es el clima cuya influencia es determinante para la maduración de la fruta. La mandarina es una de las frutas más delicada en el manipuleo durante la cosecha por lo que se requiere de cuidados especiales durante esta operación y de menor daño perjudica la presentación comercial de ésta. Se corta manualmente y para su realización se emplean algunos utensilios como escleras, recolectores y tijeras; con esta última se corta la fruta en su base de unión con el pedúnculo dejándolo adheridas a la fruta, con la finalidad de evitar el ingreso de hongos de putrefacción secundarios. Una vez realizado el corte se coloca en recolectores de madera o de plástico y las frutas que no reúnen los requisitos necesarios para la comercialización se destinan hacia las jugueras o se desechan en los campos haciendo un profundo hoyo y se entierran para eliminar la proliferación de plagas (Gómez, 2011).

2.1.2. Producción mundial de cítricos.

En la figura 1, se observa la estacionalidad de la cosecha a nivel mundial de los principales países productores de cítricos que interesan al Perú en el ámbito internacional. Se puede observar de una manera simplificada los períodos de cosecha de este grupo de países que nos muestran ciertas ventanas en las que Perú puede ingresar cuando no producen, es decir estas ventanas nos dan la oportunidad de abastecer a países de Europa (Hemisferio norte) liderados por España, Francia e Italia entre los meses de mayo y agosto, a los Estados Unidos entre los meses de agosto y octubre, además de abastecer a precios excepcionales a aquellos países que cuentan con producción muy limitada o nula por su ubicación geográfica, como son los países de Inglaterra, Alemania, Canadá, Rusia, entre otros. Asimismo, el Perú puede abastecer a países que se encuentran en el mismo hemisferio que el Perú, que incluso compiten con nosotros en ciertas épocas del año, pero no producen en otras épocas del año como son Uruguay, Argentina, Chile, Sudáfrica, Australia (MINAGRI, 2014).

PAIS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
España												
Estados Unidos												
Australia												
Sudafrica												
Argentina												
Uruguay												
Chile												
China												
Peru												

Figura 1. Estacionalidad de producción de los principales países productores de Cítrico en el mundo.

Fuente: MINAGRI (2014)

Casaca (2005), menciona que la producción de cítricos representa una actividad económica muy importante. La ocupación de la tierra en forma permanente genera efectos multiplicadores para la economía del país, así mismo esta actividad genera gran cantidad de mano de obra en las diversas etapas relacionadas con la producción, cosecha, empaque, transporte, industrialización y comercialización.

2.1.3. Situación comercial del Perú.

Las exportaciones de cítricos del Perú han crecido en los últimos 10 años, de 64,172 TM en el 2008 hemos pasado a 166,615 TM en el 2017 como se muestra en la Figura 2.

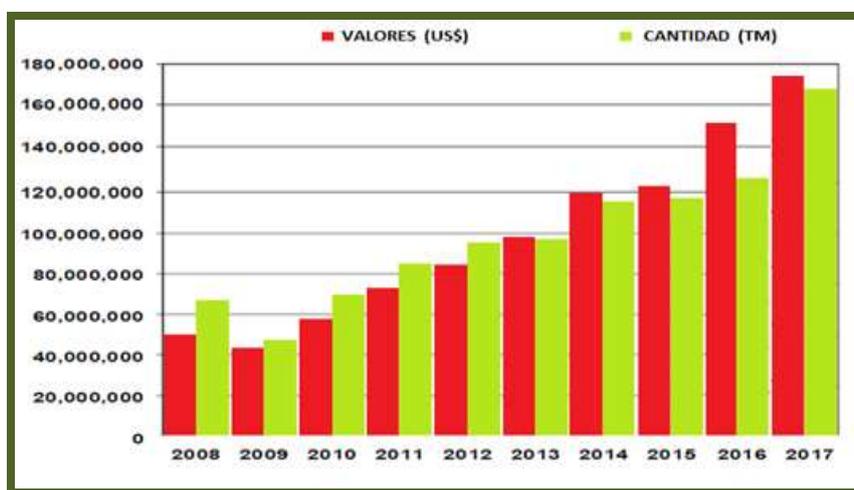


Figura 2. Exportación peruana de los cítricos desde 2008 hasta 2017.

Fuente: Gestión (2018)

Sudáfrica es el 2° productor de cítricos del hemisferio sur y principal productor de Toronjas, Argentina es el 3° en producción y principal en Limones. Perú es el 1° en importancia en producción de mandarinas. Más de 16 millones TM de cítricos fueron exportados en el 2015. Los 5 principales exportadores son España, Sudáfrica, Turquía, Egipto y China quienes representan el 60% de este comercio (PROCITRUS, 2016).

El comercio mundial de cítricos ha aumentado un 6% desde 2011 (últimos 5 años), en este lapso las naranjas crecieron 3%, las mandarinas 8% y las Limas y Limones hasta 12%, según la figura 3.

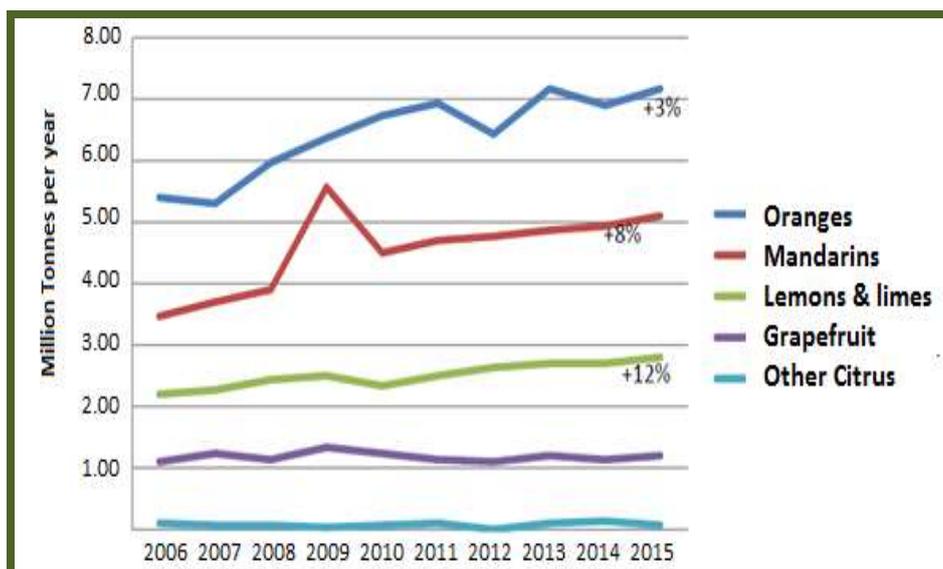


Figura 3. Incremento del comercio mundial de los cítricos desde 2006 hasta 2015.

Fuente: PROCITRUS (2016)

La mayor parte de los cultivos de exportación se producen en la costa peruana, debido a que las condiciones climáticas favorecen el crecimiento de cualquier cultivo durante todo el año. Dentro de ello tenemos el cultivo de mandarinas que la cosecha está concentrada entre los meses de abril y agosto, los que suma alrededor del 82% del total cosechado en el año 2015 (Vergaray, 2016), se muestra en la figura 4.

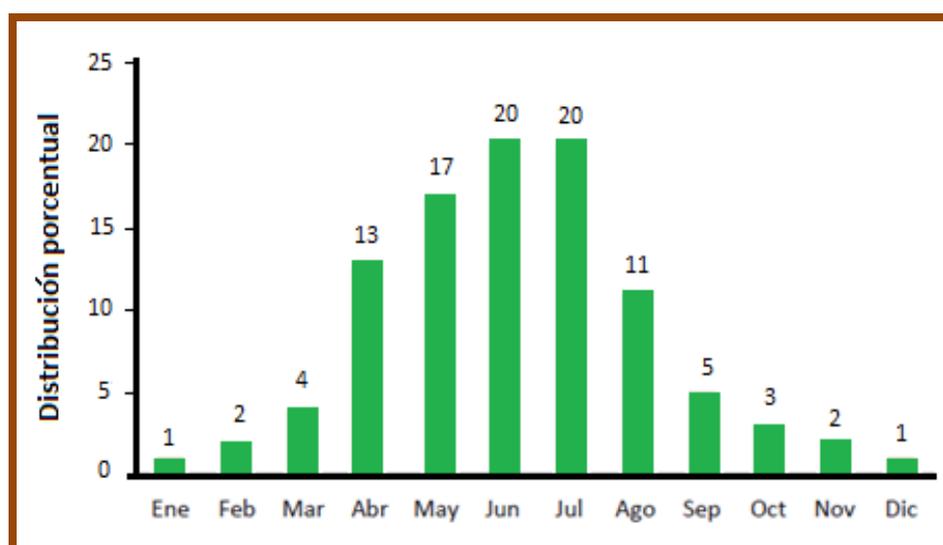


Figura 4. Calendario de cosecha de la mandarina peruana.

Fuente: MINAGRI (2015)

Las mandarinas registran exportaciones con buenos resultados. Así como en los primeros siete meses del 2015 las exportaciones alcanzaron un valor de US\$ 47.2 millones, 12.7% más que en el mismo periodo del 2014. El principal destino fue Estados Unidos, con US\$ 17.8 millones (58.9% más), que representó un 37.6% del total de estos envíos peruanos. Otros destinos fueron Reino Unido, con US\$ 13.2 millones (4.4% más) y 27.8% del total exportado, y Canadá con US\$ 8.2 millones (-12.9%) y 17.4% del total (GESTION, 2015).

Las exportaciones de mandarinas desde el hemisferio sur se han incrementado 22% en los últimos 5 años. El Perú es el 2º exportador luego de Sudáfrica, habiendo incrementado en 47% sus exportaciones en dicho período. Las mandarinas del H.S. representaron el 58% y 9.6% de las importaciones a los Estados Unidos y a Europa respectivamente en el 2015. El Perú representa el 16% con cerca de 35000 TM. Sudáfrica es el principal proveedor del hemisferio sur seguido del Perú (PROCITRUS, 2016).

Las mandarinas peruanas tipo Satsuma podrían entrar a Japón, conforme lleguen a buen puerto las negociaciones entre las autoridades de ambos países, esto permitirá que los cítricos ganen presencia en Asia. “Así como entraron a Brasil desde este año 2016, los cítricos podrían captar mayores mercados en Asia, debido a que ya llegan a China en volúmenes crecientes”, dijo el gerente general de Procitrus, Sergio del Castillo (Gestión, 2016). Esto se debe a que “Se tiene una fruta de gran sabor y calidad que es más demandada, y si bien la cosecha es todo el año hay un pico entre abril y agosto” (ADEX, 2014).

La principal empresa exportadora fue el Consorcio de Productores de Fruta (9.69 millones de dólares) el 33% del total, seguido de la Procesadora Laran (7.18 millones), Compañía Agroindustrial de Lanchas (4.40 millones), Cía. de Exportación y Negocios Generales (Coexa) con 1.79 millones y Waimanalo Fair Fruit Trading (1.51 millones), además de otras 21 compañías más (ADEX, 2008).

El comercio mundial de cítricos se ha tornado altamente exigente, tanto en la calidad de los frutos, como en aspectos ambientales, limitando el uso de agroquímicos, lo que plantea nuevos desafíos a la industria citrícola. En nuestro país, cuya producción tiene como principal objetivo la exportación de fruta para consumo en fresco, el alcanzar altos y sostenibles rendimientos, y mejorar la calidad externa e interna de los frutos, se presenta como una actividad permanente en la citricultura (Gravina, 2014).

2.1.4. Factores que limitan la producción de mandarina.

En los últimos años se ha incrementado la demanda de los cítricos ya sea fresca o procesada o sus derivados en el mercado internacional y con frecuencia puede haber mayor demanda que oferta. Los cítricos presentan muchos factores que limitan su producción de las cuales el factor fitosanitario es el de mayor importancia donde destaca la mosca de la fruta que afecta la producción frutícola mundial (Marín, 2002).

Las moscas de las frutas representan un problema de carácter fitosanitario y son de importancia económica, ya que utilizan las frutas como sustrato para la oviposición y desarrollo de las larvas causando daños directos e indirectos en la fruticultura (Matheus, 2005).

La gran variedad de géneros y especies y el tipo de daño que causan, constituyen además uno de los factores que limitan en mayor grado la movilización y el comercio de fruta fresca por las restricciones que imponen los países que se encuentran libres de la plaga (Marín, 2002).

2.2. Mosca de la fruta: *Ceratitis capitata*

Las moscas de la fruta son plagas muy perjudiciales en muchos países debido a su potencial para causar daño en frutas y restringir el acceso a los mercados internacionales. La alta probabilidad de entrada de estas plagas relacionados con una gran variedad de hospedantes da como resultado las restricciones impuestas por parte de muchos países importadores para aceptar frutas provenientes de áreas en donde estas plagas se han establecido (Díaz, 2006).

La mosca de la fruta, *Ceratitis capitata* Wiedemann es considerada la principal plaga de la fruticultura a nivel mundial, clasificándose del reino Animalia, Filo Rrthropoda, clase Insecta, orden Díptera, suborden Brachycera, familia Tephritidae, Genero *Ceratitis*, especie *capitata* (Sánchez, 2003).

Gutiérrez (1976) menciona que la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.) (Díptera: Tephritidae), es una plaga de origen africano que se ha extendido más allá de su área de origen y ha colonizado importantes áreas tropicales y subtropicales en diversas partes del mundo. Además, en los trópicos completan hasta más de 10 generaciones al año, manteniendo niveles de población elevados (Aluja, 1999).

Muchas de las moscas se adaptan al lugar, de esta manera se incrementa el número de plantas hospedantes. El mayor número de larvas que alcanzan su estado adulto son las que han estado en la etapa de huevo en frutas maduras, debido a que ésta ofrece: epidermis suave y favorable para el momento de infectar el fruto, agrietamiento de la cutina que cubre la epidermis., secreciones y grietas en la cáscara, es más apropiado para la alimentación de la larva (Picón - Castillo, 2009).

Sus múltiples hospederos comprenden más de 260 diferentes tipos de frutas, además de plantas silvestres, flores y vegetales. Algunos ejemplos son el durazno, la ciruela, la pera, la manzana, el aguacate, el mango, los cítricos, la papaya, el café, la guayaba, y el níspero, entre otros (Lanzavecchia, 2004).

En octubre de 1956 fue descubierta la primera Mosca de la fruta *Ceratitis capitata* Wiedemann en una remesa de cítricos en Huánuco en el Perú (Wille, 1957). En trabajos de investigación para determinar el área de dispersión en el País en el año 1957 la plaga ya se había localizado en los valles de Huaral, Chancay e Ica, en Santa Eulalia (ataque intenso: 100%), huertas aisladas de Lima y La Molina (Gamero, 1958).

El valle de Huaral es una zona adecuada para el desarrollo de las moscas de la fruta *Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp, debido a las condiciones favorables de temperatura, humedad relativa y presencia perenne de hospederos (SENASA, 2007). En el año 2011 el SENASA registró 36 especies de moscas de la fruta en el Perú, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Especies de moscas de la fruta registradas en el Perú.

