

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“ATRAYENTE ALIMENTICIO PARA *Ceratitis capitata* Wiedemann Y
Anastrepha fraterculus Wiedemann (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN
MANGO (*Mangifera indica* L.) EN MOTUPE, LAMBAYEQUE”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERA AGRÓNOMA

JOSSYN ARLETH LOCKUAN COTRINA

LIMA – PERÚ

2022

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“ATRAYENTE ALIMENTICIO PARA *Ceratitis capitata* Wiedemann Y
Anastrepha fraterculus Wiedemann (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN
MANGO (*Mangifera indica* L.) EN MOTUPE, LAMBAYEQUE”**

JOSSYN ARLETH LOCKUAN COTRINA

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg Sc. César Hugo Huaripata Zárate
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Carmen del Pilar Livia Tacza
MIEMBRO

.....
Ph. D. Jorge Ramón Castillo Valiente
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas por el apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi vida.

A mis abuelas y abuelos por compartirme la sabiduría desde sus increíbles experiencias.

A mis amistades del colegio y de la universidad por motivarme siempre a ser una mejor persona.

A mi ahijada Rafaella.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria La Molina por darme la excelente formación integral para desenvolverme como profesional.

A mi asesor el Ing. Mg Sc. César Huaripata por su paciencia, buen humor y gran apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

Al PhD. Jorge Luis Saavedra y el Ing. Kreimer Domínguez por el servicio y apoyo en la ejecución de las pruebas de campo.

A mi jefa, la Ing. Norma Bustamante, quién ha sido mi mentora y guía profesional por más de 3 años.

A la empresa FARMEX S.A por darme la oportunidad de desempeñarme en mi profesión desde que egresé de la universidad.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVO	2
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1.	El mango (<i>Mangifera indica</i> L.).....	3
3.1.1.	Ubicación taxonómica	3
3.1.2.	Origen y morfología	3
3.1.3.	Situación comercial y producción nacional.....	4
3.1.4.	Principales variedades de mango en el Perú.....	6
3.1.4.1.	Kent	6
3.1.4.2.	Haden.....	6
3.1.4.3.	Tommy Atkins	6
3.2.	Mosca de la Fruta	7
3.2.1.	<i>Ceratitis capitata</i>	8
3.2.1.1.	Ubicación taxonómica.....	8
3.2.1.2.	Morfología.....	8
3.2.1.3.	Ciclo biológico.....	10
3.2.2.	<i>Anastrepha fraterculus</i>	11
3.2.2.1.	Ubicación taxonómica.....	11
3.2.2.2.	Morfología.....	11
3.2.2.3.	Ciclo biológico.....	12
3.2.3.	Comportamiento alimenticio de los adultos de mosca de la fruta	13
3.3.	Monitoreo de mosca de la fruta	14
3.3.1.	Muestreo de frutos.....	14
3.3.2.	Trampeo	14

3.3.2.1.	Trampas y atrayentes alimenticios	14
3.3.2.2.	Índice Mosca por Trampa por Día (MTD)	15
3.4.	Manejo Integrado de Mosca de la Fruta	15
IV.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	18
4.2.	Descripción del producto validado	19
4.3.	Datos generales del cultivo de mango en Motupe	20
4.3.1.	Manejo de mosca de la fruta en mango bajo condiciones de Motupe	22
4.3.2.	Atrayentes alimenticios utilizados en la zona	24
4.4.	Protocolos de ensayo de validación	25
4.5.	Descripción de ensayos de validación en mosca de la fruta en Motupe	27
4.5.1.	Ensayo comparativo – campaña 2018/2019.....	28
4.5.2.	Ensayo de trampeo masivo (40 trampas/ha)	33
4.5.3.	Ensayo de trampeo masivo (60 trampas/ha)	35
4.5.4.	Ensayo de trampeo masivo (80 trampas/ha)	37
4.6.	Actividades post- ensayo	40
V.	CONCLUSIONES.....	43
VI.	RECOMENDACIONES.....	44
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
VIII.	ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales exportadores de mango a nivel mundial en el 2020	4
Tabla 2: Producción cosechada y superficie cultivada de mango por departamento en Perú.....	5
Tabla 3: Principales destinos del mango fresco peruano.....	5
Tabla 4: Descripción de tratamientos de ensayo comparativo en mango var. Kent (campaña 2018-2019).....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Participación porcentual en el mercado de mango mundial	4
Figura 2: Árbol de mango var. Kent, en fructificación	7
Figura 3: Larva de <i>Ceratitis capitata</i>	9
Figura 4: Adultos de <i>Ceratitis capitata</i>	10
Figura 5: Adulto de <i>Anastrepha fraterculus</i>	12
Figura 6. Estrategia de validación de atrayente alimenticio	19
Figura 7: De derecha a izquierda, a. Presentación para reposición de Cera Trap, b. Presentación de Cera Trap lista para colocar en campo.	20
Figura 8: Árbol de mango var. Kent en Motupe	21
Figura 9: a. Frutos pasmados de mango, b. Hoyo para entierro de frutos	22
Figura 10: Trampa cromática con atrayente sexual en el lindero del campo	23
Figura 11: Trampa oficial de monitoreo de SENASA con atrayente alimenticio	23
Figura 12: Pastillas o pellets de levadura de torula	24
Figura 13: Proteína hidrolizada 30%	25
Figura 14: Trampa modelo para ensayos de validación	27
Figura 15: Método de colado para colección de insectos capturados	29
Figura 16: Número de hembras y machos de <i>Ceratitis capitata</i> capturados por tratamiento. Fuente: Farmex S.A	30
Figura 17: Número de hembras y machos de <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados. Fuente: Farmex S.A	30
Figura 18: Número de adultos de <i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados durante las 5 semanas del ensayo por tratamiento. Fuente: Farmex S.A	31
Figura 19: Fluctuación del índice MTD por tratamiento en el ensayo comparativo. Fuente: Farmex S.A	32
Figura 20: Temperatura máxima y humedad relativa promedio durante el experimento comparativo. Fuente: Farmex S.A	32
Figura 21: Trampa lista para usar	33
Figura 22: Fluctuación de índice MTD en ensayo de trampeo masivo (40 trampas/ha)....	34
Figura 23: Fluctuación de índice MTD en ensayo de trampeo masivo (60 trampas/ha)....	36
Figura 24: Fluctuación de índice MTD en ensayo de trampeo masivo (80 trampas/ha)....	38

Figura 25: Temperatura máxima y humedad relativa promedio durante los ensayos de trampeo masivo	39
Figura 26. Material de divulgación sobre atrayente alimenticio	40
Figura 27. Zonas de validación del producto atrayente alimenticio.....	41
Figura 28: Capacitación a productores de frutales	42

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Ubicación inicial de tratamientos en ensayo comparativo	48
ANEXO 2: Trampa de Cera Trap ubicado en campo de mango en floración.....	49
ANEXO 3: Moscas de la fruta capturadas en trampas de Cera Trap	50
ANEXO 4: Promedio de moscas de la fruta capturadas en ensayo de trampeo masivo con 40 trampas/ha.....	51
ANEXO 5: Promedio de moscas de la fruta capturadas en ensayo de trampeo masivo con 60 trampas/ha.....	52
ANEXO 6: Promedio de moscas de la fruta capturadas en ensayo de trampeo masivo con 80 trampas/ha.....	53
ANEXO 7: Frutos muestreados para evaluar daño por larva de mosca de la fruta en ensayo de 40 trampas/ha.....	54
ANEXO 8: Frutos muestreados para evaluar daño por larva de mosca de la fruta en ensayo de 60 trampas/ha.....	55
ANEXO 9: Frutos muestreados para evaluar daño por larva de mosca de la fruta en ensayo de 80 trampas/ha.....	56
ANEXO 10: Registro de temperatura máxima y humedad relativa promedio en Motupe durante los meses de enero y febrero de 2019.....	57
ANEXO 11: Registro de temperatura máxima y humedad relativa promedio en Motupe durante los meses de octubre de 2019 y marzo de 2020	59

PRESENTACIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad exponer la experiencia como asistente del área de Desarrollo de Especialidades de la empresa Farmex S.A, donde se realizan validaciones de productos novedosos. Se describirán actividades como el levantamiento de información en campo, la elaboración de los protocolos de ensayo hasta la divulgación de los resultados de los experimentos y conocimiento adquirido. Asimismo, en el actual documento se muestran los procedimientos de ensayos de validación de un producto a base de proteína hidrolizada (5.5%) enzimática para la captura de mosca de la fruta en campos de mango *var.* Kent ubicados en el distrito de Motupe, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque, Perú.

Los ensayos se realizaron entre los años 2018 y 2020, se inició con la elección del campo idóneo para las pruebas, el cual debe tener una alta población inicial de mosca de la fruta con el fin de validar la capacidad atractiva del producto en estudio (monitoreo). En la campaña 2019/2020 se instalaron los ensayos de trampeo masivo a diferentes densidades (40, 60 y 80 trampas/ha) con el objeto de atraer la mayor población de individuos.

La metodología de evaluación se basó en el recojo de la trampa y colado del líquido atrayente, colección de los individuos capturados en envases con alcohol e identificación de las especies de mosca de la fruta. El líquido atrayente se recuperó en una jarra medidora, se vierte nuevamente en la trampa si mantiene las características idóneas, de lo contrario, se reemplazaba con un nuevo servicio a la trampa.

I. INTRODUCCIÓN

La mosca de la fruta perteneciente a la familia Tephritidae es considerada como una de las principales plagas que afectan a la fruticultura mundial. Estos insectos causan daños directos e indirectos a diferentes cultivos; directos, cuando el adulto hembra ovipone en los frutos y las larvas se alimentan de la pulpa; indirectos en relación al incremento de los costos operativos, pérdida de valor de la fruta cosechada y aparición de restricciones en el comercio por detección de individuos en envíos.

En el Perú, se reportan a *Ceratitis capitata* y al complejo *Anastrepha* spp. como las moscas de la fruta que afectan a distintos cultivos. En el mango, *Anastrepha fraterculus* se reporta con mayor frecuencia junto con *C. capitata* como plaga clave, en especial en el norte del Perú, de ahí la implementación del control de plagas debe considerar a ambas especies para evitar daños en los frutos.

El cultivo de mango de exportación se concentra en los departamentos de Piura, Lambayeque y Ancash con importantes envíos a países como Estados Unidos y Países Bajos, los cuales imponen requisitos dirigidos a evitar la entrada de “mosca de la fruta”, por lo que es importante conocer e implementar el manejo integrado de esta plaga.

El presente trabajo busca exponer la metodología y resultados de los ensayos con proteínas hidrolizadas enzimáticas como atrayentes alimenticios, herramienta que puede ser un componente dentro del programa de control de mosca de la fruta en diferentes cultivos y zonas agroecológicas.

II. OBJETIVO

Aportar a la comunidad con las metodologías, procedimientos y resultados de ensayos de validación de un atrayente alimenticio por hidrólisis enzimática para la captura de moscas de la fruta, *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* en el cultivo de mango var. Kent.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. El mango (*Mangifera indica* L.)

3.1.1. Ubicación taxonómica

Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS), el mango se clasifica en los siguientes niveles taxonómicos:

- Reino: Plantae
- División: Tracheophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Sapindales
- Familia: Anacardiaceae
- Género: *Mangifera* L.
- Especie: *Mangifera indica* L.