N°	Nombre científico	Nombre común	Condición
1	<i>Anastrepha alveata</i> Ston	Mosca de la fruta	Nativa
2	<i>Anastrepha atrox</i> Aldrich	Mosca de la fruta	Nativa
3	<i>Anastrepha bahiensis</i> Lima	Mosca de la fruta	Nativa
4	<i>Anastrepha barnesi</i> Aldrich	Mosca de la fruta	Nativa
5	<i>Anastrepha cryptostrepha</i> Hendel	Mosca de la fruta	Nativa
6	<i>Anastrepha curitis</i> Stone	Mosca de la fruta	Nativa
7	<i>Anastrepha chichlayae</i> Greene	Mosca de la fruta	Nativa
8	<i>Anastrepha dissimilis</i> Stone	Mosca de la fruta	Nativa
9	<i>Anastrepha distans</i> Hendel	Mosca de la fruta	Nativa
10	<i>Anastrepha distincta</i> Greene	Mosca del pacaé	Nativa
11	<i>Anastrepha hermosa</i> Norrbom	Mosca de la fruta	Nativa
12	<i>Anastrepha fraterculus</i> Wiedemann	Mosca Sudamericana de la fruta	Nativa
13	<i>Anastrepha freidbergi</i> Norrbom	Mosca de la fruta	Nativa
14	<i>Anastrepha grandis</i> Macquart	Mosca Sudamericana de las cucurbitáceas	Nativa
15	<i>Anastrepha kuhlmanni</i> Lima	Mosca de la fruta	Nativa
16	<i>Anastrepha lambda</i> Hendel	Mosca de la fruta	Nativa
17	<i>Anastrepha lanceola</i> Stone	Mosca de la fruta	Nativa
18	<i>Anastrepha leptozona</i> Hendel	Mosca de la fruta	Nativa
19	<i>Anastrepha steyskali</i> Korytkowski	Mosca de la fruta	Nativa
20	<i>Anastrepha macrura</i> Hendel	Mosca de la fruta	Nativa
21	<i>Anastrepha manihoti</i> Lima	Mosca de la fruta	Nativa

22	<i>Anastrepha montei</i> Lima	Mosca de la fruta	Nativa
23	<i>Anastrepha nigripalpis</i> Hendel	Mosca de la fruta	Nativa
24	<i>Anastrepha obliqua</i> Macquart	Mosca de la ciruela	Nativa
25	<i>Anastrepha ornata</i> Aldrich	Mosca de la fruta	Nativa
26	<i>Anastrepha pickeli</i> Lima	Mosca de la fruta	Nativa
27	<i>Anastrepha schultzi</i> Blanchard	Mosca de la fruta	Nativa
28	<i>Anastrepha serpentina</i> Wiedemann	Mosca de los zapotes	Nativa
29	<i>Anastrepha pseudoparallela</i> Loew	Mosca de la fruta	Nativa
30	<i>Anastrepha shannoni</i> Stone	Mosca de la fruta	Nativa
31	<i>Anastrepha sororcula</i> Zucchi	Mosca de la fruta	Nativa
32	<i>Anastrepha striata</i> Schiner	Mosca de la guayaba	Nativa
33	<i>Anastrepha tecta</i> Zucchi	Mosca de la fruta	Nativa
34	<i>Anastrepha turicai</i> Blanchard	Mosca de la fruta	Nativa
35	<i>Anastrepha willei</i> Korytkowski, sp.n.	Mosca de la fruta	Nativa
36	<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann	Mosca del mediterráneo	Introducida

Nota: Tomado de SENASA (2015).

2.2.1. Características

Según el Programa Nacional de Moscas de la Fruta (2001), el ciclo biológico es el siguiente:

Huevo: Los adultos ponen los huevos debajo de la cáscara de la fruta hospedante. Son de color blanco cremoso, de forma alargada y ahusada en los extremos, de tamaño menor a 2 mm. Su superficie es lisa y presenta un micro-retícula de malla hexagonal. El período de incubación varía de 2 a 7 días en verano y de 20 a 30 días en climas fríos (Aluja, 1993).

Larva: Son de color blanco o blanco amarillento, su longitud varía de 3 a 15 milímetros, su cuerpo está compuesto por once segmentos (tres en la región torácica y ocho en el abdomen). Las larvas pasan por tres estadios en un período total de 6 a 11 días, dependiendo de las temperaturas de 20 °C y 26°C respectivamente; también pueden tardar 50 días en temperaturas muy bajas (McDonald y McInnis, 1985). El fruto huésped influirá en el desarrollo de la larva;

la larva madura en menor tiempo cuando el fruto cae al suelo, esto debido a que la pulpa se reblandece y el jugo es absorbido a través del integumento.

Pupa: Es de color blanco que vira a marrón, tiene una forma cilíndrica, con una superficie lisa, con 11 segmentos, la longitud es de 3 a 10 milímetros y el diámetro de 1.25 a 3.25 mm. El período pupal puede durar de 9-11 días a temperaturas de 24°C y se acorta el tiempo a 6 días a temperaturas de 26°C, el período se alarga en condiciones de bajas temperaturas aproximadamente a 60 días (Weems, 1981).

Adulto: Según López L., López J., Hernández A., Martínez, Gutiérrez, Hernández R. (2010), la mosca posee un típico y característico diseño de marcas en las alas y scutum, tiene el tamaño de un tercio menor a la mosca casera, es de color café casi negro y con marcas de color marfil con negro brillante en la parte dorsal del tórax. El esculeto negro con una banda de marfil ondulada cerca de la base; las alas anchas y cortas, transparentes con manchas en la parte basal y apical, son de color café amarillento, blanco y negro, como se muestra en la figura 5.

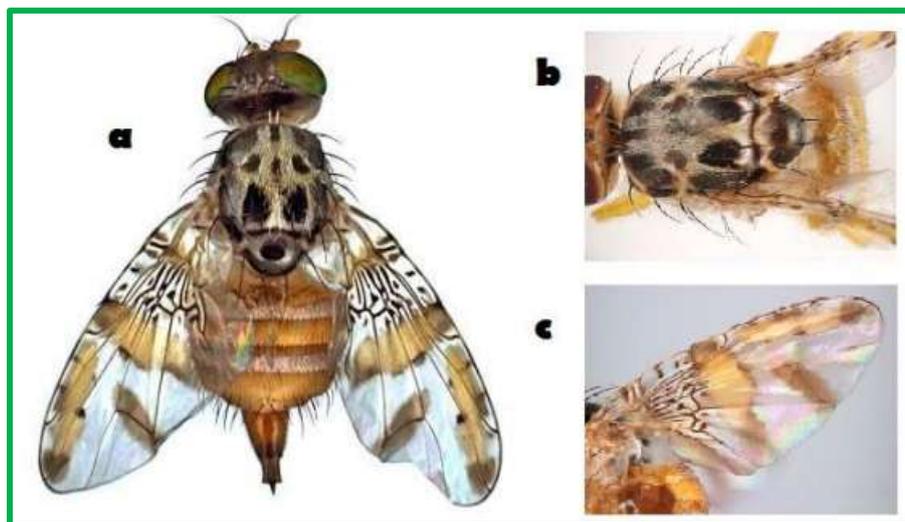


Figura 5. *Ceratitits capitata* Wiedemann. Vista de adulto (a), tórax (b), ala (c).

Fuente: López *et al.* (2010)

Así también Alfaro, Llorens, Moner (1998), refuta que la mosca hembra es de mayor tamaño y se diferencia del macho por tener un prominente oviscapto (ovipositor); además el macho presenta un par de setas postoculares espatuladas de color negro en la cabeza.



Figura 6. Adultos de *Ceratitidis capitata* Wiedemann. Hembra (izquierda), Macho (derecha).

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Ciclo biológico

La mosca de la fruta tiene un ciclo de vida completo (holometábola), es decir, atraviesan por cuatro estados biológicos diferenciados: huevo, larva, pupa y adulto (Matheus, 2005), como se muestra en la figura 7.

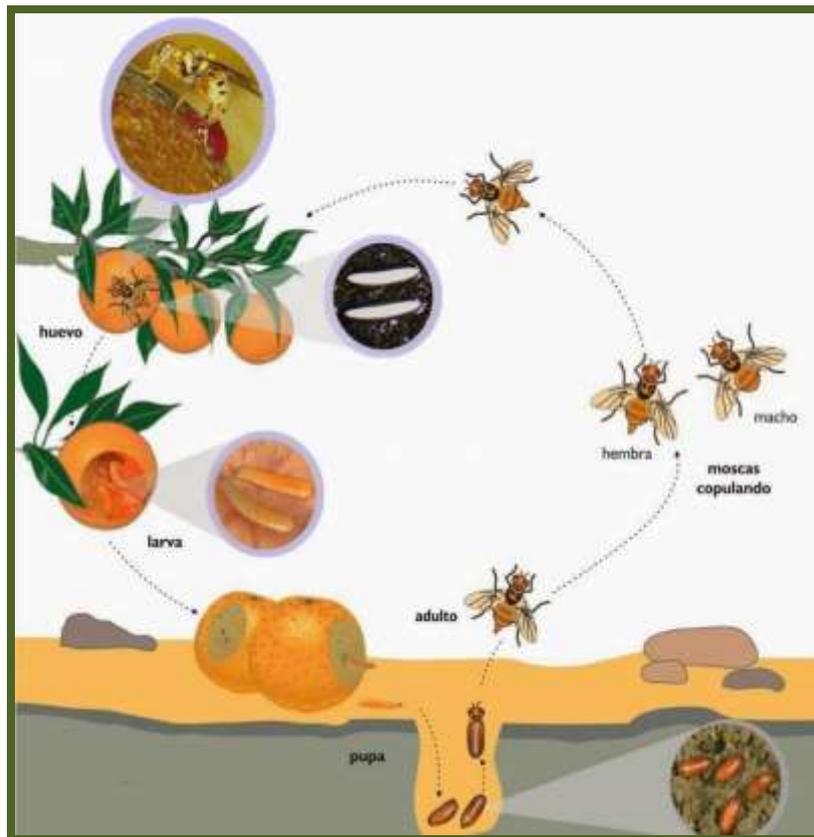


Figura 7. Ciclo biológico de *Ceratitidis capitata* Wiedemann.

Fuente: SENASA (2012)

El factor determinante para la regulación de la duración del ciclo de vida es la temperatura y de esta depende el número de generaciones por año. En general las moscas de la familia Tephritidae se desarrollan entre 10°C y 30°C. La fecundidad también se ve afectada por la temperatura, encontrándose la máxima producción de huevos entre 25 °C y 30° C (Fletcher y Kapatos, 1983).

Según Marín (2002), describe que el ciclo de vida se desarrolla en tres ambientes tales como la vegetación, el fruto y el suelo. Es decir que los adultos habitan en la planta hospedera o plantas vecinas donde pasan la mayor parte del tiempo. Después de la copula la hembra deposita los huevos en el interior del fruto. Las larvas del tercio instar abandonan los frutos y se entierran en el suelo donde empupan; los adultos emergen del pupario después de algunos días, reiniciándose de esta manera nuevamente el ciclo de la mosca.

Matheus (2005), indica que el ciclo de vida de las moscas de la fruta se inicia cuando las hembras adultas ovipositan bajo el pericarpio (cáscara), el estado de huevo de las moscas de la fruta tiene una duración que está en función de las condiciones ambientales y varía de 2 a 7 días en verano y de 20 a 30 días en invierno, al final de los cuales eclosionan y emergen las larvas (gusanos) las mismas que comienzan a alimentarse del fruto.

La luz influye en las actividades de alimentación y oviposición y es el factor más importante en la sincronización del comportamiento de la copula (Bateman, 1972). La copula de la mosca de la fruta, empieza cuando el macho se ubica en un lugar estratégico dentro de una planta y comienza a secretar una feromona sexual el cual funciona como un llamado a la hembra, luego aletea vigorosamente y adopta diferentes posiciones por lo general se acoplan otros machos y a este conjunto de machos aleteando se le denomina "leks" y empieza la competencia, la hembra se acerca y escoge un macho para la copula, con una sola copula la hembra queda inseminada para toda su vida.

La hembra de *C. capitata* puede poner unos 22 huevos por día y entre 300 y 800 en todo el periodo reproductivo (Aluja, 1993). La puesta se realiza en grupos de 1 a 9 huevos bajo la superficie del fruto en las cavidades producidas por el oviscapto, a una profundidad de 1 a 4 mm (Bodenheimer, 1951). Tras la eclosión del huevo, las larvas empiezan a alimentarse dentro de la fruta. Matheus (2005), menciona que el estado larval atraviesa por tres estadios teniendo una variación de 6 a 11 días, la larva madura al tercer estadio abandona el fruto, esta situación es usualmente coincidente con su caída, la larva al abandonar el fruto, se entierra a 2-3 centímetros de profundidad del suelo y se transforma gradualmente en pupa, dicho estadio dura aproximadamente de 9 a 15 días.

Durante la fase de pupa ocurre la transformación gradual en adulto al interior del pupario, una vez alcanzada la madurez fisiológica el adulto emerge del pupario rompiendo este con el

“ptilinum”, que es una membrana ubicada en la parte frontal de la cabeza, la misma que se dilata para romper la piel del pupario y permitir la emergencia del adulto.

El estadio adulto varía entre 14 a 319 días y para las hembras la longevidad observada es de 13 a 134 días, el periodo de pre-oviposición es de aproximadamente 13 días. En este estadio, *C. capitata* se alimenta de melaza secretada por insectos homópteros y también de secreciones glandulares de las plantas, néctar y savia exudada por frutos, hojas o heridas de brotes; ya que necesitan una dieta rica en aminoácidos para alcanzar la madurez sexual (Christenson y Foote, 1960).

El ciclo biológico completo de esta especie puede durar desde menos de un mes hasta 3 meses en función de las condiciones ambientales (Christenson y Foote, 1960). El número de generaciones por año varía de acuerdo a factores ambientales como la temperatura, la humedad y disponibilidad del huésped. Así, en zonas templadas con inviernos fríos y sin presencia de frutos desde otoño a primavera, *C. capitata* presenta de 3 a 4 generaciones anuales. El número de generaciones se incrementa a 7 u 8 cuando las temperaturas mínimas invernales no bajan de los 0°C y es capaz de superar las 12 generaciones en las condiciones ambientales óptimas (Aluja, 1993).

Ceratitis capitata está establecida de forma permanente en muchas de las áreas templadas, superando las temperaturas más extremas del invierno como larva protegida dentro de los frutos que permanecen o bien en los árboles o en el suelo (Papadopoulos, Carey, Katsoyannos, Kouloussis, 1996), como pupas en el suelo o en estado adulto (Del Pino, 2000).

2.2.3. Daños

El daño causado por la mosca ocurre cuando la hembra adulta, a través de su ovipositor, penetra y deposita sus huevos dentro del fruto. Las larvas excavan galerías dentro de este, con lo que el fruto queda expuesto a la penetración de hongos y bacterias que deterioran su calidad. De igual manera, puede ocasionar una maduración a destiempo del fruto, o bien, si el ataque

ocurre en estadios tempranos, los frutos no logran alcanzar un desarrollo adecuado (Lanzavecchia, 2004).

La picadura que efectúa la hembra en la oviposición produce un pequeño orificio en la superficie del fruto, que forma a su alrededor una mancha amarillo pálido. La herida es una vía de entrada de microorganismos que provocan la pudrición del fruto. Adicionalmente, las larvas excavan galerías en los tejidos internos de éste, aumentando su descomposición y provocando su caída al suelo. Si se envasan frutos picados por la mosca, con larvas en fase inicial de desarrollo, se produce su evolución durante el transporte, dando lugar a mermas en destino.

En las condiciones de los cultivos, los principales daños se producen en las variedades más precoces de mandarinas y naranjas, durante la primera mitad del otoño, ya que, en este período, tales frutas han alcanzado un avanzado estado de maduración y, generalmente, se suelen dar temperaturas suficientemente altas para permitir la actividad de la mosca (Aluja, 1993).

2.2.4. Hospederos

Franqui (2003) menciona que la mosca de la fruta es una de las plagas agrícolas más destructivas del mundo. Su rango de hospederos se estima en más de 260 especies de flores, frutas, nueces y vegetales; variando su preferencia de hospederos según en la región que se encuentren. La mosca prefiere las frutas suculentas y de cáscara fina.

Matheus (2005) indica que los hospedantes pueden ser primarios o secundarios, dependiendo de la intensidad de preferencia que tiene cada especie de mosca de la fruta para completar su estado biológico de larva. En los hospedantes primarios, la mosca desarrolla generaciones sucesivas y en los secundarios le permite alternar generaciones cuando no se encuentran disponibles los primarios. Se denominan hospedantes alternantes a aquellos que permiten a la plaga mantenerse cuando no existen hospedantes primarios ni secundarios.

Según, White & Elson-Harris (1992), mencionan que los hospederos principales de la mosca de la fruta son: pimiento, cafeto, cítricos, higuera, manzano, prunus, guayabo, cacao y los hospederos secundarios son: nuez, guanábana, capsicum, papayo, níspero, mango, entre otros.

2.2.5. Dinámica poblacional de mosca de la fruta

El SENASA (2012) menciona que la mayor abundancia de la plaga se encuentra asociada a la estacionalidad y a la maduración de sus hospedantes. SENASA en su proyecto de erradicación de mosca de la fruta colocaron trampas en diferentes zonas de producción de Chancay-Huaral para evaluar la dinámica poblacional de mosca de la fruta en la cual obtuvieron en los tres últimos años 2010, 2011, 2012 en el mes de enero 11410, 17020, 36570 moscas adultas respectivamente, en el mes de febrero 12770, 26880, 25940, en el mes de marzo 17590, 27810, 21320 y en el mes de abril 23490, 5020, 5910 moscas adultas.

Marín (2002) menciona que dada la creciente importancia económica que tienen las pérdidas ocasionadas por ésta plaga, es necesario buscar alternativas que resuelvan los problemas de los productores de frutas. Partiendo de un reconocimiento taxonómico y de ecología, como también de plantas hospederas, distribución geográfica y seguimiento de las moscas de las frutas; de tal manera que se pueda obtener toda la información necesaria para implementar Programas de Manejo de la Plaga.

2.2.6. Control

Según el Programa Nacional de mosca de la fruta (PNMF) (2011), la detección es uno de los componentes básicos en los programas de control. Se realiza mediante la utilización de trampas y atrayentes y sirve para realizar un seguimiento en cuanto a magnitud y duración de la infestación, así también sirve para determinar el número relativo de adultos, extensión de áreas infestadas y avance de la plaga.

Según Cisneros (1995), las estrategias y métodos de control de cualquier plaga agrícola se clasifican en control mecánico, físico, cultural, biológico, químico, etológico, genético, legal y manejo integrado de plagas.

- **Control mecánico**

Según Sánchez (2003), menciona que se tiene que destruir los residuos de la cosecha es decir que durante el periodo de cosecha se deben recoger todos los frutos de. Si la fructificación en los árboles ya sea sanos e infestados, las frutas de menor tamaño o que no tienen valor también deben ser recogidas en su totalidad para evitar la alimentación de nuevas generaciones de dicha plaga, una vez recogidas todo tipo de frutas se procede a incinerarlas o enterrarlas. Si la fructificación es irregular se debe proceder a revisar detalladamente con el fin de que no queden frutos en los arboles; estos despojos de la cosecha en el caso de ser enterrados, deben ser colocados en hoyos profundos para que no exista la posibilidad de que los adultos logren emerger. La manera correcta de lograrlo es aplicar el insecticida, triturar las frutas y luego proceder a cubrirlo con tierra.

- **Control físico**

Rodríguez (1998), menciona que en 1988 se realizaron pruebas de tratamiento hidrotérmico en mango como medida cuarentenaria con fines de exportación; lo cual fue subvencionado por el Instituto de Comercio Exterior (ICE). A partir de ese momento todo el mango peruano para la exportación necesita de tratamiento hidrotérmico.

Con la finalidad de mejorar las condiciones de acceso de cítricos hospedantes de moscas de la fruta a mercados internacionales, el SENASA inspeccionó el tratamiento en frío del cargamento de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) procedente de la región Junín, cuya producción con destino a República Dominicana asciende a 25800 kilos. Este requisito fitosanitario de exportación, establecido por la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONFP) de países importadores, consiste en reducir la temperatura por debajo de

los límites de tolerancia térmica de las plagas para evitar, en el caso de los cítricos, la presencia de las moscas de la fruta. El tratamiento en frío es aplicado también a otras especies de cítricos como toronja, mandarina y tangelo procedentes de Piura, Lambayeque e Ica (SENASA, 2016).

- **Control cultural**

Para favorecer el control de la mosca del mediterráneo, se deben de seguir acciones y medidas culturales: cosechar todos los frutos del árbol, no dejar que los frutos sobre maduren en el árbol y se descompongan y todo fruto que cae al suelo debe ser eliminado (Aluja, 1993).

Los árboles frutales deben de recibir una poda sanitaria con la finalidad de eliminar ramas muy bajas facilitando así la aireación, ingreso de los rayos solares y la mejor aplicación en el cultivo. También se elimina las hojarascas de la base de los árboles para romper el ciclo biológico de la plaga (Sánchez, 2003). Otra manera de realizar es teniendo un cultivo trampa el cual consiste en sembrar frutales más atractivos para la mosca de la fruta, un ejemplo de ello es la asociatividad del mango con plantas de ciruela (*Spondias* spp.) en los valles del norte del Perú, concentrándose el agricultor en la aplicación de cebos tóxicos en la ciruela.

- **Control biológico**

Es someter a las plagas ante sus enemigos naturales, es decir mediante la acción de depredadores, parásitos y patógenos. Los depredadores no causan daño al cultivo, se alimentan de otros insectos y ácaros fitófagos plagas. Los parásitos son insectos entomófagos que viven a expensas de otro insecto (hospedero) al que devoran progresivamente hasta causarle la muerte. Los entomopatógenos son microorganismos que producen enfermedades a los insectos, siendo el agente causal muy diverso.

Jorge Compere fue el primer entomólogo que realizó pruebas mediante el control biológico para reducir daños por *Ceratitis capitata* Wied. a inicios del siglo XX (Gómez 1932).

Entre los controladores biológicos que afectan a la mosca de la fruta se tiene a los parasitoides, predadores y enfermedades. Los predadores más comunes son las hormigas y otros

insectos que se alimentan de las larvas; arañas, lagartijas y aves que capturan a los adultos (Sánchez, 2003).

- **Control químico**

El control químico contra la mosca de la fruta, se aplica como medida de control para bajar altas poblaciones de mosca de la fruta o en forma preventiva para evitar el incremento de la plaga.

Las moscas de la fruta son susceptibles a cualquier insecticida, sin embargo el único producto autorizado para su control es el Malatión el cual se combina con un atrayente alimenticio. El Malatión es barato, posee una dosis letal media (DL 50) muy elevada y además tiene efectos suaves sobre el medio si se usa racionalmente; este insecticida está recomendado por la Organización Mundial de la Salud (Cérpeda, 2008).

El SENASA a través del Programa de Erradicación de mosca de la fruta, se encuentra aplicando el insecticida GF-120 a base de spinosad; dichas aplicaciones se realizan en zonas frutícola de pequeños agricultores que no pueden solventar dichos gastos por el costo alto del insecticida, y en zonas que geográficamente se encuentran en el área de control pero que no pertenecen a alguna persona o son de uso común.

Asimismo, Hernández (2016), realizó una mezcla de un cebo biológico concentrado específico para mosca de la fruta y de muy baja concentración toxicológica, este cebo es aplicado en forma de líquido a cada árbol frutal dependiendo de su frondosidad y luego se aplica un spot (10ml de cebo biológico) del producto GF-120. El producto GF-120 no se puede aplicar directamente al árbol frutal, porque al momento de entrar en contacto, puede dañar o manchar el fruto, el cual le da una apariencia melaginoso y así pierde su calidad visual sin perder su calidad interna o en caso contrario las hojas de estos frutales son muy susceptible a la aplicación de estos productos, poniéndose de color amarillo o secándose con el sol.

- **Control etológico**

El SENASA/PNMF (2001), reporta que el principio de atracción radica en la utilización de un atrayente alimenticio como proteína hidrolizada, fermentos de frutos, melaza de caña, etc. en proporciones variadas mezcladas con agua y bórax como preservante. Las trampas tratan de imitar las características aromáticas de los frutos maduros de los hospederos para mosca mediterránea de la fruta y sustancias nutritivas ricas en proteínas, es por esta razón que son atraídas a las trampas especialmente hembras adultas quienes necesitan ingerir sustancias proteicas para poder formar los huevecillos y dar descendencia fértil.

Por otra parte Hernández (2016), utilizó atrayentes sexuales como el trimelure que es un atrayente sexual gelatinizado (paraferomona) que solo atrae especies del género *Ceratitis* y exclusivamente machos, este gel va en conjunto con la trampa Jackson. Su efectividad es de aproximadamente un 60%. Para los hábitos alimenticios, se utilizó el producto proteína, el cual se combina con agua y bórax, este producto emana olores amoniacales preferidos por las moscas de la fruta sean machos o hembras y se utiliza principalmente en las trampas Mcphail. Pero usaron las trampas multilure que es una modificación de la primera, debido a que aporta mejores beneficios en su manipulación, principalmente por su facilidad en la limpieza, sobre todo por los sustratos sintéticos que se utilizaron en toda la región de Ica.

Así mismo Aluja (1993), menciona que la inspección de trampas para el recebado debe de realizarse cada 7 días a mayor tiempo de exposición provoca la descomposición o disminución en el poder atrayente de la trampa. Además, en climas calurosos el líquido de las trampas Mc Phail y trampas botellas se evapora y se seca rápidamente.

- **Control legal**

Son disposiciones obligatorias (leyes o reglamentos) por parte del gobierno y bajo responsabilidad específica del SENASA, para garantizar la participación de la población a fin

de evitar el ingreso de la mosca de la fruta a una determinada área (Hernández, 2016). Se ejecuta a través de cuarentenas, guías fitosanitarias, certificaciones de producción, constancias técnicas de ejecución de medidas, etc. (Aluja, 1993).

Mediante el Decreto Supremo N° 009-2000-AG, se ha reglamentado la implementación y aplicación para el control, supresión y erradicación de la mosca de la fruta. En la región Ica se han instalado puestos de control cuarentenario y se viene aplicando hasta la actualidad el reglamento de acuerdo a la etapa en que las zonas de la región se encuentren. En la zona de Palpa y Nazca se ha logrado erradicar la mosca de la fruta, por lo que el reglamento se viene aplicando en un mayor grado que en otras zonas. Existen agricultores que no se adecuan en el manejo integrado para combatir a la mosca de la fruta, pues en estos casos se aplica el decreto supremo. Este método de control es efectivo.

Actualmente, la vigencia del control químico como medida prioritaria en el manejo de esta plaga está seriamente comprometida, tanto por restricciones legales (prohibición de materias activas) y sociales (tendencias de consumo) como por limitaciones intrínsecas del método (resistencias). Por ello, el desarrollo e implementación de métodos alternativos de control biológico que sean respetuosos con el medio ambiente adquiere cada vez más importancia.

2.3. Hongo entomopatógeno: *Beauveria bassiana*

El control biológico en Perú, dentro del marco del manejo integrado del cultivo, tiene más de 100 años, pero toma un mayor impulso a partir del año 1995 con el incremento de las exportaciones. Las restricciones en el uso de pesticidas y el control de residuos en el producto terminado han llevado a las empresas agrícolas a buscar alternativas a los problemas fitosanitarios. Además, las medidas cuarentenarias impuestas por países importadores para evitar la entrada y el establecimiento de esta mosca incrementan las pérdidas económicas de los países productores (Ekesi, Maniania, Lux, 2003).

El control biológico de la mosca de la fruta ha estado basado principalmente en el uso de parasitoides, aunque también existen reportes de control mediante arácnidos, hongos y nematodos entomopatógeno. Entre éstos resaltan *Fopius arisanus* (Sonan) y *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron), por los altos niveles de parasitismo observables en huevos y larvas, respectivamente. En lo referente a otros agentes de control biológico, se ha reportado que la araña lobo *Pardosa cribata* Simón, una especie abundante en huertos de cítricos de España, depreda larvas del tercer estadio y adultos de *Ceratitis capitata*, con tasas de ataque de $0.771 \pm 0.213/\text{día}$ (Monzón, 2001).

Pero los entomopatógenos son un grupo con potencial para el manejo de plagas y entre los más destacados está *Beauveria bassiana* por su capacidad de infectar más de 200 especies en nueve órdenes de insectos y ser la especie más ampliamente distribuida de su género en el mundo (Zimmermann, 2007). Algunos productos registrados y comercializados son BotaniGard, BeaSin o Naturalis-L y otros están en desarrollo (Faria & Wraight, 2007).

Así también los hongos entomopatógenos constituyen agentes promisorios para el control de la mosca de la fruta. Existen más de 800 especies identificadas (Thacker, 2002), dentro de las cuales *Metarhizium anisopliae* Metsch. (Sorokin) y *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin constituyen la base de la mayoría de los productos comerciales disponibles con hongos entomopatógeno (Leite, Batista, Almeida, Alves, 2003).

El hongo *Beauveria bassiana* tiene un elevado potencial por sus efectos directos (micosis) sobre larvas, pupas y adultos recién emergidos tras pulverizaciones de conidios sobre el suelo o sobre adultos mediante el uso trampas selectivas atrayente-contaminante (Mochi, Monteiro, De Bortoli, Dória, Barbosa, 2006).

Rodríguez del Bosque (2007) menciona que a mediados del año 1990, que los productores y empresas privadas dirigieron la atención hacia el hongo *B. bassiana*. Debido a que el hongo representaba ciertas ventajas comparativas, como su relativa facilidad de producción,

distribución, aplicación y evaluación. Estas características, bastante similares a la de un insecticida químico convencional, fueron acogidas con entusiasmo en el seno de un sector acostumbrado a este tipo de insumos. A tal grado han gustado estas propiedades de *Beauveria bassiana*, que la Campaña Nacional contra la Broca para el sexenio actual (2006-2012) se ha apoyado el uso del entomopatógeno.

Beauveria bassiana al igual que otros hongos entomopatógeno, antes de matar a su hospedero le causa síntomas importantes como son: pérdida de sensibilidad, falta de coordinación, letargo, inapetencia, melanización y parálisis. Con la muerte del insecto, el beneficio se incrementa pues la esporulación y posterior dispersión del hongo, permite un control más allá de la aplicación (Vargas, 2003).

Muñoz, De La Rosa, Toledo (2009) mencionan que no todas las cepas de los hongos entomopatógenos son efectivas para causar la infección de larvas y pupas o pueden ocasionar altas mortalidades en adultos de moscas de la fruta, por lo que es necesario caracterizar su virulencia mediante bioensayos. De esta forma, las cepas procedentes de una región geográfica, caracterizadas a través de dicha técnica y se comprueba que poseen una alta actividad biológica tendrán mayor potencial, por lo que deben evaluarse en los programas de manejo de moscas de la fruta en la misma región.

Porras & Lecuona (2008) realizaron un trabajo de investigación con el objetivo de seleccionar cepas promisorias de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitidis capitata* bajo condiciones de laboratorio para ello hicieron una serie de ensayos empleando mosca adulta como estado vulnerable al parasitismo del hongo entomopatógeno para la selección se utilizó una concentración de 5×10^9 cv. m^{-2} (conidias viables) del hongo. Se determinó el control letal (CL90), la sobrevivencia media (SM), la compatibilidad con insecticidas Mercaptotion 100%

CE (Lupara) y Dimetoato 40% CE; las cepas evaluadas fueron Bb 26, la Bb 259, la Bb 132, y la Bb 238.

Los resultados fueron que la cepa Bb 238 presentó la CL90 más baja y la sobrevivencia media menor, lo cual la hace la cepa más virulenta y que requiere de menos cantidad de conidios viables por m⁻² para eliminar el 90% de las moscas. La cepa Bb 26 posee la CL90 y la sobrevivencia media más altas, así como los valores más altos situación que lo coloco como la cepa de última opción de elección. De acuerdo con la CL90, sobrevivencia media, la producción de conidios, y la compatibilidad con insecticidas, las cepas Bb 238, Bb 259 y Bb 132 resultan promisorias para el desarrollo de mico insecticidas, por lo que podrían ser utilizadas en una primera etapa de ensayos de campo. En conclusión, los ensayos en el laboratorio permitieron seleccionar cepas de *B. bassiana* con potencial para controlar *C. capitata* (Porras & Lecuona, 2008).

Muñoz *et al*, (2009) reportaron que cepas de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin pueden causar mortalidad de 9.1 a 92% en adultos de *Ceratitis capitata*.

Velásquez, (2008) menciona que, en la Costa central del Perú, valles de Huaral y Barranca se ha logrado el hallazgo de una nueva cepa nativa del hongo entomopatógeno de *Beauveria bassiana* denominada MF-RV-08-Bb colectada a partir de adultos infectados de Mosca de la Fruta *Ceratitis capitata* ((Dip: Tephritidae). Al realizar bioensayo en condiciones de laboratorio se observó que al octavo día de evaluado el tratamiento mediante la aplicación del hongo entomopatógeno en estudio a una concentración de 1.32×10^8 conidios/ml obtiene una mortalidad de adultos de Mosca de la fruta *Ceratitis capitata* de 80,00 %, con un 76,92 % de eficacia. Mientras que el tratamiento testigo registra un 13,3 % de mortalidad natural, mientras que las pupas tratadas con el hongo no presentaron infección.