3.1.2. Origen y morfología

El mango es un árbol originario de la India; según Yadav y Singh (2017) es la especie más importante del género *Mangifera*, habiendo sido dispersada en el continente americano durante la segunda mitad del siglo XIX. La gran mayoría de variedades cultivadas actualmente provienen de mango producido en Florida (Estados Unidos).

Según la Asociación Peruana de Productores y Exportadores de Mango (APEM, s.f.) citando al Instituto Nacional de Innovación Agraria (1996), el mango arribó a Perú en el siglo XVII, estableciéndose en la zona norte y sur del país.

Minaya (1999), refiere que el mango puede alcanzar una altura de 10 a 40 metros, siendo los árboles injertados más pequeños. Tiene una copa globosa con tronco generalmente recto y ramas largas. Las hojas son coriáceas y de forma lanceolada de unos 25 cm. de largo, con un tamaño de entre 15 – 30 centímetros de longitud y de 3 a 6 centímetros de ancho. El color varía según la variedad del cultivo y el estado fenológico, siendo de color rojo cúprico cuando el brote es joven y de color verde oscuro en cuanto la hoja alcanza su desarrollo

máximo. Sus flores tienen cinco pétalos de tonos rojos, verdes o amarillos y pueden tener un diámetro entre 5 a 10 milímetros. Al ser una planta monoica y polígama posee flores hermafroditas y masculinas en la misma inflorescencia.

El fruto es una drupa larga y carnosa, con coloraciones que pueden variar entre verde, amarillo, rosa y rojo, con pulpa de color amarillo o anaranjado y de sabor dulce a salado. (Fundación de Desarrollo Agropecuario INC., 1992; Comisión Nacional de Fruticultura [CONAFRUT], 1996; Minaya, 1999)

3.1.3. Situación comercial y producción nacional

En el año 2020, Perú se posicionó como el cuarto exportador de mango a nivel mundial, al enviar aproximadamente 240 mil toneladas al exterior, equivalente a 280 millones de dólares (Tabla 1), representando un 8% de participación en el mercado mundial de mango (Trademap, 2021). El ranking es liderado por Tailandia con una participación del 16% en el mercado (Figura 1).

Tabla 1: Principales exportadores de mango a nivel mundial en el 2020

Exportadores	Valor (miles de USD)	Cantidad (toneladas)
Tailandia	579,192.00	391,280.00
México	456,707.00	421,636.00
Países Bajos	416,835.00	212,217.00
Perú	280,542.00	239,391.00
Brasil	247,958.00	243,466.00
Otros	1,573,262.00	1,030,950.00

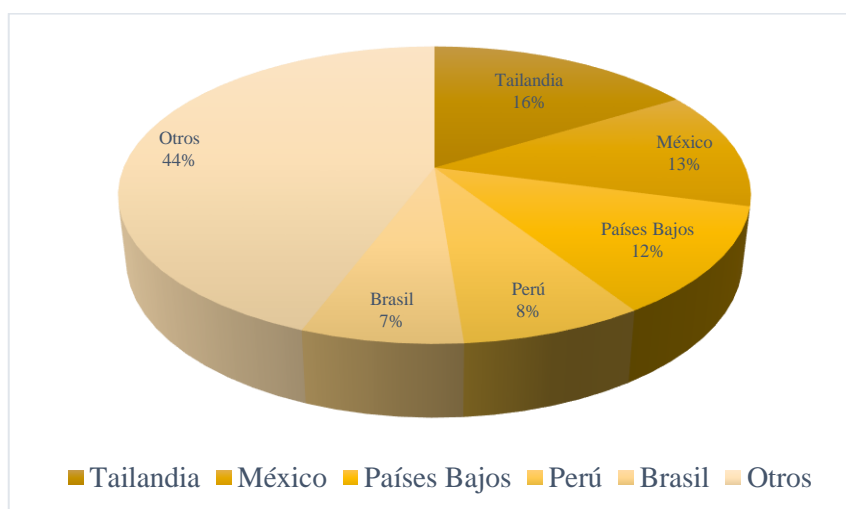


Figura 1: Participación porcentual en el mercado de mango mundial

En el año 2019 la producción y superficie de mango se concentró en las regiones del norte del Perú (Tabla 2). Lambayeque se colocó como la segunda región más importante en producción y superficie con 72,173 toneladas producidas en 4,296 hectáreas, detrás de Piura con más de 304,000 toneladas en veinte mil hectáreas. Según el APEM (s.f), las zonas de mayor producción en Lambayeque se concentran en Olmos y Motupe.

Tabla 2: Producción cosechada y superficie cultivada de mango por departamento en Perú

Región	Producción (t)	Superficie (ha)
Piura	304,946	20,606
Lambayeque	72,173	4,296
Ancash	5,685	1,182
Cajamarca	11,043	1,139
Lima	7,780	691
Otros	26,227	2,770
Total	427,853	30,684

Nota. Adaptado de MIDAGRI (2019)

Las exportaciones del mango fresco peruano se realizan bajo la partida arancelaria 0804.50.20.00 correspondiente a “Mangos y mangostanes”. Según lo expuesto (Tabla 3), los principales países de destino fueron los Países Bajos y Estados Unidos de América con el 33 % y 32 % de participación del mercado, respectivamente. El total exportado representó ingresos cercanos a los 172 millones de dólares para el Perú, equivalente a un volumen de venta mayor a las 158 mil toneladas de mango fresco.

Tabla 3: Principales destinos del mango fresco peruano

País de Destino	Valor FOB (dólares)	Peso Neto (Kilos)	Porcentaje FOB
Países Bajos	56,130,709	57,506,514	33 %
Estados Unidos	55,613,787	55,249,716	32 %
Corea del Sur	10,698,436	3,235,551	6 %
España	9,520,473	6,658,120	6 %
Reino Unido	8,497,233	9,340,430	5 %
Chile	5,310,015	6,214,184	3 %
Francia	5,025,465	1,957,215	3 %
Canadá	4,805,716	5,079,791	3 %
Rusia	4,180,645	4,110,788	2 %
Bélgica	2,786,273	2,915,268	2 %
Otros	9,222,278	5,823,526	5 %
Total	171,791,030	158,091,103	100

Nota. Adaptado de SUNAT (2021)

3.1.4. Principales variedades de mango en el Perú

Minaya (1999), menciona que en el Perú se cultivan dos tipos de mango: las plantas francas (no injertadas y poliembriónicas), y las variedades mejoradas (injertadas y monoembriónicas), donde sobresalen las variedades rojas como: Haden, Kent, Tommy Atkins y Edward.

Entre las variedades destinadas a exportación destacan Kent, Haden y Tommy Atkins, que tienen características organolépticas atractivas para el consumidor como: buena cantidad de pulpa comestible, bajo contenido de fibra, buen color, buena apariencia externa, excelente calidad y gran sabor (APEM, s/f).

En la campaña 2016/2017, la variedad Kent representó el 95 % de los mangos exportados y la variedad Haden, el 5 %; cultivados principalmente en los departamentos de Piura y Lambayeque (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2017).

3.1.4.1. Kent

La variedad Kent pertenece a las variedades de color rojo, son las más populares en EE. UU y en menor grado en Europa. El fruto es de tamaño grande (500 a 800 g), forma ovalada y de color amarillo anaranjado con chapa rojiza a la madurez (Minaya, 1999). Según Mango.Org (s/f), tiene un sabor dulce y mantecoso, pulpa jugosa y tierna con fibra limitada, con matices amarillos o puntos que van cubriendo la superficie del fruto conforme se acerca a la maduración (Figura 2).

3.1.4.2. Haden

La variedad Haden perteneciente a las variedades rojas, tiene un fruto de tamaño medio a grande (380 – 700 g), es de forma ovalada, de pulpa firme y de color y sabor agradable. Según Mango.Org (s/f), las áreas verdes del fruto se tornan amarillas a medida que madura.

3.1.4.3. Tommy Atkins

La variedad Tommy Atkins posee un fruto que oscila entre los 250 g y 750 g. (APEM, s/f). Tiene una forma oblonga oval y es resistente a daños mecánicos con mayor periodo de conservación, pero no con las mejores características organolépticas (Minaya, 1999).

Según Aluja y Martínez (1984) hay variedades de mango que no son atacadas por la mosca de la fruta con la misma intensidad que otras. Las causas relacionadas a este comportamiento se asocian a la resistencia del fruto expresada en exceso de acidez, alto contenido de terpenos

o alta presión en los conductos laticíferos que repelen los huevecillos de las moscas de la fruta. Según Jiron (1990): “*prácticamente todas las variedades de mango para exportación (rojas), son susceptibles a la infestación por moscas de la fruta*”. El mismo autor indica que Propoky y Roitberg (1984) observaron que la resina propia de la fruta de mango contiene principios tóxicos para las larvas de la mosca de la fruta. Algunas variedades se diferencian en susceptibilidad al ataque debido a la diferencia en la densidad de los conductos resiníferos de la cáscara.



Figura 2: Árbol de mango var. Kent, en fructificación

3.2. Mosca de la Fruta

Las moscas de la fruta pertenecientes al orden y a la familia (Diptera: Tephritidae) son insectos que atacan principalmente a cultivos frutícolas, aunque también están presentes en algunas hortalizas, ocasionando grandes pérdidas económicas e incrementos en los costos de producción (Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA], 2015)

Los daños directos son generados por la hembra que al momento de oviponer causa una herida sobre la cáscara del fruto, y las larvas al alimentarse de la pulpa; estas forman galerías que provocan la caída del fruto y/o la pérdida de su valor comercial. Asimismo, la mosca de la fruta genera daños indirectos al incrementar el costo de producción, aumento de la utilización de plaguicidas químicos de alto impacto ambiental y restricciones en el comercio nacional e internacional.

En el Perú, se encuentran dos géneros de moscas de importancia agrícola: el complejo *Anastrepha* spp. (donde resalta la especie *Anastrepha fraterculus* como plaga en mango) y *Ceratitis capitata*, especie altamente polífaga, considerada plaga clave del mango en las zonas de agroexportación (SENASA, 2015).

Las moscas de la fruta son organismos con una alta capacidad de adaptación al medio, al atacar simultáneamente a varios hospederos en caso coincidan en la etapa de fructificación; y son capaces de completar entre 10 a 12 generaciones al año en óptimas condiciones agroclimáticas (Aluja y Martínez, 1984).

3.2.1. *Ceratitis capitata*

También llamada la “mosca mediterránea de la fruta” fue reportada por primera vez en el Perú en el departamento de Huánuco, en 1956.

3.2.1.1. Ubicación taxonómica

Según el reporte del Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS), la mosca mediterránea de la fruta se clasifica en:

- Reino: Animalia
- Phylum: Arthropoda
- Clase: Insecta
- Orden: Diptera
- Familia: Tephritidae
- Género: *Ceratitis* Macleay, 1829
- Especie: *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)

3.2.1.2. Morfología

Huevos:

Son muy delgados y de un tamaño aproximado de 1 mm de largo, de color blanco brillante y lisos (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2010).

Larva:

Según Volosky (2010), es de un tamaño inicial de 5 a 6 mm, llegando al final de su desarrollo a medir 11 mm. Es fusiforme y de color blanco o blanco amarillento, dependiendo del color de la fruta afectada (SENASA, 2014).