Por otra parte Vélchez (2014) realizó ensayos de capacidad entomopatogénica de la cepa nativa MF-RV-08-Bb de *Beauveria bassiana* mezclado con dos tipos de atrayentes sobre la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. en el cultivo de mandarina (*Citrus reticulata*) en Huaral bajo condiciones de laboratorio concluyendo que el entomopatógeno *Beauveria bassiana* con melaza es más eficaz que el hongo con proteína por dos razones: logra matar a más del 50% de las moscas en menor tiempo y sobrevive más tiempo; y que los tratamientos T2: Bb y T3: melaza + Bb, tienen un tiempo promedio de DL50 menor con 12.23 y 14.70 días respectivamente matando a más del 50% de moscas, lo cual los hace superiores a los tratamientos T1: testigo y T4: proteína + Bb, que presentan un DL 50 de 17.72 y 22.18 días respectivamente.

Alean (2003) menciona que el género *Beauveria* está compuesto por varias especies, pero las más frecuentemente estudiadas son *B. bassiana* (Bálsamo) Vuillemin y *B. brongniartii*. El género se caracteriza por presentar un micelio blanco, conidióforos sencillos, irregularmente agrupados o en grupos verticilados, en algunas especies hinchados en la base y adelgazándose hacia la porción que sostiene la conidias, la cual se presenta en forma de zigzag, después de que varios conidios se producen; los conidios son hialinos, redondeadas a ovoides y unicelulares. Por otro lado *B. bassiana* presenta conidios de forma globosas, subglobosas (2-3 x 2.0-2.5 µm) y las estructuras conidióforas forman densos grupos.

Rodríguez del Bosque (2007) menciona que el hongo *Beauveria bassiana* es un microorganismo habitante natural del suelo, este entomopatógeno presenta un amplio rango de huéspedes dentro de los artrópodos.

Esta cepa nativa tiene un elevado potencial por sus efectos directos (micosis) sobre larvas, pupas y adultos recién emergidos tras pulverizaciones de conidios sobre el suelo o sobre adultos mediante el uso trampas selectivas atrayente-contaminante (Mochi *et al*, 2006).

2.3.1. Proceso de infestación

En general, las fases que desarrollan los hongos sobre sus hospedantes son: germinación, formación de apresorios, formación de estructuras de penetración, colonización y reproducción. El inoculo o unidad infectiva está constituido por las estructuras de reproducción sexual y asexual, es decir las esporas o conidias (Monzón, 2001).

El proceso de infestación se inicia cuando la espora o conidias se adhiere a la cutícula del insecto; luego se produce un tubo germinativo y un apresorio, con este se fija en la cutícula y con el tubo germinativo o haustorio (hifa de penetración) se da la penetración al interior del cuerpo del insecto, en la que participa un mecanismo físico y uno químico, el primero consiste en la presión ejercida por la hifa, la cual rompe las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula.

El mecanismo químico consiste en la acción enzimática proteasas, lipasas y quitinasas, las cuales causan descomposición del tejido en la zona de penetración. Después de la penetración, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, colonizando completamente y a partir de la cual se forman pequeñas colonias y estructuras del hongo, lo que corresponde a la fase final de la enfermedad del insecto (Monzón, 2001).

Por otra parte, Matheus (2005) indica que penetra en el cuerpo del hospedero a través del integumento, tracto digestivo, tráqueas y heridas, produciendo cuerpos hifales y toxinas. No obstante, Alean (2003) menciona que el entomopatógeno *Beauveria bassiana* infecta varias especies de mosquitos a través del sifón posterior; en *Heliothis zea* a través del espiráculo y en el gorgojo de la alfalfa *Hypera postica* a través de la tráquea y no por la delgada cutícula del integumento. La región anal de las larvas del gusano de seda es más frecuentemente infectada.

Rodríguez del Bosque (2007) indica que este hongo sintetiza metabolitos con acción tóxica como la beauvericina y basianolide, productos que alteran el transporte de cationes a través de la membrana celular, también se ha identificado la ooporeina, de rojo intenso con actividad antimicrobiana que favorece el desarrollo del entomopatógeno. Las toxinas provocan

alteraciones en varios organelos, paralizan las células o causan un mal funcionamiento del intestino medio, tubos de Malpighi, tejido muscular, hemocitos. El efecto inhibitorio sobre los elementos celulares de la hemolinfa, impide la actividad fagocítica de los plasmocitos y permite la rápida multiplicación del hongo, al reducir la habilidad del insecto para defenderse. Poco tiempo después de la muerte del huésped y bajo condiciones favorables, las hifas emergen del cadáver, producen células conidiógenas y ocurre la esporulación sobre la superficie del huésped. Las conidias, unidades de diseminación e infección, son diseminadas por el viento, la lluvia y por el insecto huésped (auto diseminación). Cada insecto infectado constituye un foco de infección para otros individuos de la población.

Los insectos muertos infectados por especies de *Beauveria*, presentan una cubierta blanca muy densa formada por el micelio y esporulación del hongo. Generalmente los insectos atacados se momifican quedando adheridos en la planta, principalmente en el envés de la hoja (Castillo, Cañizalez, Valera, Godoy, Guedez, Olivar, Morillo, 2012).

La mayoría de los hongos entomopatógenos son usados para controlar poblaciones plaga por debajo del umbral económico, aceptando algunos daños en el cultivo. Además, los hongos entomopatógenos tienen un papel importante en el MIP y tienen que ser utilizados en combinación con otras estrategias para lograr un control sostenido de las plagas (Rodríguez del Bosque, 2007).

CAPÍTULO III

3. Materiales y métodos

3.1. Localización del Experimento

El presente trabajo de investigación experimental se instaló en una de las parcelas del Programa de Frutales y, la reactivación de *Beauveria bassiana* y la crianza de *Ceratitis capitata* se realizó en el laboratorio de entomología de la institución del INIA-DONOSO HUARAL.

Departamento: Lima

Provincia: Huaral

Distrito: Huaral

Este (X): 281470 m (UTM)

Norte (Y): 8783292 m (UTM)

Altitud: 180 m.s.n.m.

3.2. Materiales

3.2.1. Laboratorio

a. Materiales

- Algodón
- Ansa de siembra
- Bolsas de polietileno
- Bolsas de polipropileno
- Cuaderno de evaluación
- Estiletes
- Etiquetas
- Hoja boom reciclable
- Jaulas de crianza masal (26x34 cm y una altura de 30cm).
- Lápices

- Matraz Erlenmeyer
- Mascarillas descartables
- Mechero
- Pabilo
- Papel toalla
- Para film
- Pinzas
- Placas Petri
- Plumón indeleble
- Porta y cubre objeto
- Tubo de ensayo

Reactivos

- Ácido láctico
- Tween
- Agar - Agar
- Alcohol
- Dextrosa
- Hipoclorito de sodio
- Papa

b. Equipos

- Autoclave
- Balanza electrónica
- Cámara de flujo laminar
- Cámara fotográfica
- Cámara Neubauer

- Cocina a gas
- Computadora
- Incubadora
- Microscopio estereoscópico
- Refrigeradora

3.2.2. Materiales de campo

- Cajas o jaulas de cautiverio
- Cartilla de evaluación
- Lápices
- Libreta de campo

3.2.3. Material biológico

- Plantas del cultivo de mandarina de 5 años
- Plaga: Mosca de la fruta *Ceratitis capitata*
- Controlador biológico: Cepa nativa MF-RV-08-BB
- Proteína hidrolizada.
- Melaza
- Conservantes: Nipagin y Nipasol
- GF-120
- Feromona ceratiture

3.3. Metodología de la investigación

3.3.1. Pruebas preliminares

Las pruebas preliminares se realizaron tanto en laboratorio y campo para tener el antecedente de cómo se obtuvo la concentración y porcentaje de viabilidad de conidios de *Beauveria bassiana*, cuánto es la pérdida de evaporación por día de cada tratamiento en el

campo, como incrementar la virulencia del entomopatógeno y cuál es la población actual de la plaga en el área de investigación.

Tabla 2

Procedimientos de las etapas preliminares.

ETAPA	PROCEDIMIENTOS
VIABILIDAD DE <i>Beauveria bassiana</i>	Preparar medio de cultivo de PDA
	Agregar una gota (0.1 ml) de la suspensión de esporas de <i>B. bassiana</i>
	Incubar aproximadamente 18 horas a una temperatura de 20 °C
	Después cortar 1 cm ²
	Colocar en el portaobjeto, agregar una gota de azul de lactofenol y cubrir
	Observar en microscopio y contar las conidias germinadas y no germinadas
CONCENTRACION DE <i>Beauveria bassiana</i>	Preparar una solución de 1 ml de Tween por 1 L de agua destilada
	Luego agregar en 4 tubos con 9 ml de solución/tubo
	Por otro lado preparar 1 cm ² de estructuras de <i>Beauveria bassiana</i>
	Agregar a los tubos y homogenizar
	Agregar una gota de la solución a la cámara de Neubauer
	Llevar al microscopio y contar las conidias de los 5 campos. Determinar la concentración según X.5.K.ID expresado en con/ml
POSTULADO DE KOCH	Colocar moscas de <i>Ceratitis capitata</i> en caja de crianza masal
	Incorporar una solución a base de <i>Beauveria bassiana</i>
	Retirar las moscas muertas y colocar en cámara húmeda
	Evaluar la infestación de <i>Beauveria bassiana</i> y aislarlo en un medio
	Multiplicar en placas que contienen PDA
MOSCAS POR TRAMPA/DIA (MTD)	Colocar 2 trampas albinas tipo Jackson con feromonas Citrullure
	Evaluar el número de moscas dentro de la trampa por semana
	Luego determinar el número de moscas por día
EVAPORACION DE LOS TRATAMIENTOS	Distribución de los tratamientos al azar
	Preparación de las mezclas de cada tratamiento
	Instalación de los tratamientos
	Evaluar cada 24 horas durante 5 días aproximadamente

Nota: Elaboración propia.

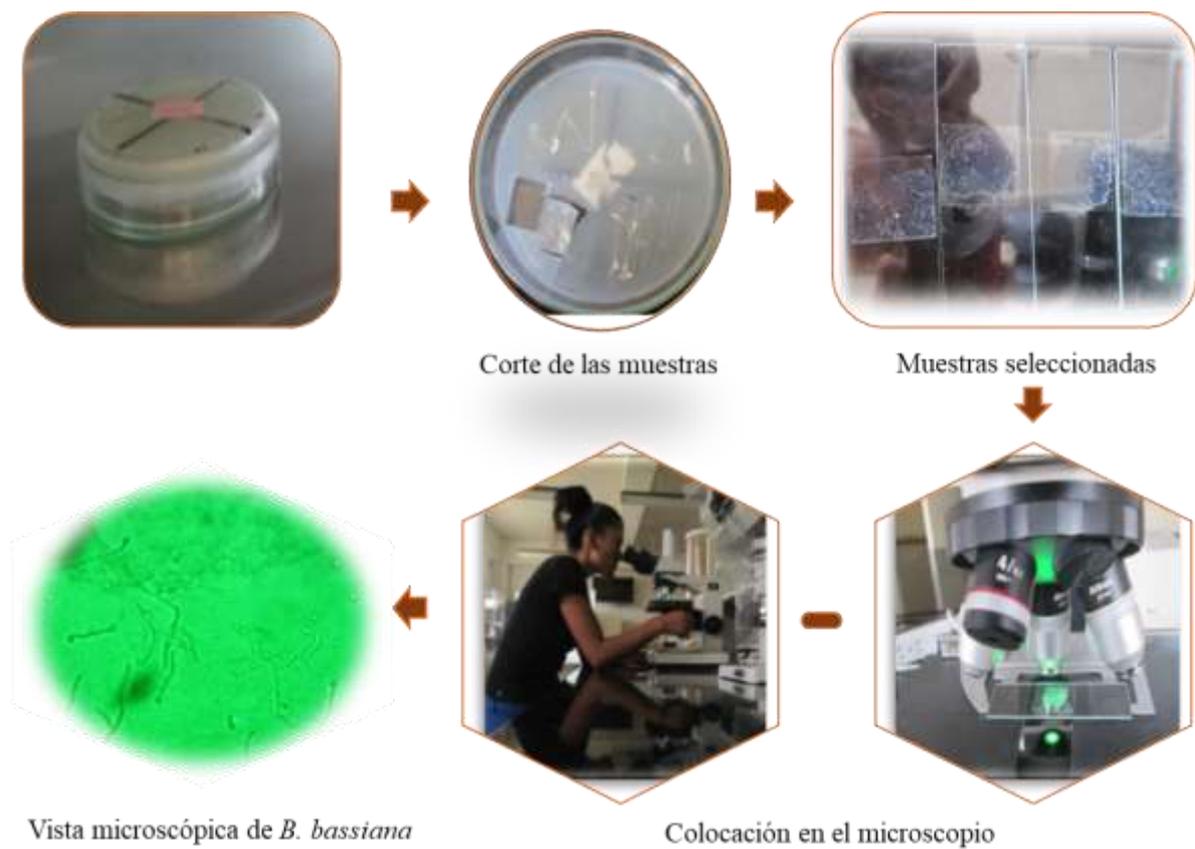


Figura 8. Pasos para la obtención de viabilidad de conidios de *B. bassiana*.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Colocación de la cámara de Neubauer al microscopio (Izquierdo), vista microscópica de conidios de *B. bassiana* (Derecho) para la obtención de la concentración de conidios.

Fuente: Elaboración propia.

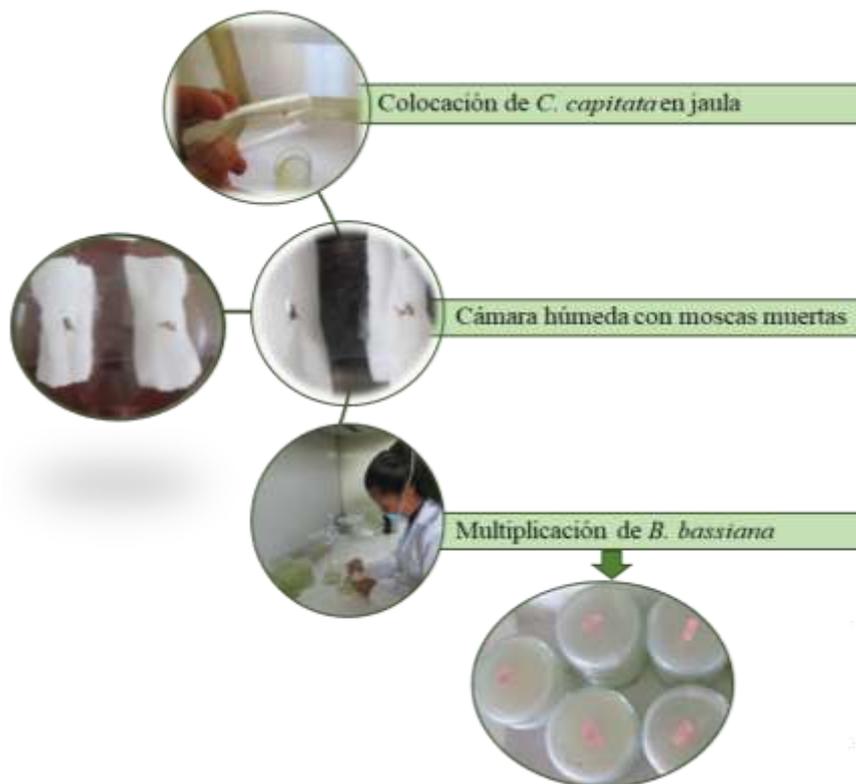


Figura 10. Procedimiento del postulado de Koch.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. Pasos para la obtención de moscas por trampa por día.

Fuente: Elaboración propia.