Figura 3: Larva de *Ceratitis capitata*

Nota: Reproducido de *Mosca mediterránea de la fruta (Ceratitis capitata)* por la División de Industria Vegetal de Florida, Departamento de Agricultura y Servicios al consumidor de Florida.

Pupa:

Es de forma cilíndrica, de color café rojizo oscuro y con 11 segmentos, siendo de un tamaño total de entre 4 a 4.3 mm. (SAGARPA, 2010).

Adulto:

El adulto mide un tercio menor a la mosca casera (Figura 3). Se caracterizan por ser de color café a negro y gris plateado con varias manchas de diferentes formas en la parte dorsal del tórax. (Aluja y Martínez, 1984).

Sus alas son cortas y anchas con tres bandas o manchas de color café amarillento en la parte media, una longitudinal y dos transversales, y puntos negruzcos en la parte basal. En el caso de los machos, una de los cuatro pares de setas orbitales ubicados en la cabeza se encuentra modificado en forma de espátula romboidal en su sector apical (Vilatuña et al., 2010).

La hembra posee un ovipositor en forma de punta aguda con un raspador puntiagudo en la parte media, extendiéndose hasta el abdomen (R. Hernández, 2014).



Figura 4: Adultos de *Ceratitidis capitata*

Nota. Reproducido de Manual Técnico para la Identificación de Moscas de la Fruta (p.14), por R. Hernández , 2014, SAGARPA.

3.2.1.3. Ciclo biológico

El ciclo de vida de *Ceratitidis capitata* inicia cuando una hembra fértil y fecundada coloca los huevecillos por debajo de la cáscara o en la pulpa de un fruto susceptible. Luego de un periodo de 2 a 7 días, surgen las larvas que se alimentan de la pulpa hasta que completan los tres estadios de desarrollo larval en un periodo de 6 a 11 días. Generalmente, el fruto cae al suelo a causa de los daños internos generados por las larvas y patógenos secundarios que ingresan por la pudrición de los tejidos. Normalmente, la larva se transforma en pupa bajo el suelo, donde completa su desarrollo para emerger como adulto, esta etapa puede durar entre 9 a 15 días. El adulto alcanza su madurez sexual a los 4 o 5 días después de emerger para iniciar un nuevo ciclo biológico (SENASA, 2014).

Según SAGARPA (2010), una hembra de *Ceratitidis capitata* puede oviponer entre 300 y 800 huevos durante toda su vida y un máximo de 22 huevos al día. Los adultos pueden vivir entre 2 a 3 meses en condiciones óptimas, pero solo sobreviven hasta 4 días sin alimento.

3.2.2. *Anastrepha fraterculus*

3.2.2.1. Ubicación taxonómica

Según el reporte del Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS), *Anastrepha fraterculus*, también llamada “la mosca sudamericana de la fruta” se clasifica en:

- Reino: Animalia
- Phylum: Arthropoda
- Clase: Insecta
- Orden: Diptera
- Familia: Tephritidae
- Género: *Anastrepha* Schiner
- Especie: *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830)

3.2.2.2. Morfología

Huevos:

Los huevos son blanquizcos, delgados, fusiformes, un poco acanalado, de un milímetro de largo (Volosky, 2010).

Larva:

La larva es de color blanco o amarillento según el pigmento de la fruta atacada, adquiriendo más adelante un tinte cada vez más oscuro. Llega hasta 1 cm de largo. El segmento de la cabeza es negruzco (Volosky, 2010).

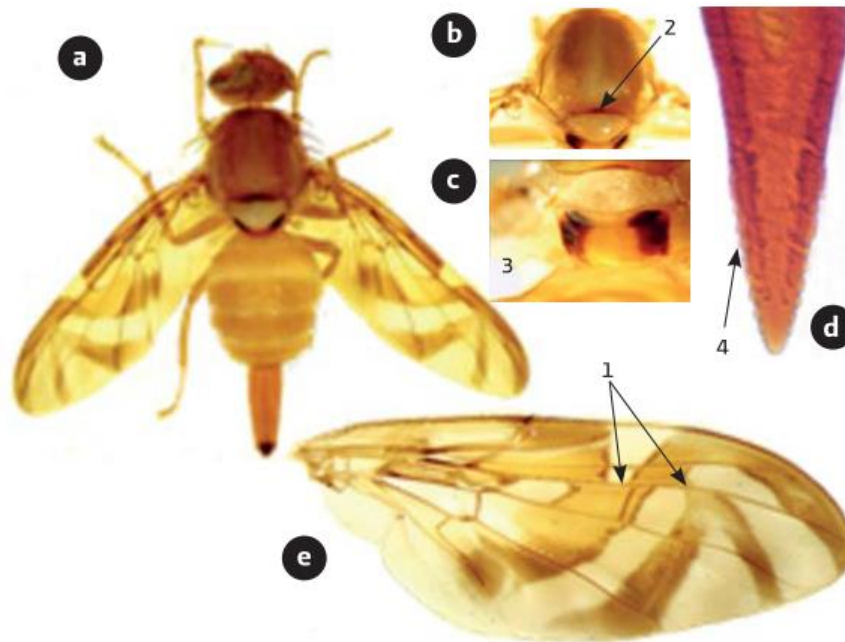
Pupa

Las pupas son cilíndricas y marrones, volviéndose más oscuras cuando el insecto está completamente desarrollado (Universidad de Florida, 2017).

Adulto

Tamaño pequeño a mediano, color amarillo anaranjado y con abundantes pelos visibles (Figura 5). Tórax con el escutelo color amarillo brillante, metanoto con dos franjas negras longitudinales, mancha negra normalmente circular en el centro de la sutura escuto-escutelar,

aunque puede ser triangular o infuscada. Alas con bandas marrón amarillento. Una banda costal, otra en forma de S amplia o estrechamente unidas en la vena R4+5 y la banda V invertida generalmente separada de la banda S (Vilatuña et al., 2010).



Anastrepha fraterculus (Wiedemann). (a) Hembra adulta, (b) Tórax, (c) Subescutelo y medioterguito, (d) Punta del ovipositor, (e) Vista general del ala.

Figura 5: Adulto de *Anastrepha fraterculus*

Nota. Reproducido de Lopez-Muñoz et al. (2010)

3.2.2.3. Ciclo biológico

Según el Programa Nacional de Mosca de la Fruta (2001) citado por F. Hernández (2016), *Anastrepha fraterculus* tiene como principal hospedante al cultivo de mango (*Mangifera indica*) en el Perú y posee un ciclo biológico completo pasando por las etapas de huevo, larva, pupa y adulto.

La etapa de huevo puede tener una duración de 3 días, para eclosionar y dar paso a la etapa larval que puede durar entre 10 a 25 días; la larva sale del fruto y se entierra bajo los primeros centímetros del suelo para transformarse en pupa, donde se dará el desarrollo y crecimiento del adulto durante los siguientes 10 a 15 días.

El adulto emerge de la pupa, busca refugio para secar sus alas y luego recorre los árboles por el alimento necesario para el desarrollo de su aparato reproductor. La capacidad de

oviposición de la hembra de *Anastrepha fraterculus* se estima entre 400 a 800 huevos por individuo, pudiendo dar paso entre 8 a 10 generaciones por año. (Volosky, 2010; F. Hernández, 2016)

3.2.3. Comportamiento alimenticio de los adultos de mosca de la fruta

Según Sarth (1978) citado por Vilatuña et al. (2010):

“Luego de la emergencia, el adulto inicia la búsqueda de alimento, ya que las hembras requieren nutrirse de sustancias proteínicas para madurar sus órganos sexuales y desarrollar sus huevos (especies sinovigénicas). Estos alimentos lo encuentran en las hojas, flores, savia exudada de troncos, tallos, hojas y frutos dañados por el ataque de otros animales, mielecillas secretadas por insectos picadores-chupadores, en el excremento de aves, entre otros.”

Según Basso (2003) citando a Hendrichs y Propoky (1994), los adultos de *A. fraterculus* son generalistas oportunistas con respecto a las fuentes de alimento y requieren de ingesta regular de sustancias ricas en aminoácidos y otros nutrientes para alcanzar la madurez del aparato reproductor y desarrollo de los huevos que producen diariamente. La misma autora citando a Malavasi et al. (1983), menciona que *A. fraterculus* tiene como principal fuente de alimento a los exudados de los frutos dañados y los excrementos de aves (p.30).

Los adultos de las moscas de la fruta del género *Anastrepha* y *Ceratitis*, requieren para mantener una alta fecundidad, ingerir agua y nutrientes, tales como carbohidratos, aminoácidos, vitamina B y sales. Particularmente una fuente de alimento en el campo lo constituye la mielecilla o dulce excretado por algunos pulgones; en las áreas tropicales las lluvias tienen un efecto negativo, ya que lavan estos materiales.

El mayor estímulo de hospedantes para ambos sexos de las moscas de la fruta, lo constituyen los componentes volátiles de los frutos en maduración. Hay que considerar la relación planta – insecto (SENASA, 2011).

Una característica de las moscas de la fruta es su alta capacidad de dispersión y adaptabilidad a diferentes medios. Pueden movilizarse por más de 200 km ayudados por vientos o tormentas en búsqueda de alimento (Aluja y Martínez, 1984).

3.3. Monitoreo de mosca de la fruta

El monitoreo es un procedimiento efectuado en un período de tiempo dado para determinar las características de una población de plagas o para determinar las especies presentes dentro de un área.

Se considera al monitoreo bajo dos actividades: muestreo de frutos y trampeo (Vilatuña et al., 2010).

3.3.1. Muestreo de frutos

El muestreo es la recolección de muestras de frutos y otros materiales que permite detectar, ubicar geográficamente y monitorear las poblaciones de cualquier estado inmaduro (huevos, larvas y pupas) de moscas de la fruta (Aluja, 1993 citado por Vilatuña et al., 2010).

El muestreo de frutos define el rango de hospederos de cada especie de moscas presentes en un área. Requiere de mucha mano de obra, tiempo y es costoso debido a la destrucción de la fruta (Vilatuña et al., 2010).

3.3.2. Trampeo

Es una actividad que se sustenta en el uso de trampas cebadas con atrayente sexual o alimenticio. Permite determinar la presencia o ausencia de la plaga en estado adulto (mosca) en un área determinada, así como de su fluctuación poblacional (SENASA, 2012).

3.3.2.1. Trampas y atrayentes alimenticios

La cantidad de moscas capturadas varía según los tipos de atrayentes que se utilicen. El tipo de trampa que se escoja depende de la especie objetivo de mosca de la fruta y la naturaleza del atrayente. Los atrayentes pueden ser específicos (feromonas sexuales para machos) u olores de alimentos del hospedante (proteína líquida o sintética seca) según el Organismo Internacional de Energía Atómica (2005) citado por Vilatuña et al., (2010).

Las proteínas, con ácidos y bases, son hidrolizadas, originándose sustancias más simples, asimilables; por consiguiente son buenos atrayentes alimenticios para los insectos, entre ellos la mosca del mediterráneo (Olalquiaga y Lobos, 1993 citado por Vilatuña et al., 2010).

En las trampas con proteínas líquidas, el cebo líquido funciona como medio de retención. La proteína líquida se utiliza para capturar diferentes especies de mosca de la fruta y captura

tanto hembras como machos, con un porcentaje de captura ligeramente más alto para hembras (Vilatuña et al., 2010).

Varios de los atrayentes alimenticios utilizados para la captura de mosca de la fruta son producto de la hidrólisis de proteínas. Según Epsky et al. (2014), el tipo de hidrólisis puede afectar al tipo y cantidad de volátiles liberados. Los mismos autores explican que productos de hidrólisis ácida e hidrólisis enzimática son utilizados como atrayentes para la mosca de la fruta. La hidrólisis ácida consiste en el uso de ácido clorhídrico (HCL) el cual ataca el sustrato proteico y destruye o isomeriza aminoácidos individualmente; en cambio, la hidrólisis enzimática utiliza enzimas específicas que hidrolizan el sustrato proteico de una forma más suave que la hidrólisis ácida y el proceso no requiere de altas temperaturas.

3.3.2.2. Índice Mosca por Trampa por Día (MTD)

El índice moscas por trampa por día (MTD), es un índice poblacional que estima el número promedio de moscas capturadas en un día de exposición de la trampa en el campo. Este índice poblacional señala una medida relativa del tamaño de la población adulta de la plaga en un espacio o área y tiempo determinado. Se usa como referencia para comparar el tamaño de la población antes, durante y después de las aplicaciones de las medidas de control (FAO, 2008).

El MTD se calcula dividiendo el número total de moscas capturadas para el producto obtenido multiplicando el número total de trampas atendidas por el número de días en que las trampas estuvieron expuestas. La fórmula es:

$$MTD = \frac{M}{T \times D}$$

- M = Número total de moscas.
- T = Número total de trampas atendidas.
- D = Número de días en que las trampas estuvieron expuestas en el campo.

3.4. Manejo Integrado de Mosca de la Fruta

El manejo integrado consiste en el uso de varios métodos que se complementan entre sí y que permiten controlar a la plaga, manteniéndola en niveles que no causen daño económico, para su posterior erradicación de las áreas afectadas. Dentro de los diferentes tipos de control de mosca de la fruta podemos encontrar (SENASA, 2012):

3.4.1. Control cultural y mecánico:

Prácticas agrícolas comunes de destrucción de estados inmaduros de la plaga. Las actividades sugeridas son el recojo y entierro de frutos, rastrillado de suelo, poda de sanidad de árboles enfermos y raleo de árboles, eliminación de plantas hospederas, riegos pesados para la eliminación de las pupas, periodo de campo limpio, secado de frutos cosechados, embolsado de frutos y uso de plantas trampa.

3.4.2. Control químico:

Prácticas de aplicación de cebos tóxicos (proteínas hidrolizadas en mezcla con insecticidas de ingestión) y agua, dirigidas al follaje de los hospederos para la eliminación de los adultos de la mosca de la fruta.

3.4.3. Control biológico:

Represión de las moscas de la fruta a través de sus enemigos naturales, en el caso de *Ceratitis capitata* se introdujo desde México a la avispa *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmed) con liberaciones en Huaral, departamento de Lima, según Rodríguez (1998) citado por Wong (2016).

3.4.4. Control autocida (Técnica del Insecto Estéril – TIE):

Liberación en campo de gran número de moscas de la fruta machos criados y esterilizados por radiación gamma, para impedir la oviposición de huevos fértiles de moscas de la fruta y así reducir la población de la plaga.

3.4.5. Control legal:

Conjunto de disposiciones obligatorias emitidas por el gobierno para evitar el ingreso de la plaga a un área determinada. La población debe participar del cumplimiento de estas leyes o reglamentos.

3.4.6. Control físico:

Uso de agua caliente para elevar la temperatura de la fruta por un tiempo determinado. Es usado para eliminar larvas de moscas de la fruta en mango de exportación. El agua circulante debe ser mantenida a 46.1°C durante el proceso para mangos con destino a USA, Chile, Nueva Zelanda, China y México y mantenida a 47°C para exportaciones a Japón. El tiempo

de duración del tratamiento hidrotérmico varía entre los 75 y 90 minutos dependiendo del calibre de los mangos.

3.4.7. Control etológico:

Es el aprovechamiento del comportamiento sexual y alimenticio de la mosca de la fruta. Se utilizan atrayentes sexuales, como el trimedlure para machos de *Ceratitis capitata*; atrayentes alimenticios para *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*; y atrayentes visuales en trampas cromáticas amarillas, como las trampas McPhail, trampas Jackson, plásticos amarillos, entre otros.

3.4.7.1. Trampeo masivo:

En los últimos años se ha incluido una estrategia de control etológico para evitar el excesivo uso de plaguicidas de alto impacto: el trampeo masivo con atrayentes alimenticios. Consiste en la instalación de una densidad alta de trampas para suprimir poblaciones de mosca de la fruta. En general, los procedimientos para el trampeo masivo son los mismos que los de los trampeos que se usan con fines de monitoreo. Las trampas deberían colocarse en el lugar de producción temprano en la temporada, cuando las primeras moscas adultas se movilizan hacia los campos y sus poblaciones están aún a niveles bajos, y deberían ser objeto de mantenimiento apropiado (FAO, 2019).

Según Galindo y Guzmán (2020) citando a Flores et al. (2017), el trampeo masivo con proteínas de hidrólisis enzimática resultó el mejor tratamiento para la captura masiva de moscas del género *Anastrepha* y redujo la población en el cultivo de mango en Chiapas, México, considerándose incluso tan efectivo como los controles con pesticidas y actuando mejor en situaciones lluviosas.

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

Dentro de las funciones realizadas como Asistente de Especialidades se destacan la ejecución de ensayos de validación de productos biológicos para el control de plagas agrícolas, fertilizantes foliares, reguladores de crecimiento de plantas, así como el posicionamiento de un atrayente alimenticio de hidrólisis enzimática para la captura de moscas de la fruta.

Los ensayos se realizan con productos provenientes de representadas internacionales y nacionales que buscan generar alianzas con la empresa para la distribución de los mismos; en otros casos, también los productos por validar pueden ser de formulación propia. El objetivo principal de los ensayos de validación es evaluar el comportamiento del producto bajo las condiciones agroecológicas más representativas del país.

4.1. Actividades previas a la ejecución de ensayos:

Previo a la ejecución de los experimentos se deben realizar diferentes actividades como, por ejemplo, estudiar la información técnica del producto a validar (ficha técnica, hoja de seguridad, etiqueta, publicidad, etc.) para definir la forma adecuada de uso en campo. Se toman como referencias las características fisicoquímicas, dosis, objetivo del producto y los beneficios resaltados en otros ensayos.

Luego se procede a recoger información sobre las prácticas de manejo realizadas por los agricultores para el control de la plaga por medio de visitas a productores de la zona, lo cual se realiza en colaboración con los representantes de ventas y posicionamiento de la empresa, por lo que otorgan facilidades para realizar entrevistas y/o ensayos en sus campos. Finalmente, tras ser definidos los lugares donde se realizarán los experimentos, se elaboran los protocolos para la instalación de los ensayos.

Dentro de la experiencia de validación del atrayente alimenticio para moscas de la fruta, se resalta la importancia de dejar muestras del producto a los agricultores, así como explicar la importancia del control de moscas de la fruta y demostrar con ensayos cortos la eficacia del atrayente.

Actualmente, las actividades descritas forman parte de la estrategia para realizar validaciones en cultivos diferentes al mango, que también son atacados por moscas de la fruta, lo cual fue instaurado posterior a la experiencia de ensayos de validación en el distrito de Motupe, Lambayeque.

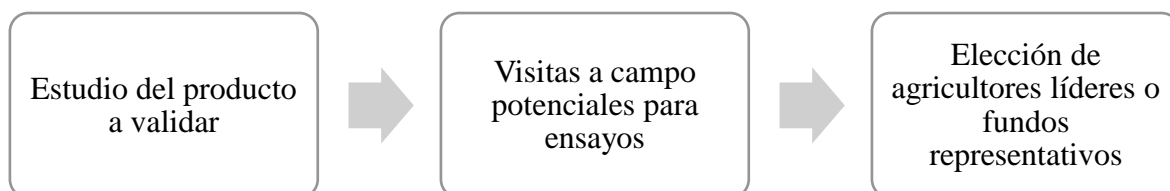


Figura 6. Estrategia de validación de atrayente alimenticio

4.2. Descripción del producto validado

El producto validado se comercializa bajo el nombre de Cera Trap. Las características fisicoquímicas de la presentación que se expende son las siguientes:

- Formulación: líquido
- Composición: proteína hidrolizada enzimáticamente al 5.5 % e inertes al 94.5 %
- pH: 6.5 – 7.5
- Color: amarillo
- Olor: fuerte característico

Es un atrayente específico para la captura de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp. debido a la presencia de compuestos volátiles, principalmente aminas y ácidos orgánicos, que al ser emitidos durante la evaporación son de elevada atracción para los adultos de mosca de la fruta (especialmente para las hembras).

El producto líquido puede ser aplicado dentro de trampas (mosqueros provistos de agujeros), los cuales pueden ser tipo McPhail o ser confeccionadas artesanalmente a base de envases reciclables de botellas; cabe resaltar que la empresa ha diseñado un tipo de trampa lista para colocar en el árbol producto de una serie de investigaciones, con el fin de facilitar la emisión de los volátiles hacia el exterior y la captura eficiente de las moscas de la fruta (Figuras 6a y 6b).

Dentro de los beneficios descritos por el proveedor destacan que es una solución 100% ecológica (posee carta de equivalencia para agricultura orgánica según el EU-Reglamento

(CE) N.º 889/2008), tiene una alta selectividad por mosca de la fruta (baja captura de fauna benéfica), alta durabilidad en campo (cuando se aplica 500 ml por trampa puede durar por más de 2 meses dependiendo de las condiciones climáticas), es de fácil manejo y adaptación a diferentes tipos de trampas.



Figura 7: De derecha a izquierda, a. Presentación para reposición de Cera Trap, b. Presentación de Cera Trap lista para colocar en campo.

4.3. Datos generales del cultivo de mango en Motupe

El cultivo de mango en Motupe abarca un área aproximada de: 1,989 ha, siendo la variedad Kent la más sembrada y comercializada para la agroexportación. El marco de plantación más utilizado en la zona varía entre los 6 x 4 m hasta los 8 x 7 m. Los árboles alcanzan una altura de 4 a 5 metros en algunos casos, debido a las podas de formación que se realizan para facilitar la recolección de la fruta (Figura 7).

Los agricultores realizan diversas actividades para la conducción del cultivo, principalmente durante la floración; por ejemplo, mantienen el riego de la plantación a un nivel adecuado para evitar la excesiva caída de frutos o un crecimiento limitado de los mismo; asimismo, la fertilización foliar con productos a base de calcio, boro y zinc y la fertilización al suelo con nitrógeno, potasio y magnesio son priorizadas en campos con floración atrasada.

Durante el cuajado y crecimiento de fruto, se priorizan las aplicaciones para reducir la incidencia de oidiosis con productos azufrados y aplicaciones preventivas para el control de Antracnosis cuando se pronostican temporadas de precipitación durante la cosecha.



Figura 8: Árbol de mango var. Kent en Motupe

La fase de fructificación del mango se inicia desde el mes de agosto (inicio de floración) hasta febrero del año siguiente (final de cosecha) siendo la fase crítica de control de mosca de la fruta durante los tres últimos meses de este período (diciembre a febrero). La localidad es de clima caluroso, con temperaturas que van desde los 23°C a 35°C, durante la temporada de fructificación.