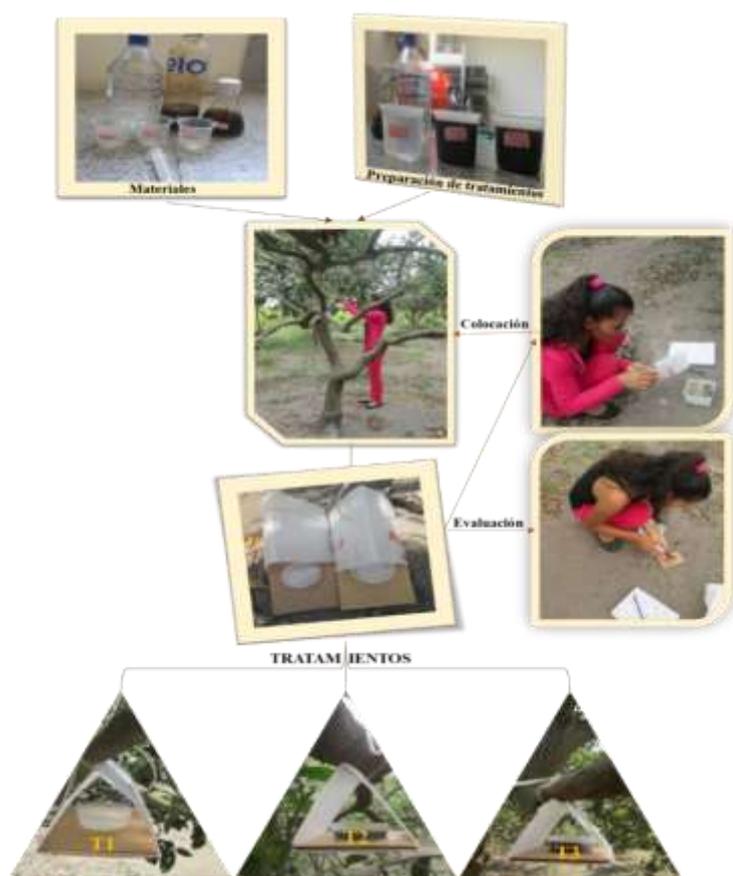


Figura 12. Pasos para la obtención de evaporación de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Instalación y conducción del experimento.

Tabla 3

Procedimientos de las etapas de crianza masal de la mosca de la fruta y reactivación del entomopatógeno.

ETAPA	PROCEDIMIENTO
CRIANZA MASAL DE <i>Ceratitis capitata</i>	Obtención del material biológico en frutas de mandarina
	Acondicionar de frutos de lúcuma y alimento azucarada en la jaula de crianza
	Colocar 15 adultos en la jaula de crianza
REACTIVACION DE <i>Beauveria bassiana</i>	Limpieza de materiales y equipos
	Preparar el medio de PDA
	Sembrar los micelios del hongo obtenidos del Postulado de Koch
	Sellar las placas con para film y etiquetar
	Colocar en una incubadora a 20 °C para su desarrollo del hongo

Nota: Elaboración propia.

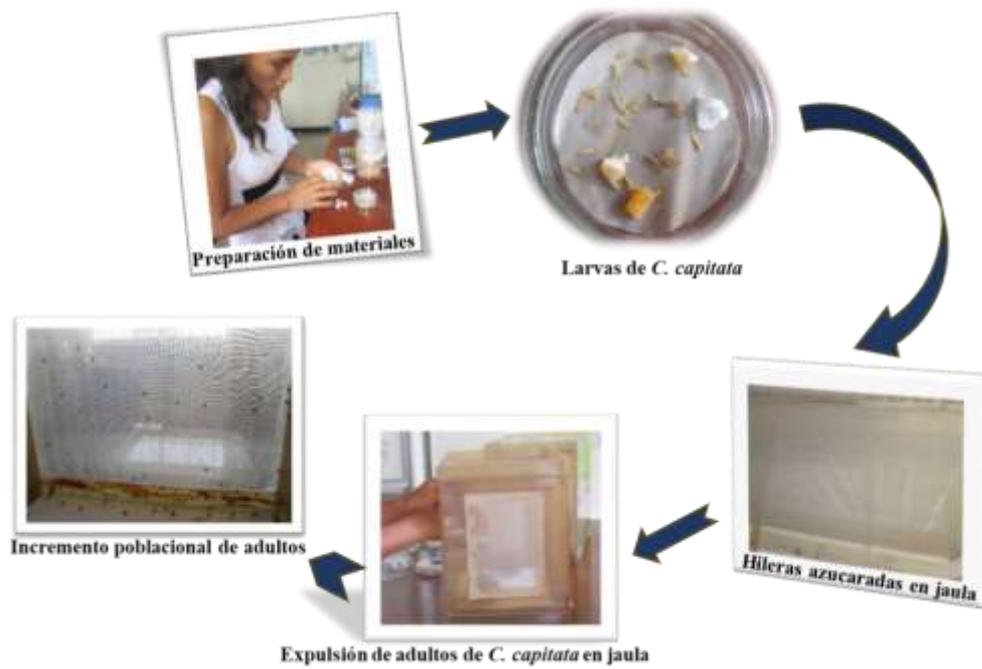


Figura 13. Procedimientos de la crianza masal de *C. capitata*.

Fuente: Elaboración propia.

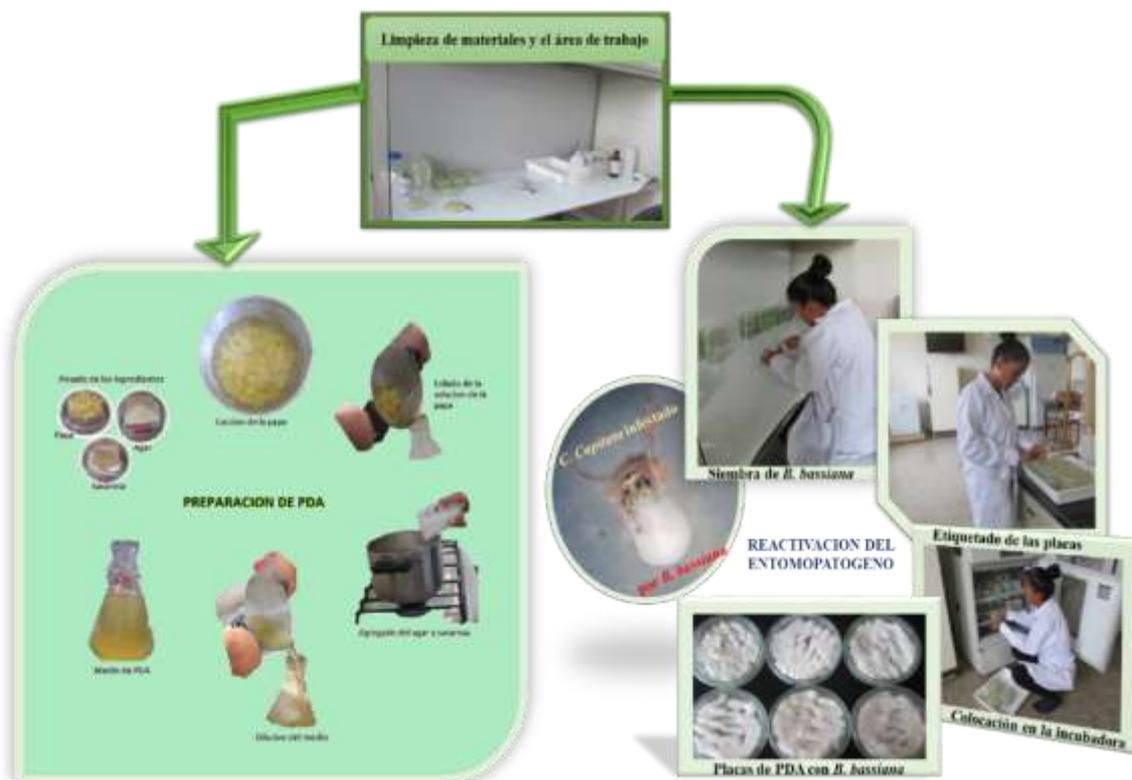


Figura 14. Procedimientos para la reactivación del entomopatógeno.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Procedimiento de la aplicación de los tratamientos en el campo.

ETAPA	PROCEDIMIENTO
APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS EN CAMPO	Preparar 16 trampas albinas tipo Jackson
	Colocar una rama de mandarina en jaulas de cautiverio
	Obtención de la concentración de 1.32×10^8 conidios /ml de <i>B. bassiana</i>
	Seleccionar 20 moscas de <i>Ceratitis capitata</i> por tratamiento
	Preparar las soluciones de cada tratamiento y colocar dentro de la jaula
	Luego liberar las moscas dentro de la jaula de cautiverio en 2 momentos
	Recolectar las moscas muertas a diario
	Aislar el hongo durante 15 días de cada tratamiento
	Evaluar los parámetros mencionados

Nota: Elaboración propia.



Figura 15. Dieciséis trampas albinas para la colocación de los cebos de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Poda de ramas del cultivo de mandarina.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 17. Colocación de jaulas de cautiverio al cultivo de mandarina.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Colocación de etiquetas (Izquierdo), jaulas de cautiverio (Derecho).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. Experimento instalado.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Selección de 20 moscas de *Ceratitis capitata* / tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. Preparación de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Colocación de los cebos en las jaulas de cautiverio.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. Liberación de *Ceratitis capitata* en las jaulas de cautiverio.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 24. Amarrado de las mangas para evitar la salida de las moscas.

Fuente: Elaboración propia.



Inspección de moscas muertas

Figura 25. Recolección de muestras.

Fuente: Elaboración propia.



Moscas muertas recolectadas



Figura 26. Cámara húmeda de cadáveres de *Ceratitidis capitata*.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. Diferenciación del causal de muertes de *Ceratitidis capitata*.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Recolección de *Beauveria bassiana* en medio PDA.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Diseño Metodológico

El experimento se realizó empleando el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), teniendo 4 tratamientos con cuatro réplicas por tratamiento.

3.3.4. Determinación de variables

Tabla 5

Tratamiento en estudio

CLAVE	TRATAMIENTO	CONCENTRACIÓN
T1	Testigo <i>Beauveria bassiana</i>	1.32 x10 ⁸ conidios/ml de agua
T2	<i>Beauveria bassiana</i> + Proteína hidrolizada + Conservante	1.32 x10 ⁸ conidios/ml de agua 20 ml/250 ml de agua 2 g/20 ml de concentración
	<i>Beauveria bassiana</i> +	1.32 x10 ⁸ conidios/ml de agua
T3	Melaza + Conservante	20 ml/250 ml de agua 2 g/20 ml de concentración
T4	GF-120 Spinosad	1.6 L/2.4 L de agua

Nota: Elaboración propia.

a. Variable independiente (X):

Aplicaciones de cebos alimenticios y conidios de *Beauveria bassiana*:

T1: Testigo absoluto, sin aplicación de atrayentes.

T2: *Beauveria bassiana* + Proteína hidrolizada.

T3: *Beauveria bassiana* + Melaza.

T4: Aplicación químico: GF-120.

Conservantes: Se utilizan como conservador y agente antimicrobiano.

- **Nipagin:** Parahidroxibenzoato de metilo.
- **Nipazol:** Parahidroxibenzoato de propilo.

b. Variable dependiente (Y):

Antes y durante la cosecha se realizó las siguientes evaluaciones de las plantas de mandarina en cada unidad experimental.

- **Mortalidad acumulada (%):** se obtuvo mediante el reporte diario de los individuos muertos haciendo evaluaciones diarias por 15 días consecutivos expresado en %.
- **Tiempo letal medio TL50:** Se evaluó a los cuantos días se tendrá más del cincuenta por ciento de moscas muertas en cada jaula puesta en cautiverio por tratamiento expresado en días.
- **Tiempo de supervivencia:** se evaluó diariamente el desarrollo de las colonias en cada uno de los tratamientos expresado en días.
- **Número de frutos sanos/planta:** se evaluó el número de frutos dentro de la jaula en cautiverio expresado en unidades.
- **Numero de frutos dañados/planta:** se evaluó el número de frutos dentro de la jaula en cautiverio expresado en unidades.

3.4. Área de la parcela instalada

El área de investigación se ejecutó en 0.33 hectáreas ubicada en el “Instituto Nacional de Innovación Agraria Estación Experimental Agraria (INIA) – Donoso Huaral”; este trabajo se realizó empleando 4 tratamientos con 4 repeticiones y cada tratamiento tendrá 4 plantas de mandarina.

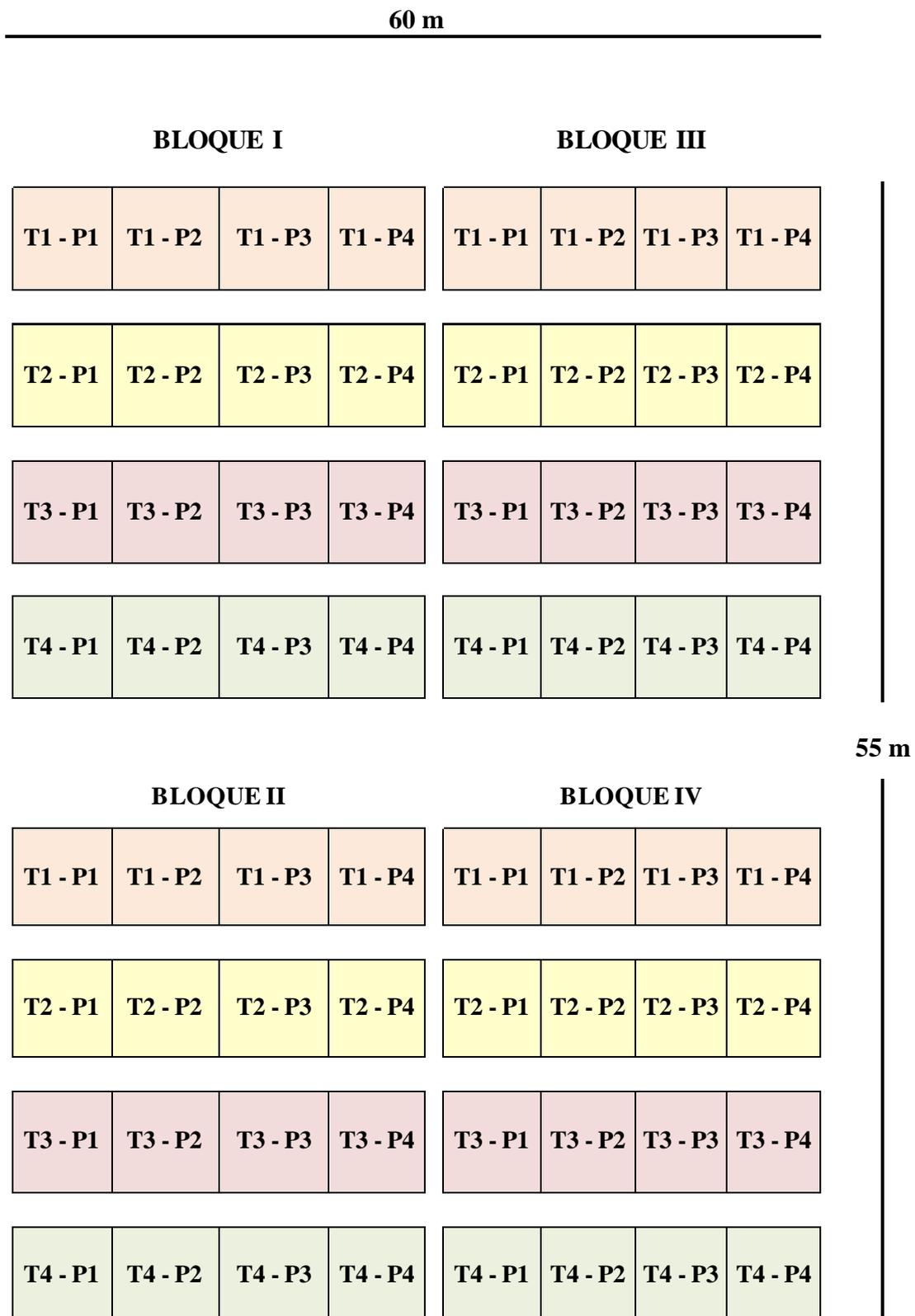


Figura 29. Distribución espacial de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

Características del campo experimental

- Área experimental: 3300 m²
- Ancho campo experimental: 55 m
- Longitud campo experimental: 60 m
- N° de plantas del campo experimental: 121

Características de la unidad experimental

- Distanciamiento entre surcos: 6 m
- Distanciamiento entre plantas: 5 m
- Área de Unidad Experimental: 30 m²
- N° de plantas por tratamiento: 4

3.5. Técnicas para el Procesamiento de la Información

- **Recolección de datos.** Los datos recopilados del campo fueron transcritos ordenadamente y codificados en la hoja de cálculo de Excel para el análisis.
- **Procesamiento de la información.** Para este proceso se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.4 para el ANOVA, y para la comparación de promedios se utilizó la prueba de Tukey.
- **Presentación de resultados.** Los resultados se presentan con tablas en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV

4. Resultados

4.1. Mortalidad acumulada (%)

En la tabla 6, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al porcentaje de mortalidad acumulada de los tratamientos en estudio, donde se observa que hay diferencia altamente significativa entre tratamientos con un promedio general de 36.3% de moscas muertas, mientras que para los bloques no hubo diferencia significativa.