En el mango, *Anastrepha fraterculus* se reporta con mayor frecuencia junto con *C. capitata*, plaga clave, en especial en el norte del Perú, por lo que los controles a implementar deben considerar a ambas especies para evitar daños en los frutos.

4.3.1. Manejo de mosca de la fruta en mango bajo condiciones de Motupe

El manejo realizado por los agricultores de mango para el control de mosca de la fruta se basa en el monitoreo con atrayentes alimenticios y en algunos casos con feromonas sexuales, para detectar la densidad poblacional de la plaga; asimismo, realizan el recojo y entierro de fruto y aplicaciones de cebos tóxicos a base de Spinosad y Malathion dirigidos al tronco o follaje del árbol.

El recojo y entierro de fruto usualmente es realizado una o dos veces por semana desde la caída fisiológica del mango, que se acentúa entre los meses de octubre y noviembre en la zona, fecha que coincide con la colocación de las trampas de monitoreo. Esta actividad se incrementa a raíz de la aparición de los “manguillos” que son frutos pasmados que no han completado su crecimiento y maduración en el árbol y caen prematuramente (Figuras 8a y 8b).



Figura 9: a. Frutos pasmados de mango, b. Hoyo para entierro de frutos

El productor realiza el monitoreo de mosca de la fruta por medio del uso de trampas con atrayentes sexuales (dirigidos a machos de *Ceratitis capitata*) y trampas con atrayentes alimenticios dirigidas a hembras y machos de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp. Estos cebos son colocados en el tercio medio del árbol y se les realiza la evaluación y servicio cada 15 días en el caso de los atrayentes sexuales y cada 7 en el caso de los atrayentes alimenticios.

Las poblaciones de moscas de la fruta no son significativamente altas, cuando los frutos no alcanzan aún la madurez fisiológica susceptible; pero si existen hospederos cercanos como limón, páprika y vid es común ver infestaciones tras la culminación del periodo de cosecha de dichos cultivos, por lo que es recomendable no solo el monitoreo al interior del cultivo principal, sino también de los linderos para evaluar el punto y momento de entrada de la plaga al campo (Figura 9).



Figura 10: Trampa cromática con atrayente sexual en el lindero del campo

Cuando el índice MTD supera el 0.5 (límite establecido por SENASA) en sus trampas de detección (Figura 10), el productor decide tomar medidas de control para reducir la población de la mosca de la fruta, con el aumento de la densidad de trampas por hectárea en la zona detectada y/o la aplicación de cebos tóxicos. Es necesario contar con trampas y atrayentes con buena capacidad de atracción para estas especies de moscas de la fruta, que permita la implementación oportuna, reduciendo de esta manera los niveles poblacionales de las mismas. Entre los atrayentes utilizados en la zona destacan la proteína hidrolizada 30% y la levadura de torula.



Figura 11: Trampa oficial de monitoreo de SENASA con atrayente alimenticio

4.3.2. Atrayentes alimenticios utilizados en la zona

4.3.2.1. Levadura de torula

Es un atrayente alimenticio que generalmente se comercializa en presentación de pastillas de 5 gramos compuestas de levadura seca de torula. Causa que los adultos de moscas de la fruta (hembras y machos) se sientan atraídos hacia las trampas con el producto. Los agricultores colocan entre 4 a 5 pastillas de producto en 250 ml de agua y realizan el recambio cada 7 o 14 días, aunque según la ficha técnica el producto puede durar hasta 100 días en campo (Figura 11).



Figura 12: Pastillas o pellets de levadura de torula

4.3.2.2. Proteína hidrolizada 30%

Es un atrayente líquido de color oscuro que se usa en las trampas de monitoreo en mezcla con agua a una concentración de 2 a 4% por trampa con bórax (2 gramos por trampa de 250 ml). Este producto suele tener una durabilidad en campo entre 7 a 14 días dependiendo de las condiciones climáticas y atrae tanto hembras como machos de mosca de la fruta de los géneros *Ceratitis* y *Anastrepha* (Figura 12).



Figura 13: Proteína hidrolizada 30%

4.4. Protocolos de ensayo de validación

Luego de recopilar y organizar la información, se debe elaborar un protocolo que delimite los principales parámetros para la ejecución del experimento, entre ellos podemos encontrar:

- **Cultivo y variedad donde se instalará el ensayo:**

Usualmente se elige un cultivo y variedad de importancia para exportación o comercio local donde la plaga sea clave para el óptimo desarrollo del campo.

- **Objetivo(s)**

Aquí se definen los objetivos principales y secundarios relacionados directamente a la eficacia del producto para el control de la plaga en estudio dentro del cultivo agrícola elegido.

- **Nombre del producto y concentración del ingrediente activo**

Descripción del producto (nombre comercial) y la concentración del ingrediente activo el cual debe coincidir con la etiqueta y ficha técnica del producto.

- **Nombre científico y común de la plaga**

Se debe colocar el género y especie (en algunos casos sub especie, raza, entre otros) aceptados por la comunidad científica, así como el nombre común del insecto o enfermedad aceptado por el mercado local.

- **Lugar**

Ubicación detallada del lugar donde se ejecutará el ensayo. Debe contener el nombre del departamento, provincia, distrito, centro poblado y si es posible agregar el nombre del fundo o agricultor.

- **Tratamientos y dosis**

Descripción de los tratamientos a evaluar que pueden incluir un testigo comercial (producto similar al que se va a ensayar y que ya se comercializa en el mercado) y un testigo absoluto. Se debe describir las dosis por cada tratamiento (en porcentaje, cantidad de producto por hectárea o por cilindro de 200 L de agua).

- **Diseño estadístico y tamaño de parcela**

Detalle del diseño estadístico elegido para la instalación del ensayo, usualmente suele ser un Diseño de Bloques Completamente al Azar y el tamaño promedio de una hectárea para realizar el experimento. Para el caso de los ensayos de captura de moscas de la fruta en el cultivo de mango se consideró una hectárea como área del ensayo.

- **Momento y frecuencia de aplicación**

Delimitar el momento fenológico del cultivo; en caso se realice más de una aplicación, se especifica los días transcurridos posteriores a la primera aplicación, para poder realizar la segunda o tercera aplicación.

- **Forma de aplicación o instalación**

Descripción del equipo con el cual se va a realizar la aplicación o forma de instalación del producto, también se define el gasto de agua, el lugar de la planta donde serán aplicados o colocados los tratamientos y cualquier otro factor que sea relevante para la aplicación (pH del agua, compatibilidad de productos, entre otros).

- **Metodología y frecuencia de evaluación**

Detalle del proceso a seguir para realizar la evaluación del ensayo: uso de equipos, forma de evaluación, número de muestras, colecta de muestras, marcado, etc. Asimismo, se especifica el intervalo de días de evaluación definido desde la fecha de instalación del ensayo y, si es necesario, se recurre a la colaboración externa, para un análisis objetivo.

- **Responsable del ensayo**

Nombre y cargo de la persona encargada de realizar el informe final y exposición de los resultados obtenidos.

4.5. Descripción de ensayos de validación en mosca de la fruta en Motupe

Tras la aprobación del protocolo de ensayo y el envío de las muestras, se realiza las coordinaciones con el agricultor o el fundo para delimitar *in situ* el área de ejecución de ensayo, donde se utilizan marcadores con cintas o carteles que especifiquen la ubicación exacta del experimento dentro del campo. Asimismo, se capacita al personal de apoyo sobre la forma de aplicación o instalación del producto en campo.

Los ensayos experimentales que se mostrarán en el presente trabajo se realizaron con el fin de conocer la capacidad de atracción y captura del atrayente de hidrólisis enzimática, tanto para monitoreo como para el control de mosca de la fruta (trapeo masivo) en Motupe desde el año 2018 hasta la actualidad. En todos los casos se utilizaron las botellas tipo PET de 1.5 L, con 4 agujeros equidistantes de 8 mm de diámetro (Figura 13).



Figura 14: Trampa modelo para ensayos de validación

4.5.1. Ensayo comparativo – campaña 2018/2019

Datos generales

- **Objetivo:** evaluar la capacidad de atracción y captura de la proteína hidrolizada 5.5% (Cera Trap) hacia las moscas de la fruta (*Ceratitits capitata* y *Anastrepha fraterculus*) en comparación con otros atrayentes alimenticios comerciales.

- **Tratamientos y dosis**

Tabla 4: Descripción de tratamientos de ensayo comparativo en mango var. Kent (campaña 2018-2019)

Código	Producto	Dosis
T1	Proteína hidrolizada al 5.5%	500 ml sin diluir por trampa
T2	Proteína hidrolizada al 30% + Bórax	Diluida al 2% + 2 g
T3	Proteína hidrolizada al 30% + Bórax	Diluida al 4% + 2 g
T4	Levadura de torula	5 pastillas por trampa

- **Diseño estadístico y tamaño de parcela:** se tomó un diseño DBCA con rotación de trampas tras cada evaluación, para reducir el efecto de la alta dispersión del insecto en los resultados por la ubicación inicial de las trampas. El experimento se desarrolló en una hectárea del cultivo.

- **Momento y frecuencia de aplicación:** etapa de fructificación y se realizó una sola instalación en el caso del tratamiento 1; en el caso de los tratamientos 2, 3 y 4, se realizaron recambios cada 14 días debido a la rápida evaporación y descomposición de los productos.

El área donde se decidió instalar este experimento fue una zona dentro del campo donde las evaluaciones anteriores indicaban una alta densidad de ambas especies de mosca de la fruta, de esta manera se podía medir bien las diferencias en la capacidad atractiva de los atrayentes en estudio.

- **Forma de aplicación o instalación:** se colocaron 4 trampas por tratamiento (repeticiones) considerando una trampa por árbol a una distancia aproximada de 16 metros entre repetición. Se instalaron las trampas en el tercio medio de los árboles de mango.

- **Metodología y frecuencia de evaluación:** se utilizó un colador manual y una jarra para poder recuperar los individuos capturados (Figura 14), se colectaron los individuos en envases con 150 ml de alcohol etílico al 70% como preservante para ser llevadas al laboratorio para su identificación (servicio de identificación), para evitar el conflicto de intereses. Mientras que el atrayente recuperado después del colado, se volvió a verter a las trampas, para su reutilización. Las evaluaciones se realizaron cada 7 días, durante los 35 días que duró el ensayo.



Figura 15: Método de colado para colección de insectos capturados

Resultados:

Dada la importancia de la mosca de la fruta en el cultivo de mango y habiéndose realizado el experimento en temporada de final de crecimiento e inicio de maduración del fruto de mango, la densidad de población de *Ceratitis capitata* fue elevada, debido a que el campo experimental estuvo colindante con un área donde no se realizaba ningún tipo de control, adicional a esto, en Motupe es habitual el cultivo de diferentes tipos de *Capsicum* no picantes, que son hospederos a especies de mosca de la fruta, en especial a *Ceratitis capitata*, lo cual hace del valle un lugar de permanente problema para especies de frutales sensibles a mosca de la fruta y se hace necesario el uso de una buena estrategia de manejo.

En la Figura 15 se puede observar el número de individuos hembras y machos de *Ceratitis capitata* capturados en la totalidad del ensayo por los cuatro tratamientos. Resalta el tratamiento 1 y 2, siendo similares en la suma total de individuos, sin embargo, el tratamiento 1 logró capturar una mayor cantidad de hembras adultas que el resto de los tratamientos,

siendo el tratamiento 4 (levadura de torula), el que obtuvo el menor número de individuos capturados de *Ceratitis capitata*.