Tabla 6

Análisis de Varianza para el % de mortalidad acumulada.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal	P-valor	Signif.
Bloque	3	1.68	0.56	0.84	0.5077	ns
Trat.	3	87.68	29.22	43.39	0.0001	**
Error	9	6.06	0.67			
Total	15	95.43				

Promedio general = 36.3 moscas

* Significativo

ns: No significativo

** Altamente significativo

Los resultados de la prueba de Tukey al 95% muestran que el tratamiento T4: (aplicación química GF-120) tiene un mayor porcentaje de mortalidad (100% de moscas muertas) estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T1: Testigo absoluto y el T2: *B. bassiana* + P. Hidrolizada con 36.00 y 35.75 de moscas muertas respectivamente, el tratamiento que presentó el promedio más bajo de moscas muertas fue el T3: *B. bassiana* + Melaza con una media de 33.50 moscas muertas (Véase la Tabla 7).

Tabla 7

Prueba de Tukey al 95% de confianza para la comparación de tratamientos en relación de la mortalidad acumulada.

TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
T4: Aplicación química: GF-120	40.00	A
T1: Testigo absoluto	36.00	B
T2: <i>B. bassiana</i> + P. hidrolizada	35.75	B
T3: <i>B. bassiana</i> + Melaza	33.50	C

Medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.2. Tiempo letal medio (TL50)

En la tabla 8, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al tiempo letal medio de los tratamientos en estudio, donde se observa que hay diferencia altamente significativo entre tratamientos con un promedio general de 7.19 días, mientras que para los bloques no hubo diferencia significativa.

Tabla 8

Análisis de Varianza para el tiempo letal medio.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal	P-valor	Signif.
Bloque	3	1.68	0.56	1.25	0.3494	ns
Trat.	3	96.68	32.29	71.40	0.0001	**
Error	9	4.06	0.45			
Total	15	102.43				

Promedio general = 7.19 días

* Significativo

ns: No significativo

** Altamente significativo

Tabla 9

Prueba de Tukey al 95% de confianza para la comparación de tratamientos en relación del tiempo letal medio.

TRATAMIENTO	MORTALIDAD	MEDIA	SIGNIF.
	%	Día	
T4: Aplicación química: GF-120	50	4.25	A
T2: <i>B. bassiana</i> + P. hidrolizada	50	5.50	B
T1: Testigo absoluto	50	8.50	C
T3: <i>B. bassiana</i> + Melaza	50	10.50	C

Medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La prueba de Tukey al 95%, muestran que el tratamiento T4: Aplicación química: GF-120 tiene un mayor número de moscas muertas en un corto tiempo (4.25 días) estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido del T2: *B. bassiana* + P. Hidrolizada con muertes del 50% de moscas en un tiempo de 5.50 días, mientras que los T1: Testigo absoluto y T3: *B. bassiana* + Melaza presentan la muerte de las moscas en un periodo de tiempo largo de 8.50 y 10.50 días donde murieron el 50% de moscas (Tabla 9).

4.3. Tiempo de supervivencia de *Beauveria bassiana*

En la tabla 10, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al tiempo de supervivencia de *Beauveria bassiana* de los tratamientos en estudio, donde se observa que hay diferencia significativa entre tratamientos con un promedio general de 15 días de supervivencia del entomopatógeno, mientras que para los bloques no hubo diferencia significativa.

Los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey muestran que el tratamiento T4: Aplicación química: GF-120 tienen el mayor número de frutos sanos (14.75 frutos), seguido del T2: *B. bassiana* + P. Hidrolizada y T1: Testigo absoluto que presentan una media de 13.50 y 12.25 frutos sanos respectivamente. El T3: *B. bassiana* + Melaza tiene una media de 10.50 frutos sanos siendo el tratamiento de mayor infestación de mosca de la fruta (Tabla 13).

4.5. Número de frutos dañados/jaula/planta

En la tabla 14, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al número de frutos dañados por planta de los tratamientos en estudio, donde se observa que hay diferencia significativa entre tratamientos con un promedio general de 2.25 frutos dañados/jaula/planta, mientras que para los bloques no hubo diferencia significativa.

Tabla 14

Análisis de Varianza para el número de frutos dañados.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal	P-valor	Signif.
Bloque	3	0.50	0.16	0.50	0.6915	ns
Trat.	3	39.50	13.16	39.50	0.0001	**
Error	9	3.00	0.33			
Total	15	43.00				

Promedio general = 2.25 frutos

* Significativo

ns: No significativo

** Altamente significativo

Tabla 15

Prueba de Tukey al 95% de confianza para comparación de tratamientos en relación de los frutos infestados.

TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
T4: Aplicación química: GF-120	0.25	A
T2: <i>Beauveria bassiana</i> + P. hidrolizada	1.50	B
T1: Testigo absoluto	2.75	C
T3: <i>Beauveria bassiana</i> + Melaza	4.50	D

Medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La prueba de Tukey al 95%, muestra que el tratamiento T4: GF-120 tiene el menor número de frutos infestados con una media de 0.25 frutos estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido del T2: *B. bassiana* + P. Hidrolizada con una media de 1.50 frutos infestados/planta. El T1: Testigo absoluto presenta una media de 2.75 frutos infestados. El T3: *B. bassiana* + Melaza tiene el mayor número de frutos infestados por la mosca (4.50 frutos) siendo el tratamiento de mayor infestación (Véase la Tabla 15).

CAPÍTULO V

5. Discusión

Los resultados del presente trabajo señala al tratamiento T2: *B. bassiana* + P. hidrolizada con mayor porcentaje de mortalidad del entomopatógeno sobre la mosca de la fruta entre los compuestos mezclados; estos resultados es sostenido por Thomas, Heppner, Wooddruff , Weems, Steck, Fasulo (2005) el cual afirma que las moscas empiezan a morir por inanición es decir que el tiempo de vida de un adulto de la mosca de la fruta sin alimentación es de 3-5 días aproximadamente es por ello que se tiene porcentajes de mortalidad por otras causas de muerte tal como se muestra en la figura citada. Así también se tiene el 100% de mortalidad en el T4: GF-120 por ser un insecticida comercial recomendado por el SENASA, siendo respaldado por Vergaray (2016) quien señala al tratamiento T2: 1.6 L/2.4 L de agua de GF-120 con mortalidad al 100% desde el primer día hasta el séptimo día sobrepasando de esta manera a los demás tratamientos que usó, pero también recalca que el T5: GF-120 + 9cc P. Hidrolizada presenta mayor proporción media de moscas muertas, pero no se puede comparar esta investigación porque se usó la mezcla de la Proteína Hidrolizada + Spinosad que no es el caso de la tesis.

Respecto al menor tiempo letal medio que tuvo el tratamiento T2: *B. bassiana* + P. Hidrolizada con 5.5 días superó a los demás tratamientos compuestos, esto es refutado por la investigación de Vílchez (2014) quien señala que el TL50 es obtenida en un periodo de 12.23 días con el tratamiento T2: *B. bassiana* y 22.18 días con el T4: *B. bassiana* + P. Hidrolizada, esto se debe a la temperatura expuesta del insecto en el campo.

Por otra parte se tiene a los tratamientos T2 y T3 por presentar los mismos números de días de supervivencia del entomopatógeno en los cebos a diferencia del T1 siendo menor por porcentajes mínimos de días de supervivencia, además en este tratamiento se tuvo un porcentaje alto de evaporación del cebo por la concentración del agua y esto trajo consigo la muerte del entomopatógeno. Por el contrario se tiene al T4: Bb + P. Hidrolizada con el menor

tiempo de sobrevivencia estimado a 6.89 días en comparación del T3: Bb + Melaza con 9.69 días aproximadamente según lo indica Vélchez (2014) en su investigación, también menciona que el T2: Bb superó con 33.33 días a los demás tratamientos esto se debe a que este trabajo se realizó en laboratorio a comparación de la investigación de esta tesis que fue a nivel de campo esto conlleva a muchos factores que intervienen en los resultados tales como la temperatura. Así también es diferente a lo que señalan Porras & Lecuona (2008) quienes en su trabajo de investigación en laboratorio mezclaron a *Beauveria bassiana* con insecticidas obteniendo una supervivencia de las cepas promisorias (Bb 238 y Bb 26) de 7 y 12 días respectivamente.

La dosis de *B. bassiana* mezclado con proteína hidrolizada superó a las demás mezclas con melaza o con el agua, es así que el T2: Bb + P. Hidrolizada obtuvo mayor porcentaje de frutos sanos y menor en frutos dañados por la mosca de la fruta, pero el T4 superó a los tratamientos de mezclas compuestas, ya que es el insecticida comercial recomendado por el SENASA que a la dosis adecuada (1.6 L/2.4L de agua) tienen efectos positivos para el control de *C. capitata* disminuyendo de ésta manera el porcentaje de infestación a los frutos de mandarina así lo señala Hernández (2016) quien hizo investigaciones sobre el incremento del porcentaje de infestación junto al SENASA señalando que en el año 2009 se reportó un 0.90% de infestación lo cual fue creciendo exponencialmente hasta un 17.56% de infestación de *Anastrepha* y *Ceratitis* durante el 2012 hasta el mes de mayo.

Otra posible explicación para entender por qué hay una alta prevalencia en la aplicación del GF-120 es en el hecho en que SENASA hizo investigaciones para encontrar al Spinosad como un controlador de la mosca de la fruta, además realizan reportes diarios en toda la zona de Huaral justificando la reducción de infestación de las frutas y disminución de moscas de *Ceratitis capitata* por trampa por día.

CAPÍTULO VI

6. Conclusiones

Bajo las condiciones en que se desarrolló la investigación se concluye que:

- El T2 (*B. bassiana* + P. Hidrolizada) es el más eficaz entre los compuestos mezclados ya que representa un periodo de aproximadamente 15 días de supervivencia y matando con una media de 36 moscas en un tiempo letal medio de 5.50 días, diferenciándose así del tratamiento T3 (15 y 10.50 días de supervivencia y tiempo letal medio respectivamente) y T1 (14.25 días de supervivencia y en un tiempo letal medio de 8.50 días).
- En la evaluación de daños de *Ceratitis capitata* en la fruta se obtuvo que el T3 (33%) es de mayor infestación porque al pasar los días el cebo toxico presentaba una capa de sequedad. En cambio el tratamiento T2 (15%) se mantenía en solución líquida concluyéndose que tiene la mayor capacidad de atracción. En cuanto al tratamiento T4 (6.7%) se concluye que el estándar de aplicación según el SENASA aún no es relevado por este método de control biológico.
- Por último se concluye que el T1 fue un testigo no apto para las evaluaciones de comparación por motivos de fácil evaporación del agua.
- El cultivo de mandarina ofrece buenas perspectivas tanto en el mercado nacional e internacional y se requiere de constantes investigaciones de control biológico para evitar el rechazo de exportación por presencia de altas concentración de productos químicos en las frutas.

CAPÍTULO VII

7. Recomendaciones

- Tanto por el sector público como privado incrementar las capacitaciones a los productores en general de cítricos y realizar investigaciones a bajo costo y que se pueda aplicar en los pequeños y medianos productores.
- A pesar de no haber sido superado el T4: GF-120, el T2 presentó buenos resultados en los parámetros evaluados es por ello que se requiere seguir investigando como métodos de aplicación, buscar encapsular a este tratamiento o agregar otros ingredientes para ser usado como el GF-120.
- Realizar investigaciones de aplicación de *Beauveria bassiana* en forma de drench al suelo para eliminar pupas, así también para los otros estadios del insecto ya que la tesis solo está enfocado en los adultos.

CAPÍTULO VIII

8. Referencias bibliográficas

- ADEX, (2008). “*Exportaciones Enero/Agosto de mandarinas*”; recuperado de <http://exportacionesdelperu.blogspot.pe/2014/10/peru-invade-estados-unidos-y-reino.html>.
- ADEX, (2014). *Huaral y Cañete, primeros exportadores de mandarina a EE.UU. y Reino Unido*; recuperado de https://issuu.com/ecoshuacho/docs/octubre_20_4ce33dbce86a8a.
- Agustí, M. (2003). *Citricultura*. Segunda edición. Mundi Prensa. Madrid. 422p.
- Alean, C. (2003). *Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca Aleurotrachelus socialis Bondar (Homóptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero*. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Básicas. Microbiología Agrícola y Veterinaria. Bogotá, D. C. Colombia.
- Alfaro, F., Llorens, J., Moner, P. (1998). *Tratamiento terrestre contra la Mosca de la fruta en Cítricos*. Ficha técnica. Area de Protección de los Cultivos. Dirección General de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Sanidad Vegetal. Consejería de agricultura, Pesca y Alimentación. Valencia, España. Serie de Citricultura N° 1: 3p.
- Aluja, M. (1984). *Manejo integrado de moscas de la fruta (Díptera: Tephritidae)*. Distrito Federal, MX, Dirección General de Sanidad Vegetal, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 144 pp.
- Aluja, M. (1993). *Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta*. Primera edición. Editorial Trillas. México. 135-149. 251pp.
- Aluja, M. (1999). *Fruit fly (Díptera: Tephritidae) research in Latin America: Myths, realities and dreams*. An. Soc. Entomology. Brasil. 28(4): 565-572.

- APHIS (Animal and Plant Health Inspection Service), (1994). *Plant protection and quarantine treatment manual*. Estados Unidos. United States of Department of Agriculture. (APHIS-PPQ). Section IV. TI02 (c).
- Bateman, A. (1972). *The ecology of Fruit flies*. Annual review of entomology. 17: 493-518.
- Bodenheimer, S. (1951). *Citrus entomology in the middle East*. W. Junk, The Hague, Netherlands.
- Casaca, A. (2005). *El cultivo de la naranja*; recuperado de <http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/GuiaFrutas/Naranja.pdf>.
- Castillo, C., Cañizalez, L., Valera, R., Godoy, J., Guedez, C., Olivar, R., Morillo, S. (2012). *Caracterización morfológica de Beauveria bassiana, aislada de diferentes insectos en Trujillo – Venezuela*.
- Cérpeda, M. (2008). *Manejo de Plagas cuarentenadas*. Editorial Trillas. México. 288p.
- Charles, M. (1983). *El cultivo de cítricos*. Edit. IICA – CIDIA, San José Costa Rica.
- Cisneros, F. (1995). *Control de plagas agrícolas*. Segunda edición. Lima, Perú. 320pp.
- Ekesi, S., Maniania, K., Lux, A. (2003). *Effect of soil temperature and moisture on survival and infectivity of Metarhizium anisopliae to four tephritid fruit fly puparia*. Journal of Invertebrate Pathology 83: 157-167.
- Faría, M., Wraight, S. (2007). *Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types*. Biological Control 43:237-256.
- Fletcher, S. y Kapatatos, T. (1983). *The influence of temperature, diet and olive fruits on the maturation rates of female olive flies at different times of the year*. Entomol. Exp. Appl. 248-249.
- Franqui, R. (2003). *Mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedemann)*.