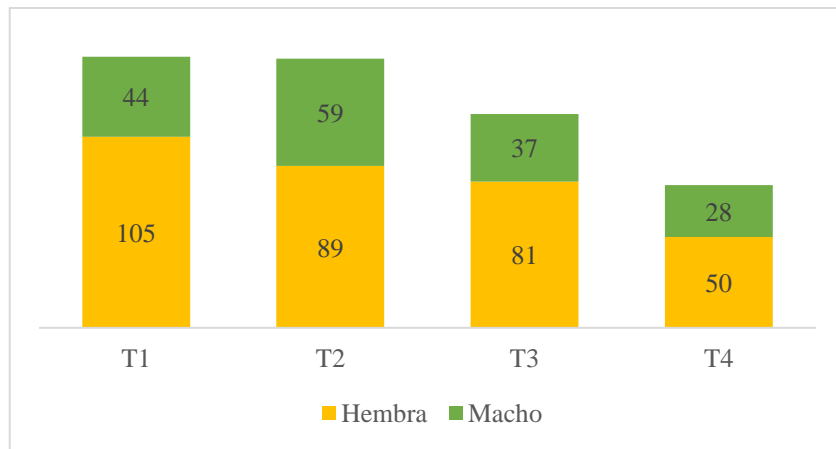


Figura 16: Número de hembras y machos de *Ceratitis capitata* capturados por tratamiento. Fuente: Farmex S.A

En el experimento se encontró también presencia importante de *Anastrepha* spp., siendo *A. fraterculus* la especie predominante. El tratamiento 1 resaltó ampliamente frente a los otros tratamientos tanto en la captura de hembras como de machos de *Anastrepha fraterculus*, obteniendo capturas de 256 individuos frente a los 55 del tratamiento 2. El tratamiento 4 obtuvo la menor cantidad de individuos de *Anastrepha fraterculus* capturados (Figura 16).

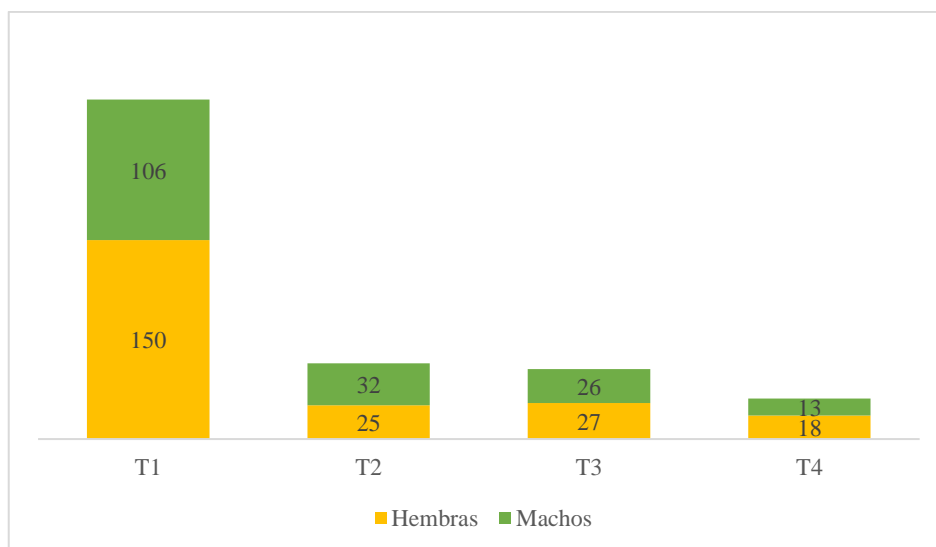


Figura 17: Número de hembras y machos de *Anastrepha fraterculus* capturados. Fuente: Farmex S.A

El análisis de estos resultados muestra que el tratamiento 1 ha mantenido intacta su capacidad atractiva sobre *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*. durante las cinco semanas de estudio, igualando o superando aún a los otros atrayentes, que fueron renovados

dos veces después de su instalación en este período. Si se considera el costo de mano de obra que significa la renovación de las botellas de captura en áreas extensas, se observa que en el experimento hubo tres instalaciones del atrayente en los tratamientos 2, 3 y 4 y solamente una instalación con la proteína de hidrólisis enzimática al 5.5 %, es decir, que la mano de obra se ha triplicado con los otros atrayentes, a lo cual hay que adicionar el costo intrínseco de los atrayentes. En la Figura 17, se aprecia el número total de individuos capturados de moscas de la fruta por cada tratamiento, destacando el tratamiento 1.

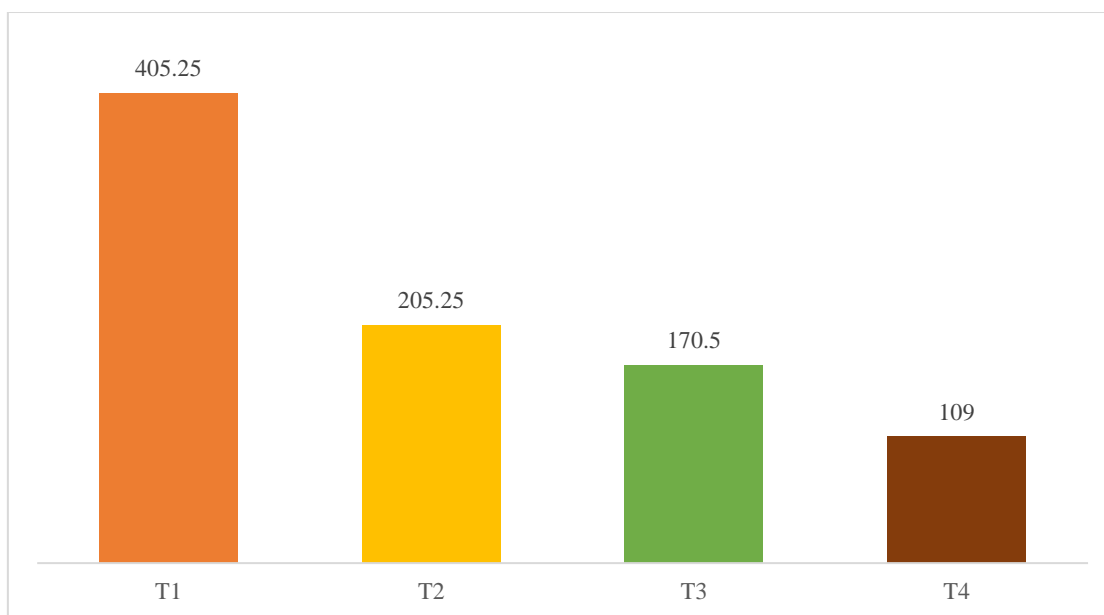


Figura 18: Número de adultos de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* capturados durante las 5 semanas del ensayo por tratamiento. Fuente: Farmex S.A

Considerando que los atrayentes que han acompañado al tratamiento 1, han sido o son utilizados para fines de monitoreo de mosca de la fruta en Perú, el resultado obtenido es satisfactorio. En ninguna evaluación la captura del tratamiento 1 ha sido menor al de los otros tratamientos, a pesar que el cambio del atrayente fue realizado cada 14 días en los tratamientos 2, 3 y 4. Lo que muestra una durabilidad de los componentes del primer tratamiento y también una lenta degradación, pues significa que después de cinco semanas en el campo, aún siguen emanándose y funcionando estos atrayentes. En la figura 18, se aprecia la fluctuación del MTD en el campo con los diferentes tratamientos, lo cual sirve como indicador para la toma de decisiones de los agricultores. La temperatura máxima durante el experimento reportada fue de 34.7°C y la humedad relativa promedio mínima y máxima fue 59 y 82%, respectivamente (Figura 19).

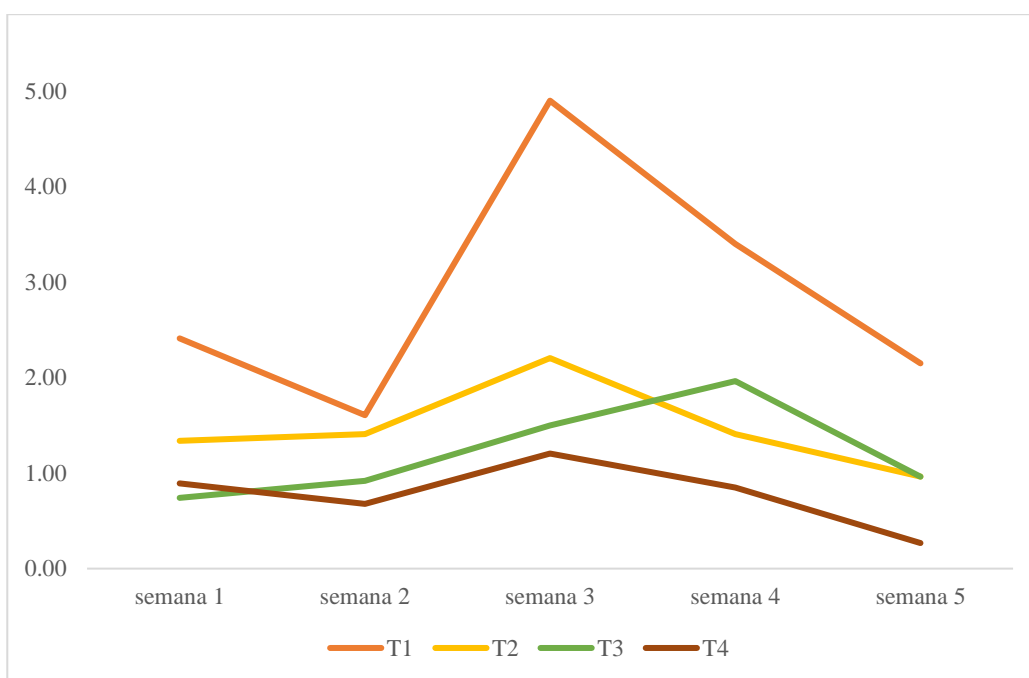


Figura 19: Fluctuación del índice MTD por tratamiento en el ensayo comparativo. Fuente: Farmex S.A

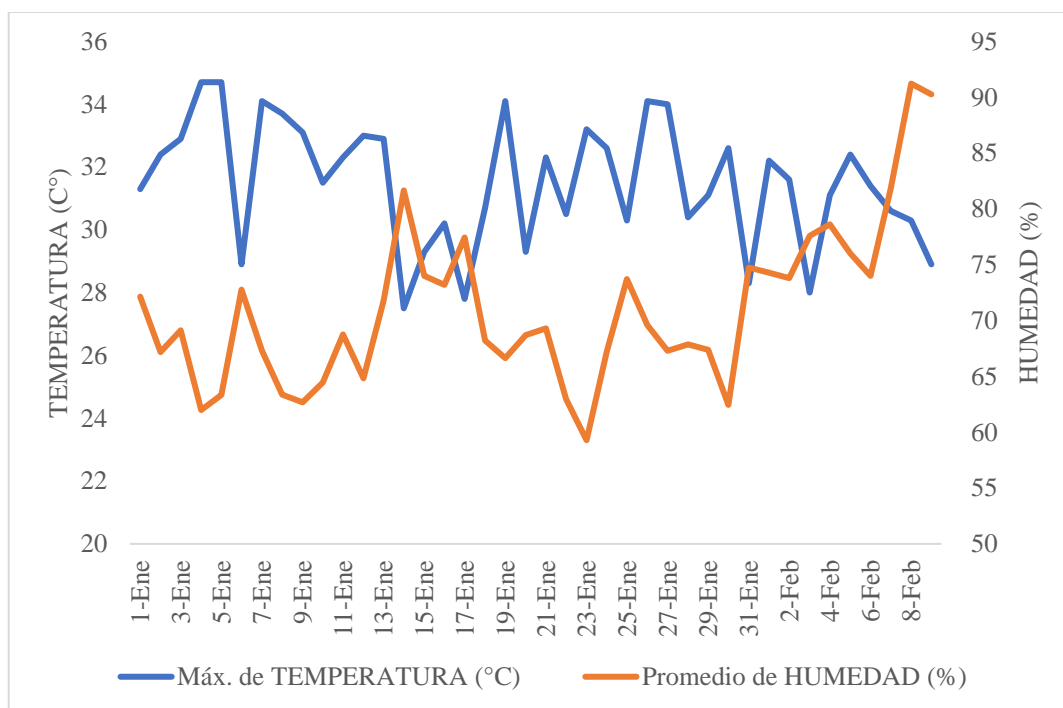


Figura 20: Temperatura máxima y humedad relativa promedio durante el experimento comparativo. Fuente: Farmex S.A

4.5.2. Ensayo de trampeo masivo (40 trampas/ha)

Datos generales

- **Objetivo:** evaluar la capacidad de control de la proteína hidrolizada 5.5% (Cera Trap) para las moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*) con una densidad de 40 trampas por hectárea.

- **Fecha de instalación:** 12 de octubre de 2019

- **Tratamiento y dosis:**

Proteína hidrolizada por enzimas 5.5%

Número de trampas: 40 trampas/ha

Cada trampa consistió en una botella PET de 1.5 L con 500 ml del producto sin diluir.

- **Tamaño de parcela:** el experimento abarcó una hectárea.

- **Momento y frecuencia de aplicación:** etapa de floración y se realizó una sola instalación con un recebo al día 63 y al día 98.

- **Forma de aplicación o instalación:** se colocaron 40 trampas por hectárea del tratamiento correspondiente a 500 ml en trampas listas para usar (Figura 20). La distribución de las botellas fue de tal manera de realizar dos cinturones de seguridad, que consistía en instalar botellas más cercanas entre sí en las dos primeras hileras perimétricas, para contener el ingreso de moscas desde áreas externas y algo más distanciadas entre sí en la zona interna, para capturar las que han logrado traspasar el perímetro externo.



Figura 21: Trampa lista para usar

- **Metodología y frecuencia de evaluación:** se eligieron 15 trampas para ser evaluadas durante el ensayo. Se utilizó un colador manual y una jarra para poder recuperar los individuos capturados y retornar el líquido atrayente a las trampas. Las botellas para evaluación fueron elegidas de forma organizada de tal modo que representaron las zonas periféricas y la zona interna del experimento. Estas botellas fueron marcadas y siempre fueron las mismas que se evaluaron semanalmente. Se colectaron los individuos en envases con 150 ml de alcohol etílico al 70% como preservante para ser llevadas para su identificación y conteo a un laboratorio de identificación para evitar el conflicto de intereses. Las evaluaciones se realizaron cada 7 días hasta las 23 semanas (161 días) que duró el experimento. Asimismo, se hizo el muestreo de frutos caídos y de planta cada dos semanas para registrar la presencia de larvas de mosca de la fruta.

Resultados:

La captura de *Ceratitis capitata* fue predominante durante el periodo de evaluación (161 días). El MTD se mantuvo en 0 en los primeros 21 días del experimento, lo cual puede estar relacionado con la etapa fenológica del cultivo (floración), momento en el cual no es susceptible al ataque de las moscas de la fruta. El 4 de enero se reporta por primera vez un MTD mayor al límite de referencia (0.5) que decae en las siguientes semanas (Figura 21). La captura de *Anastrepha fraterculus* fue menor comparada con la campaña anterior, reportándose en 7 semanas de las 23 evaluadas. Se halló una elevada captura de moscas de la fruta, sin embargo, no se encontraron daños en los frutos muestreados durante el experimento. Se puede inferir que la captura masiva de moscas de la fruta, junto con la labor de recojo y entierro de frutos y las aplicaciones químicas oportunas, rompieron el ciclo biológico de la plaga a pesar de su alta dispersión en campo.

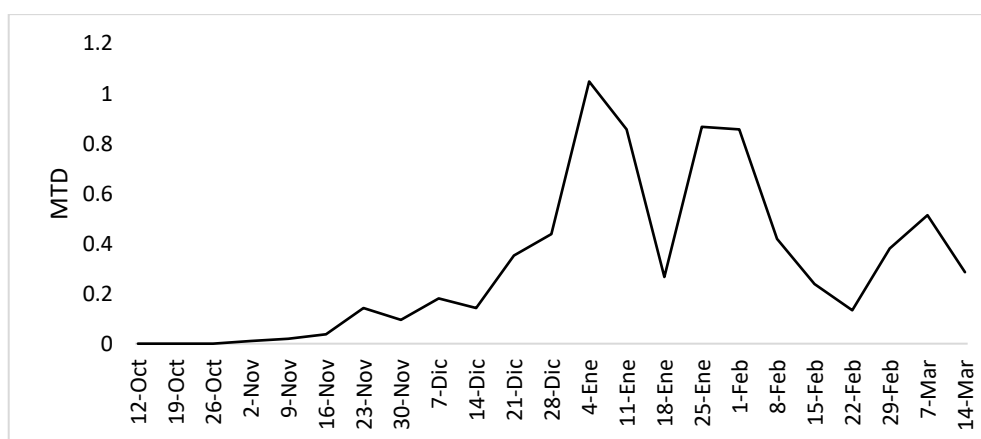


Figura 22: Fluctuación de índice MTD en ensayo de trampeo masivo (40 trampas/ha)

4.5.3. Ensayo de trampeo masivo (60 trampas/ha)

Datos generales

- **Objetivo:** evaluar la capacidad de control de la proteína hidrolizada 5.5% (Cera Trap) para las moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*) con una densidad de 60 trampas por hectárea.

- **Fecha de instalación:** 12 de octubre de 2019

- **Tratamientos y dosis:**

Proteína hidrolizada por enzimas 5.5%:

Número de trampas: 60 trampas/ha

Cada trampa consistió en una botella PET de 1.5 L con 500 ml del producto sin diluir.

- **Tamaño de parcela:** el experimento abarcó una hectárea.

- **Momento y frecuencia de aplicación:** etapa de floración y se realizó una sola instalación con un recebo al día 63 y al día 98.

- **Forma de aplicación o instalación:** se colocaron 60 trampas por hectárea del tratamiento. La distribución de las botellas fue de tal manera de realizar dos cinturones de seguridad, que consistía en instalar botellas más cercanas entre sí en las dos primeras hileras perimétricas, para contener el ingreso de moscas desde áreas externas y algo más distanciadas entre sí en la zona interna, para capturar las que han logrado traspasar el perímetro externo.

- **Metodología y frecuencia de evaluación:** se eligieron 15 trampas para ser evaluadas durante el ensayo. Se utilizó un colador manual y una jarra para poder recuperar los individuos capturados y retornar el líquido atrayente. Las botellas para evaluación fueron elegidas de forma organizada de tal modo que representaron las zonas perimétricas y la zona interna del experimento. Estas botellas fueron marcadas y siempre fueron las mismas que se evaluaron semanalmente. Se colectaron los individuos en envases con 150 ml de alcohol etílico al 70% como preservante para ser llevadas a su identificación y conteo por medio de un servicio tercero para evitar el conflicto de intereses. Las evaluaciones se realizaron cada 7 días hasta las 23 semanas (161 días) que duró el experimento. Asimismo, se hizo el

muestreo de frutos caídos y de planta cada dos semanas para registrar la presencia de larvas de mosca de la fruta.

Resultados:

La captura de *Ceratitis capitata* fue predominante durante el periodo de evaluación (161 días). El MTD se mantuvo en 0 en los primeros 21 días del experimento, lo cual puede estar relacionado con la etapa fenológica del cultivo (floración), momento en el cual no es susceptible al ataque de las moscas de la fruta. El 4 de enero se reporta por primera vez un MTD mayor al límite de referencia (0.5) que se mantuvo durante 28 días (Figura 22) coincidiendo con la etapa de plena fructificación del mango y fase de postcosecha de cultivos colindantes. La captura de *Anastrepha fraterculus* fue menor comparada con la campaña anterior, reportándose en 7 semanas de las 23 evaluadas.

Se halló una elevada captura de moscas de la fruta, sin embargo, no se encontraron daños por moscas de la fruta en los frutos muestreados durante el experimento. Se puede inferir que la captura masiva de moscas de la fruta, junto con la labor de recojo y entierro de frutos y las aplicaciones químicas oportunas, rompieron el ciclo biológico de la plaga a pesar de su alta dispersión en campo.

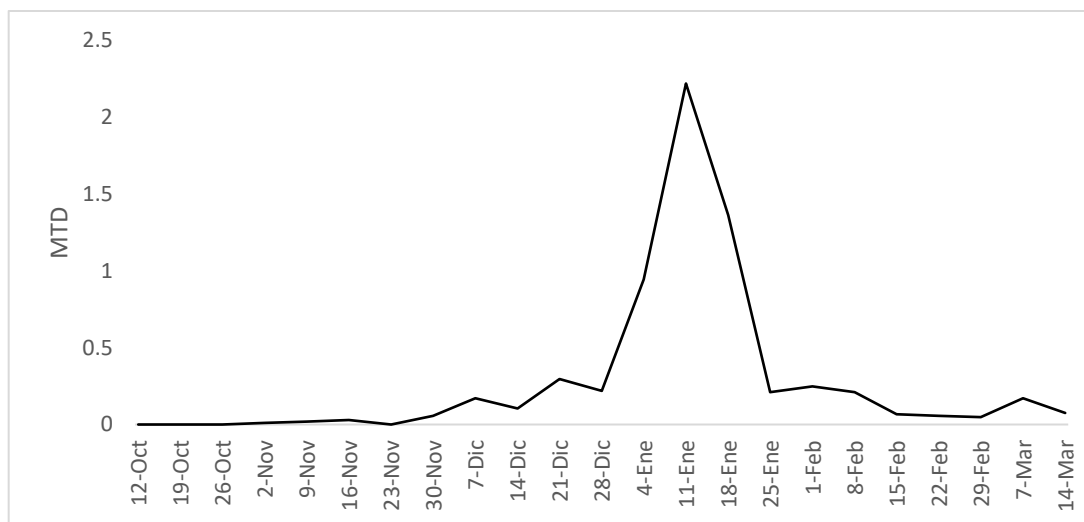


Figura 23: Fluctuación de índice MTD en ensayo de trampeo masivo (60 trampas/ha)

4.5.4. Ensayo de trampeo masivo (80 trampas/ha)

Datos generales

- **Objetivo:** evaluar la capacidad de control de la proteína hidrolizada 5.5% (Cera Trap) para las moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*) con una densidad de 80 trampas por hectárea.

- **Fecha de instalación:** 12 de octubre de 2019

- **Tratamientos y dosis:**

Proteína hidrolizada por enzimas 5.5%

Número de trampas: 80 trampas/ha

Cada trampa consistió en una botella PET de 1.5 L con 500 ml del producto sin diluir.