- Gamero, O. (1957). Trabajos de Control de las Moscas de la Fruta *Ceratitis capitata* Wiedemann y *Anastrepha striata* Schin. (Trypetidae)
- Gestión, (2015). *Exportaciones de mandarinas, hortalizas y frutos frescos crecen hasta 27%*; recuperado el 25 de enero del 2016, de <http://gestion.pe/economia/exportaciones-mandarinas-hortalizas-y-frutos-frescos-crecen-hasta-27-2142127>.
- Gómez, F. (1932). *Un ensayo de lucha biológica contra Ceratitis capitata en Valencia*. Bol. Pat. Veg. y Ent. Agr. 80-89.
- Gravina, T. (2014). *Fisiología de Citrus*.
- Gutiérrez, J. (1976). *La Mosca del mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedemann) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México*. México, D. F. secretaria de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Sanidad Vegetal. 233p.
- Hernández, F. (2016). *Etapas de la erradicación y manejo integrado de la mosca de la fruta (Ceratitis capitata Wied.) en la región Ica*. Universidad Nacional La Molina - Lima, Perú.
- Kogan, M. (1998). *Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments*. Annual Review of Entomology. 43: 243-270.
- Leite, L., Batista, A., Almeida, E., Alves, S. (2003). *Produção de fungos entomopatogênicos*. Editorial Alexandre de Sene Pinto, 2003. Ribeirão Preto, Brasil. 92 p.
- López, L., López, J., Hernández, A., Martínez, S., Gutiérrez, J., Hernández, R. (2010). *Guía de campo para el reconocimiento de moscas de la fruta del género Anastrepha*. México D.F., MX. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 28 p.
- Marín, M. (2002). *Identificación y caracterización de moscas de las frutas*.
- Matheus, H. (2005). *Mosca de la fruta*. Boletín técnico de Sanidad Vegetal. Grupo transferencia de tecnología. Líneas Digitales Ltda. Bogotá, Colombia.

- McDonald, T. y McInnis, O. (1985). *Ceratitis capitata: Effect of host fruit size on the number of eggs per clutch*. Entomol. Exp. Appl. 37: 207-211.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), (2014). *La mandarina Peruana: Un producto de enorme potencial exportador*. República del Perú. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. Lima, Perú. 5-20.
- Mochi, A., Monteiro, C., De Bortoli, A., Dória, H., Barbosa, C. (2006). *Pathogenicity of Metarhizium anisopliae for Ceratitis capitata (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in Soil with different pesticides*. Neotropical Entomology 35(3):382-389.
- Monzón, A. 2001. *Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua*. Manejo Integrado de Plagas. Costa rica No. (63): 95-103.
- Muñoz, A. De La Rosa, W. Toledo, J. (2009). *Mortalidad de Ceratitis capitata (Wiedemann) (Díptera: Tephritidae) por diversas cepas de Beauveria bassiana (Bals.) Vuillemin, en condiciones de laboratorio*.
- NOM (Norma Oficial Mexicana), (1998). *NOM-075-FITO-1997, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la movilización de frutos hospederos de moscas de la fruta*. Distrito Federal, MX, Diario Oficial de la Federación. 16 de marzo de 1998.
- Papadopoulos, T., Carey, R., Katsoyannos, I., Kouloussis, A. (1996). *Overwintering of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in northern Greece*. Ann. Entomol. Soc. Am. 89:526-534.
- Porras, L. Lecuona, R (2008). *Estudios de laboratorio para el control de Ceratitis capitata (Wiedemann) (Díptera: Tephritidae) (mosca del mediterráneo) con Beauveria bassiana*. Agronomía Costarricense 32(2): 119-128
- Programa Nacional de la Mosca de la Fruta (PNMF), (2001). *Manual del sistema nacional de detección de mosca de la fruta*. SENASA. Perú.

- Putruelle, G. (2001). *Moscas de las Frutas Control Eficiente con Menos Plaguicida*.
- Rodríguez, C. (1998). *Reseña histórica del control y erradicación de mosca de la fruta*. Memoria del I Curso Nacional sobre Control Integrado de Moscas de la Fruta con Énfasis en la técnica del Insecto Estéril. SENASA OIEA. Lima, Perú.
- Rodríguez Del Bosque, L. (2007). *Teoría y aplicación del control biológico*.
- Sánchez, G. (2003). *Plagas de los frutales*. Departamento de Entomología y Fitopatología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 2-4.
- Secretaría de la Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), (2008). *Producción de Cítricos en los municipios*. DDR. Martínez de la Torre, Veracruz, México.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), 2007. *Proyecto de erradicación y supresión de Mosca de la Fruta*. Manual técnico de Vigilancia de Mosca de la Fruta. Dirección de Sanidad Vegetal. Sub dirección de Mosca de la Fruta y proyectos Fitosanitarios. Perú.
- SENASA, (2011). *Mosca de la fruta*; recuperado de http://www.senasa.gob.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/SMFPF_MATERIAL_GRAFICO_TRIPTICOS/pdf/Biologia%20de%20la%20Mosca.pdf.
- Spiegel-Roy, P., Goldschmidt, E. (1996). *Biology of citrus*. Cambridge, Cambridge University Press. 230 p.
- Thacker, J.R.M. (2002). *An introduction to arthropod pest control*. J.R.M. Thacker (Ed). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. 343 p.
- Thomas, C., Heppner, B., Woodruff, E., Weems, V., Steck, J., Fasulo, R. (2005.) *Mediterranean fruit fly, Ceratitis capitata (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae)*. Universidad de Florida. EE.UU.

- Vargas, M. 2003. *Caracterización de tres cepas de Beauveria brongniartii (Sacardo) Petch y su virulencia en Phthorimaea operculella (Zeller) y Symmetrischema tangolias (Gyen)*. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú. 78pp.
- Velásquez, R. (2011). *Colección, caracterización y eficiencia de una cepa nativa de un hongo entomopatógeno Beauveria bassiana (Bals). Vuillemin, sobre mosca de la fruta Ceratitis capitata (Wied. Dip.: Tephritidae), Huaral*. Convencional Nacional de entomología. 7p.
- Vergaray, M. (2016). *Spinosad y Proteína Hidrolizada para el control de Ceratitis capitata Wiedemann en mandarina Citrus reticulata*. Universidad Nacional Agraria La Molina- Lima, Perú.
- Víchez, D. (2014). *Capacidad entomopatogénica de la cepa nativa Mf-rv-08-bb de Beauveria bassiana mezclada con dos Tipos de atrayentes sobre mosca de la fruta Ceratitis capitata Wied en el cultivo de mandarina (Citrus reticulata) en Huaral*.
- White, M., Elson- Harris M. (1992). *Fruit files of económicos significanse: their Identification and bionomic*. 601 p.
- Wille, E. (1957). *La Mosca Mediterránea Ceratitis capitata Wiedemann en el Perú*. Revista Peruana de Entomología agrícola. Lima, Perú. 1(1): 46-50.
- Zimmermann, G. (2007). *Review on safety of the entomopathogenic fungi Beauveria bassiana and Beauveria brongniartii*. Biocontrol Sci. Tech. 17: 553-596.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del % de viabilidad y concentración de conidios.



**PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION EN FRUTALES - MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS
LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA**

TÍTULO: Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en mandarina en Huaral

OBJETIVO: Determinar el % de Viabilidad y Concentración de conidios de *B. bassiana*

EVALUADORA: Doris Celestino Avelino

PORCENTAJE DE VIABILIDAD DE CONIDIOS

GERMINACION	MUESTREO I		MUESTREO II		MUESTREO III		MUESTREO IV		MUESTREO V		TOTAL	PROM.
	G	No G	G	No G	G	No G	G	No G	G	No G		
CAMPO 1	256	10	203	19	198	16	231	13	257	19	1222	122,2
CAMPO 2	256	11	236	15	221	11	239	13	353	13	1368	136,8
CAMPO 3	199	13	229	13	376	19	356	18	243	16	1482	148,2
CAMPO 4	215	8	210	19	289	15	293	13	375	15	1452	145,2
TOTAL	926	42	878	66	1084	61	1119	57	1228	63	5524	552,4

GERMINACION	MUESTREO I	MUESTREO II	MUESTREO III	MUESTREO IV	MUESTREO V	TOTAL	PROM.
GERMINADO	926	878	1084	1119	1228	5235	1047,0
NO GERMINADO	42	66	61	57	63	289	57,8
TOTAL	968	944	1145	1176	1291	5524	1104,8

Porcentaje de Viabilidad: 95 %

PROMEDIO DE CONCENTRACIÓN DE CONIDIOS

CAMPOS	I	II	III	IV	V	TOTAL	PROM.
CAMPO 1	3	2	3	2	3	13	2,60
CAMPO 2	2	4	3	2	3	14	2,80
CAMPO 3	3	2	2	3	3	13	2,60
CAMPO 4	3	4	2	3	2	14	2,80
CAMPO 5	2	2	3	3	2	12	2,40
TOTAL	11	12	10	10	11	54	2,64

Concentración de Conidios: 1,32E+08 Con/ml

Anexo 2. Resultados del MTD.



**PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION EN FRUTALES - MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS
LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA**

TÍTULO: Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en mandarina en Huaral

OBJETIVO: Determinar el número de moscas por trampa por día para pruebas preliminares

EVALUADORA: Doris Celestino Avelino

N°	FECHA		DÍAS	MTD		TOTAL	MTD
	INSTALACION	EVALUACION		T. N° 01	T. N° 02		
1	19/01/2016	26/01/2016	7	1		1	0.143
2	19/01/2016	03/02/2016	7	0		0	0.000
3	19/01/2016	10/02/2016	7	0		0	0.000
4	19/01/2016	17/02/2016	7	1		1	0.143
5	19/01/2016	24/02/2016	7	0		0	0.000
6	19/01/2016	02/03/2016	7	0		0	0.000
7	19/01/2016	09/03/2016	7	0		0	0.000
8	19/01/2016	17/03/2016	7	0		0	0.000
9	19/01/2016	23/03/2016	7	0		0	0.000
10	19/01/2016	30/03/2016	7	0		0	0.000
11	19/01/2016	07/04/2016	7	0		0	0.000
12	19/01/2016	13/04/2016	7	0		0	0.000
13	19/01/2016	20/04/2016	7	0		0	0.000
14	19/01/2016	27/04/2016	7	0		0	0.000
15	19/01/2016	04/05/2016	7		0	0	0.000
16	29/06/2016	06/07/2016	7		0	0	0.000
17	29/06/2016	13/07/2016	7		0	0	0.000
18	29/06/2016	20/07/2016	7		1	1	0.143
19	29/06/2016	27/07/2016	7		2	2	0.286
20	29/06/2016	03/08/2016	7		0	0	0.000
21	29/06/2016	10/08/2016	7		0	0	0.000
22	29/06/2016	17/08/2016	7		0	0	0.000
23	29/06/2016	24/08/2016	7		0	0	0.000
24	29/06/2016	31/08/2016	7		0	0	0.000
25	29/06/2016	07/09/2016	7		0	0	0.000
26	29/06/2016	14/09/2016	7		0	0	0.000
27	29/06/2016	21/09/2016	7		0	0	0.000
28	29/06/2016	28/09/2016	7		0	0	0.000
29	29/06/2016	05/10/2016	7		0	0	0.000
30	29/06/2016	12/10/2016	7		0	0	0.000

Anexo 3. Resultados de la evaporación de los tratamientos.



**PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION EN FRUTALES - MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS
LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA**

TÍTULO: Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en mandarina en Huaral

OBJETIVO: Determinar el % de evaporación de los tratamientos para pruebas preliminares

EVALUADORA: Doris Celestino Avelino

EVAPORACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL CAMPO

N°	TRATAMIENTO		CONC. ml	EVAL. (ml)	DIF. (ml)	PERDIDA POR EVAPORACION	
						ml	%
1	T1 - R1	Agua + Bb	20	0.00	20.00	20.00	100
2	T1 - R2	Agua + Bb	20	0.00	20.00		
3	T1 - R3	Agua + Bb	20	0.00	20.00		
4	T1 - R4	Agua + Bb	20	0.00	20.00		
5	T2 - R1	Proteína H. + Bb	20	15.50	4.50	5.04	25
6	T2 - R2	Proteína H. + Bb	20	15.40	4.60		
7	T2 - R3	Proteína H. + Bb	20	14.20	5.80		
8	T2 - R4	Proteína H. + Bb	20	14.75	5.25		
9	T3 - R1	Melaza + Bb	20	16.50	3.50	3.23	16
10	T3 - R2	Melaza + Bb	20	17.25	2.75		
11	T3 - R3	Melaza + Bb	20	16.15	3.85		
12	T3 - R4	Melaza + Bb	20	17.20	2.80		
13	T4 - R1	GF-120	20	17.60	2.40	1.20	6
14	T4 - R2	GF-120	20	18.60	1.40		
15	T4 - R3	GF-120	20	19.00	1.00		
16	T4 - R4	GF-120	20	20.00	0.00		

Anexo 4. Resultados del % de mortalidad y TL50.



PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION EN FRUTALES - MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA

TITULO: Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en mandarina en Huaral

OBJETIVO: Determinar el % de mortalidad acumulada y el tiempo letal medio de *Ceratitis capitata* infestado por *B. bassiana*

EVALUADORA: Doris Celestino Avelino

MOSCA DE LA FRUTA EVALUADOS EN EL CAMPO

N°	TRATAMIENTOS		NÚMERO DE MOSCAS MUERTOS													TOTAL		
			DÍAS															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	15
1	T1 - R1	Agua + Bb	0	2	0	4	0	0	5	5	7	9	2	0	3	0	3	40
2	T1 - R2	Agua + Bb	0	3	0	0	0	0	4	6	6	3	5	3	6	0	4	40
3	T1 - R3	Agua + Bb	0	4	5	0	0	0	7	4	5	4	4	2	3	0	2	40
4	T1 - R4	Agua + Bb	0	0	3	3	0	0	5	0	5	4	6	5	5	0	4	40
5	T2 - R1	Proteína H. + Bb	4	4	3	5	4	6	7	0	3	0	1	0	3	0	0	40
6	T2 - R2	Proteína H. + Bb	0	5	0	1	5	9	8	5	2	0	3	0	2	0	0	40
7	T2 - R3	Proteína H. + Bb	0	6	4	3	2	4	4	3	4	0	5	5	0	0	0	40
8	T2 - R4	Proteína H. + Bb	0	0	4	5	3	5	4	4	0	3	5	4	3	0	0	40
9	T3 - R1	Melaza + Bb	3	3	0	1	0	0	2	0	0	0	9	3	6	9	4	40
10	T3 - R2	Melaza + Bb	3	5	0	2	0	0	0	0	3	0	6	8	9	4	0	40
11	T3 - R3	Melaza + Bb	1	3	0	5	5	4	5	0	3	0	4	4	3	3	0	40
12	T3 - R4	Melaza + Bb	0	4	3	4	2	0	5	3	0	3	0	5	4	3	4	40
13	T4 - R1	GF-120	5	7	0	6	3	6	8	4	0	0	0	0	1	0	0	40
14	T4 - R2	GF-120	5	7	0	7	4	7	6	2	0	0	0	0	2	0	0	40
15	T4 - R3	GF-120	5	6	5	4	3	0	4	3	0	0	4	5	1	0	0	40
16	T4 - R4	GF-120	4	6	0	0	3	5	7	5	0	3	2	5	0	0	0	40

MOSCA DE LA FRUTA EVALUADOS EN LABORATORIO

N°	TRATAMIENTOS		N° DE MOSCAS MUERTOS		TOTAL	MORTALIDAD ACUM. (%)	TL 50 (Día)	PROMEDIO DE INFESTACIÓN (%)
			<i>B. bassiana</i>	Otros				
1	T1 - R1	Agua + Bb	30	10	40	93	9	75
2	T1 - R2	Agua + Bb	30	10	40	90	11	75
3	T1 - R3	Agua + Bb	29	11	40	95	8	73
4	T1 - R4	Agua + Bb	30	10	40	90	10	75
5	T2 - R1	Proteína H. + Bb	37	3	40	100	5	93
6	T2 - R2	Proteína H. + Bb	35	5	40	100	6	88
7	T2 - R3	Proteína H. + Bb	36	4	40	100	7	90
8	T2 - R4	Proteína H. + Bb	35	5	40	100	7	88
9	T3 - R1	Melaza + Bb	28	12	40	100	12	70
10	T3 - R2	Melaza + Bb	27	13	40	100	12	68
11	T3 - R3	Melaza + Bb	27	13	40	100	7	68
12	T3 - R4	Melaza + Bb	26	14	40	100	8	65
13	T4 - R1	GF-120	0	40	40	100	5	0
14	T4 - R2	GF-120	0	40	40	100	5	0
15	T4 - R3	GF-120	0	40	40	100	4	0
16	T4 - R4	GF-120	0	40	40	100	7	0

Anexo 6. Resultados de número de frutos sanos e infestados por tratamiento.



**PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION EN FRUTALES - MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS
LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA**

TÍTULO: Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en mandarina en Huaral

OBJETIVO: Determinar el número de frutos sanos e infestados por *Ceratitis capitata*

EVALUADORA: Doris Celestino Avelino

NÚMERO DE FRUTOS EVALUADOS EN EL CAMPO

Nº	TRATAMIENTOS		NÚMERO DE FRUTOS		TOTAL DE FRUTOS	PROMEDIO %	
			SANO	DAÑADO		SANO	DAÑADO
1	T1 - R1	Agua + <i>Bb</i>	11	4	15	73.3	26.7
2	T1 - R2	Agua + <i>Bb</i>	11	4	15	73.3	26.7
3	T1 - R3	Agua + <i>Bb</i>	11	4	15	73.3	26.7
4	T1 - R4	Agua + <i>Bb</i>	11	4	15	73.3	26.7
5	T2 - R1	Proteína H. + <i>Bb</i>	13	2	15	86.7	13.3
6	T2 - R2	Proteína H. + <i>Bb</i>	13	2	15	86.7	13.3
7	T2 - R3	Proteína H. + <i>Bb</i>	13	2	15	86.7	13.3
8	T2 - R4	Proteína H. + <i>Bb</i>	12	3	15	80.0	20.0
9	T3 - R1	Melaza + <i>Bb</i>	10	5	15	66.7	33.3
10	T3 - R2	Melaza + <i>Bb</i>	11	4	15	73.3	26.7
11	T3 - R3	Melaza + <i>Bb</i>	9	6	15	60.0	40.0
12	T3 - R4	Melaza + <i>Bb</i>	10	5	15	66.7	33.3
13	T4 - R1	GF-120	14	1	15	93.3	6.7
14	T4 - R2	GF-120	14	1	15	93.3	6.7
15	T4 - R3	GF-120	14	1	15	93.3	6.7
16	T4 - R4	GF-120	14	1	15	93.3	6.7
TOTAL			191	49	240	79.6	20.4

Anexo 7. Datos Meteorológicos de la EEA DONOSO – HUARAL durante los meses de ejecución del proyecto.

81 FEB 2016

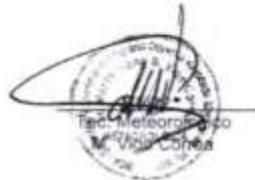
ESTACION METEOROLOGICA: CP. DONOSO - HUARAL (INIA)

VARIABLES CLIMATICAS DIARIAS

Mes: **ENERO** - 2016.

Dia	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			EVAPORACION (m.m)	HORA DE SOL	PRECIPITACION (m.m)
	Maxima	Minima	Media	Maxima	Minima	Media			
1	26.5 ^{°C}	18.3 ^{°C}	22.4 ^{°C}	95%	56%	76%	4.8 u/u.	7.1	0.0
2	27.0 ^{°C}	16.8 ^{°C}	21.9 ^{°C}	95%	52%	74%	5.0 u/u.	10.5	0.0
3	26.8 ^{°C}	18.0 ^{°C}	22.4 ^{°C}	96%	62%	79%	4.2 u/u.	10.3	0.0
4	27.0 ^{°C}	19.8 ^{°C}	23.4 ^{°C}	90%	58%	74%	5.0 u/u.	7.2	0.0
5	27.5 ^{°C}	20.2 ^{°C}	23.8 ^{°C}	94%	60%	77%	5.4 u/u.	10.0	0.0
6	27.0 ^{°C}	20.0 ^{°C}	23.5 ^{°C}	92%	58%	75%	5.8 u/u.	10.2	0.0
7	26.0 ^{°C}	19.0 ^{°C}	22.5 ^{°C}	92%	70%	81%	2.0 u/u.	0.0	0.0
8	26.0 ^{°C}	19.2 ^{°C}	22.6 ^{°C}	96%	65%	81%	2.2 u/u.	0.0	0.8 u/u
9	27.5 ^{°C}	19.3 ^{°C}	23.4 ^{°C}	94%	52%	73%	4.8 u/u.	6.0	0.0
10	27.8 ^{°C}	18.8 ^{°C}	23.3 ^{°C}	96%	51%	74%	4.2 u/u.	7.2	0.0
11	27.0 ^{°C}	19.8 ^{°C}	23.4 ^{°C}	95%	53%	74%	4.1 u/u.	4.8	0.0
12	27.8 ^{°C}	19.0 ^{°C}	23.4 ^{°C}	94%	56%	75%	4.9 u/u.	9.5	0.0
13	27.9 ^{°C}	17.8 ^{°C}	22.9 ^{°C}	96%	50%	73%	5.0 u/u.	6.1	0.0
14	27.2 ^{°C}	19.8 ^{°C}	23.5 ^{°C}	92%	56%	74%	2.9 u/u.	1.2	0.0
15	27.5 ^{°C}	19.5 ^{°C}	23.5 ^{°C}	94%	47%	71%	4.4 u/u.	2.3	0.0
16	28.3 ^{°C}	19.3 ^{°C}	23.8 ^{°C}	94%	48%	71%	4.9 u/u.	6.5	0.0
17	29.0 ^{°C}	18.8 ^{°C}	23.9 ^{°C}	95%	45%	70%	4.7 u/u.	8.2	0.0
18	28.0 ^{°C}	18.9 ^{°C}	23.5 ^{°C}	95%	52%	74%	5.1 u/u.	10.7	0.0
19	27.5 ^{°C}	20.0 ^{°C}	23.8 ^{°C}	94%	58%	76%	3.2 u/u.	2.0	0.0
20	28.8 ^{°C}	19.5 ^{°C}	24.2 ^{°C}	96%	46%	71%	4.9 u/u.	5.7	0.0
21	29.5 ^{°C}	20.8 ^{°C}	25.2 ^{°C}	94%	48%	71%	4.1 u/u.	2.7	0.0
22	27.0 ^{°C}	20.2 ^{°C}	23.6 ^{°C}	95%	57%	76%	1.9 u/u.	0.0	0.0
23	29.5 ^{°C}	20.8 ^{°C}	25.2 ^{°C}	94%	40%	67%	5.0 u/u.	5.0	0.0
24	27.9 ^{°C}	20.7 ^{°C}	24.3 ^{°C}	93%	60%	77%	4.1 u/u.	0.0	0.0
25	29.0 ^{°C}	19.3 ^{°C}	24.4 ^{°C}	95%	47%	71%	4.9 u/u.	6.7	0.0
26	29.6 ^{°C}	21.0 ^{°C}	25.3 ^{°C}	94%	45%	70%	4.1 u/u.	8.9	0.0
27	28.3 ^{°C}	20.0 ^{°C}	24.2 ^{°C}	96%	55%	75%	5.7 u/u.	10.0	0.0
28	29.2 ^{°C}	20.3 ^{°C}	24.8 ^{°C}	96%	48%	72%	5.3 u/u.	3.5	0.0
29	29.9 ^{°C}	21.8 ^{°C}	25.9 ^{°C}	96%	45%	71%	5.0 u/u.	4.4	0.0
30	29.0 ^{°C}	20.9 ^{°C}	25.0 ^{°C}	95%	50%	73%	2.9 u/u.	5.7	0.0
31	31.5 ^{°C}	21.5 ^{°C}	26.5 ^{°C}	94%	40%	67%	6.0 u/u.	5.1	0.0
Promedio	28.0 ^{°C}	19.7 ^{°C}	23.9 ^{°C}	94%	53%	74%	4.4 u/u.	5.7	0.8 u/u.

LATITUD SUR: 11° 31' 14" LONGITUD OESTE: 77° 14' 8" ALTITUD: 140m.s.n.m.



SEAWANT
4719147

ESTACION METEOROLOGICA: CP. DONOSO - HUARAL (INIA)

77

VARIABLES CLIMATICAS DIARIAS

200° 056
5 1 MAR 2016
10:30

Mes: FEBRERO 2016

Dia	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			EVAPORACION (m.m)	HORA DE SOL	PRECIPITACION (m.m)
	Maxima	Minima	Media	Maxima	Minima	Media			
1	27.0°	20.2°	23.6°	96%	64%	80%	2.0 uuf.	0.0	0.0
2	29.0°	21.3°	25.2°	94%	55%	75%	2.9 uuf.	0.0	0.0
3	30.0°	21.0°	25.5°	96%	46%	71%	6.1 uuf.	6.7	0.0
4	29.0°	21.3°	25.2°	96%	52%	74%	3.9 uuf.	5.4	0.0
5	29.5°	20.5°	25.0°	93%	50%	72%	6.0 uuf.	7.1	0.0
6	29.6°	20.6°	25.1°	96%	46%	71%	4.9 uuf.	5.6	0.0
7	28.0°	20.5°	24.3°	96%	61%	79%	4.2 uuf.	3.5	0.0
8	26.0°	21.3°	23.7°	96%	72%	84%	2.0 uuf.	0.0	0.0
9	28.0°	21.2°	24.6°	95%	60%	78%	3.2 uuf.	3.4	0.0
10	27.5°	21.3°	24.4°	96%	65%	81%	1.8 uuf.	0.0	4.0 uuf.
11	27.0°	20.8°	23.9°	96%	62%	79%	2.9 uuf.	2.6	0.0
12	29.0°	21.2°	25.1°	95%	50%	73%	4.9 uuf.	5.0	0.0
13	29.0°	20.5°	24.8°	96%	55%	76%	6.1 uuf.	6.5	0.0
14	28.9°	20.2°	24.6°	96%	50%	73%	5.0 uuf.	9.7	0.0
15	29.5°	21.0°	25.3°	93%	50%	72%	6.1 uuf.	7.2	0.0
16	28.5°	20.8°	24.7°	95%	60%	78%	5.9 uuf.	6.4	0.0
17	28.7°	21.0°	24.9°	96%	56%	76%	4.1 uuf.	10.5	0.0
18	29.5°	20.9°	25.2°	95%	42%	69%	5.8 uuf.	10.3	0.0
19	29.0°	21.3°	25.2°	95%	53%	74%	5.1 uuf.	8.2	0.0
20	29.3°	21.0°	25.2°	95%	47%	71%	6.2 uuf.	8.7	0.0
21	30.0°	21.2°	25.6°	96%	44%	70%	5.2 uuf.	7.1	0.0
22	29.5°	21.0°	25.3°	96%	50%	73%	3.1 uuf.	5.3	0.0
23	29.7°	21.3°	25.5°	96%	47%	72%	4.8 uuf.	6.4	0.0
24	30.0°	21.5°	25.8°	94%	52%	73%	6.2 uuf.	7.7	0.0
25	29.9°	21.8°	25.8°	95%	55%	75%	2.9 uuf.	2.9	0.0
26	30.5°	22.3°	26.4°	95%	50%	73%	3.1 uuf.	2.3	0.0
27	30.7°	21.8°	26.3°	92%	47%	70%	3.9 uuf.	6.0	0.0
28	30.5°	21.6°	26.1°	95%	46%	71%	5.9 uuf.	7.1	0.0
29	28.8°	21.5°	25.2°	95%	47%	71%	5.2 uuf.	7.2	0.0
30									
31									
Promedio	29.0°	21.1°	25.1°	95%	59%	74%	4.5 uuf.	5.5	4.0 uuf.
LATITUD SUR: 11° 31' 16" LONGITUD OESTE: 77° 14' 8" ALTITUD: 140m.s.n.m.									



SENADO
4/19/97

ESTACION METEOROLOGICA: CP. DONOSO - HUARAL (INIA)

VARIABLES CLIMATICAS DIARIAS

01 ABR 2015

886. 11:00 pett

Mes: **MARZO** 2015.

Dia	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			EVAPORACION (m.m)	HORA DE SOL	PRECIPITACION (m.m)
	Maxima	Minima	Media	Maxima	Minima	Media			
1	27.5°C	21.6°C	24.6°C	94%	68%	81%	1.9 uuf.	0.0	0.0
2	29.5°C	21.0°C	25.3°C	96%	47%	72%	4.9 uuf.	9.6	0.0
3	29.0°C	21.2°C	25.1°C	96%	61%	79%	3.0 uuf.	4.9	0.0
4	31.0°C	20.5°C	25.8°C	96%	50%	73%	5.1 uuf.	8.6	0.0
5	30.3°C	21.0°C	25.7°C	96%	48%	72%	5.0 uuf.	5.5	0.0
6	29.5°C	21.2°C	25.4°C	95%	44%	70%	5.3 uuf.	6.0	0.0
7	28.5°C	21.3°C	24.9°C	95%	60%	78%	2.9 uuf.	0.0	0.0
8	30.0°C	21.0°C	25.5°C	95%	40%	68%	4.7 uuf.	8.4	0.0
9	28.5°C	21.2°C	24.9°C	96%	58%	77%	5.2 uuf.	8.7	0.0
10	28.8°C	20.9°C	24.9°C	96%	55%	76%	3.8 uuf.	7.1	0.0
11	28.5°C	20.7°C	24.6°C	96%	57%	77%	3.1 uuf.	5.5	0.0
12	28.2°C	20.5°C	24.4°C	95%	53%	74%	5.0 uuf.	8.6	0.0
13	28.5°C	20.3°C	24.4°C	96%	60%	78%	4.9 uuf.	8.7	0.0
14	28.0°C	20.0°C	24.0°C	96%	59%	78%	5.3 uuf.	9.4	0.0
15	27.5°C	20.2°C	23.9°C	96%	65%	81%	4.2 uuf.	6.3	0.0
16	27.9°C	19.9°C	23.9°C	96%	58%	77%	4.8 uuf.	7.5	0.0
17	28.0°C	20.0°C	24.0°C	95%	60%	78%	5.2 uuf.	9.2	0.0
18	27.8°C	19.8°C	23.8°C	96%	58%	77%	4.9 uuf.	9.0	0.0
19	28.0°C	20.0°C	24.0°C	95%	56%	76%	4.8 uuf.	7.3	0.0
20	27.6°C	19.5°C	23.6°C	95%	55%	75%	4.1 uuf.	9.9	0.0
21	29.0°C	19.8°C	24.4°C	96%	50%	73%	5.1 uuf.	6.5	0.0
22	28.0°C	19.6°C	23.8°C	96%	53%	75%	5.9 uuf.	9.6	0.0
23	26.5°C	20.3°C	23.4°C	96%	71%	84%	3.1 uuf.	4.9	0.0
24	27.0°C	19.9°C	23.5°C	96%	64%	80%	5.1 uuf.	9.5	0.0
25	26.9°C	20.0°C	23.5°C	96%	63%	80%	4.0 uuf.	8.8	0.0
26	30.0°C	19.5°C	24.8°C	96%	45%	71%	3.8 uuf.	7.0	0.0
27	29.8°C	20.0°C	24.9°C	96%	44%	70%	5.2 uuf.	8.1	0.0
28	27.6°C	19.8°C	23.7°C	95%	67%	81%	4.9 uuf.	6.5	0.0
29	28.5°C	20.5°C	24.5°C	96%	60%	78%	5.9 uuf.	9.5	0.0
30	28.8°C	20.3°C	24.6°C	96%	56%	76%	5.2 uuf.	9.5	0.0
31	28.2°C	20.8°C	24.5°C	96%	60%	78%	3.9 uuf.	4.6	0.0
Promedio	28.5°C	20.4°C	24.5°C	96%	56%	76%	4.5 uuf.	7.2	0.0

LATITUD SUR: 11° 31' 16"

LONGITUD OESTE: 77° 14' 8"

ALTITUD: 140m.s.n.m.