- **Tamaño de parcela:** el experimento abarcó una hectárea.

- **Momento y frecuencia de aplicación:** etapa de floración y se realizó una sola instalación con un recebo al día 63 y al día 98.

- **Forma de aplicación o instalación:** se colocaron 80 trampas por hectárea del tratamiento. La distribución de las botellas fue de tal manera de realizar dos cinturones de seguridad, que consistía en instalar botellas más cercanas entre sí en las dos primeras hileras perimétricas, para contener el ingreso de moscas desde áreas externas y algo más distanciadas entre sí en la zona interna, para capturar las que han logrado traspasar el perímetro externo.

- **Metodología y frecuencia de evaluación:** se eligieron 20 trampas para ser evaluadas durante el ensayo. Se utilizó un colador manual y una jarra para poder recuperar los individuos capturados y retornar el líquido atrayente. Las botellas para evaluación fueron elegidas de forma organizada de tal modo que representaron las zonas perimétricas y la zona interna del experimento. Estas botellas fueron marcadas y siempre fueron las mismas que se evaluaron semanalmente. Se colectaron los individuos en envases con 150 ml de alcohol etílico al 70% como preservante para ser llevadas a su identificación y conteo por medio de un servicio tercero para evitar el conflicto de intereses. Las evaluaciones se realizaron cada 7 días hasta las 23 semanas (161 días) que duró el experimento. Asimismo, se hizo el

muestreo de frutos caídos y de planta cada dos semanas para registrar la presencia de larvas de mosca de la fruta.

Resultados

La captura de *Ceratitis capitata* fue predominante durante el periodo de evaluación (161 días). El MTD se mantuvo por debajo del 0.5 hasta el 4 de enero, donde alcanzó las 2,11 moscas por trampa por día. El MTD elevado se mantuvo durante 35 días (Figura 22) coincidiendo con la etapa de plena fructificación del mango y fase de poscosecha de cultivos colindantes. La captura de *Anastrepha fraterculus* fue menor comparada con la campaña anterior, reportándose en 15 semanas de las 23 evaluadas.

Se halló una elevada captura de moscas de la fruta, sin embargo, no se encontraron daños por moscas de la fruta en los frutos muestreados durante el experimento. Se puede inferir que la captura masiva de moscas de la fruta, junto con la labor de recojo y entierro de frutos y las aplicaciones químicas oportunas, rompieron el ciclo biológico de la plaga a pesar de su alta dispersión en campo.

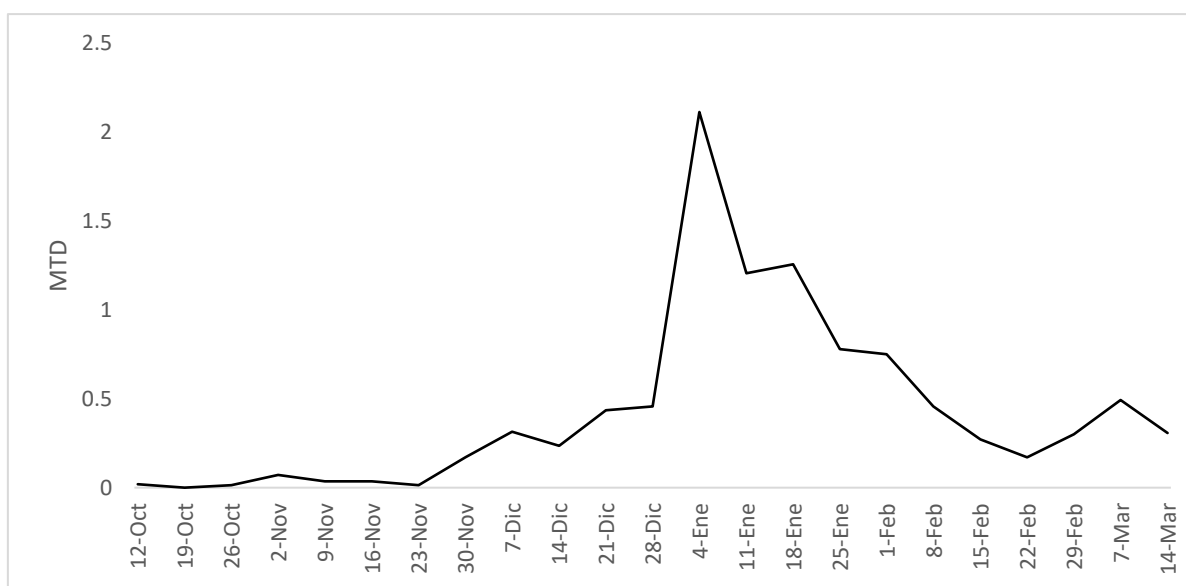


Figura 24: Fluctuación de índice MTD en ensayo de trampeo masivo (80 trampas/ha)

Si comparamos los ensayos, la captura total de moscas medida en MTD ha sido mayor con la densidad de 80 trampas/Ha, 0.43, que fue significativamente superior a la densidad de 60 trampas/Ha, con 0.28 de MTD. Sin embargo, en término medio, sin diferencia con ambos tratamientos ha quedado la densidad de 40 trampas/Ha, con MTD de 0.35. Esto puede explicarse por la ubicación de las parcelas experimentales pues el ensayo de 60 trampas/ha limitaba por su lado sur con el ensayo de 40 trampas/Ha y por el lado este con el ensayo de 80 trampas/Ha y esto puede haber reducido la densidad de moscas que ingresaban al sector de las 60 trampas/Ha.

Si apreciamos la evolución del MTD a través de las evaluaciones vemos que la captura del tratamiento 80 trampas/Ha y 60 trampas/Ha han ido casi paralelas durante el período de mayor densidad (semana 12 a la 16), estando algo distantes del tratamiento 40 trampas/ha. También se aprecia que el intervalo de tiempo en que se ha sobrepasado el MTD máximo permitido por SENASA (0.5), fue entre las evaluaciones 12 y 18. En este intervalo han sido tomadas medidas adicionales que han contribuido al control, como el recojo de fruto con mayor frecuencia y la aplicación de cebos tóxicos, aunque se considera que pudo evitarse la aplicación excesiva de químicos, debido al buen control que mostraron los ensayos de trampeo masivo. Durante el ensayo se reportó la temperatura máxima en marzo (37.7°C), asimismo, la humedad relativa promedio fluctuó entre 65 y 71%, lo cual pudo haber afectado a la durabilidad del atrayente en campo que requirió de dos servicios durante el ensayo.

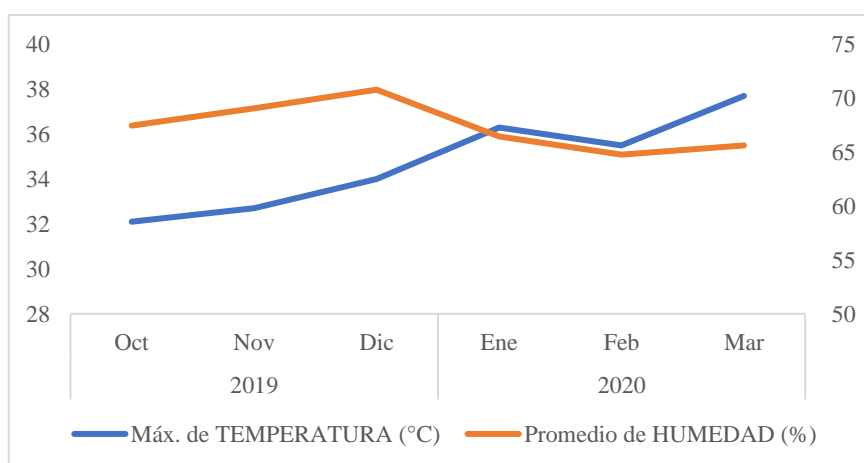


Figura 25: Temperatura máxima y humedad relativa promedio durante los ensayos de trampeo masivo

4.6. Actividades post- ensayo

Al finalizar los ensayos se procesan los datos y se lleva a un formato amigable para su divulgación dentro y fuera de la empresa. La información obtenida durante los experimentos sirve como base para tomar la decisión de comercialización del producto o incluso como parte de la estrategia de posicionamiento de la marca, asimismo, se proceden a realizar experimentos para su validación en otros cultivos de importancia agrícola a nivel nacional que se vean afectados por la plaga.

Moscas de la fruta

Ceratitis capitata
Alas anchas y manchadas con tres franjas anaranjadas

Anastrepha spp.
Alas transparentes con manchas en forma de 5 y V invertido

Trampa Cera Trap

Ubicación en el árbol
COLLOCAR LA TRAMPA AL LADO SURESTE

Captura de la mosca

Frutos sanos

Ciclo biológico de la mosca de la fruta

Beneficios:

1. Atrae selectivamente moscas de la fruta *Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp.
2. Libera el atrayente en forma continua y es eficaz por largo tiempo (3 a 4 meses)
3. De fácil manejo, no requiere cebado.
4. Solución 100% ECOLÓGICA (sin insecticidas).
5. Cera Trap atrae preferentemente moscas hembras y jóvenes, cortando el ciclo de desarrollo de la plaga.

Dosis
Utilizar 500 ml de Cera Trap por trampa.

ECOCERT

Figura 26. Material de divulgación sobre atrayente alimenticio

Siguiendo la metodología descrita con la proteína hidrolizada por enzimas al 5.5%, también se realizaron ensayos en otros cultivos y zonas de producción como: vid en Piura, Lambayeque y La Libertad; cítricos en La Libertad, Lima y Huánuco; y mango en Piura, Lambayeque, Ancash y Lima. Gracias a estos ensayos se logró validar el prototipo de trampa lista para usar y colocar en campo, siendo compatible con los cultivos afectados por moscas de la fruta.



Figura 27. Zonas de validación del producto atrayente alimenticio

Con la experiencia adquirida en las visitas y pruebas de campo, se pudo obtener conocimiento valioso sobre el control etológico de la mosca de la fruta y el manejo integral necesario para reducir al mínimo el daño de la plaga. Se pudo identificar la predominancia de *Ceratitis capitata* en la zona de estudio sobre *Anastrepha* spp., lo cual puede deberse a la agresividad de la primera para atacar diferentes especies frutales, así como tener la capacidad para producir hasta 12 generaciones al año y su alta dispersión por el campo, pudiendo habitar entre cultivos colindantes antes de atacar al cultivo principal. Asimismo, la mosca de la fruta también es capaz de atacar “manguillos” caídos en suelo, por lo que el recojo y entierro de frutos sigue siendo una de las actividades esenciales para el control de esta plaga.

Igualmente es necesario realizar la propuesta económica de acuerdo a los métodos de instalación de trampas descritos:

Objetivo	Costo por Litro*	Trampas (0.5 L/trampa)	Litros totales	Costo total	Días Control	Costo/días control
Monitoreo	S/ 32	5	2.5	S/ 80	90	S/0.89
Trampeo masivo	S/ 32	60	30	S/ 1,920	90	S/21.33

* Costo aproximado

De acuerdo a información recogida, muchos de los agricultores han optado por iniciar la campaña de mango con un número relativamente bajo de trampas por hectárea con objetivos

de monitoreo, sin embargo, al ir acercándose a la etapa de fructificación, van colocando una mayor densidad de trampas en lotes donde vean que puedan verse más afectados por mosca de la fruta.

Por último, la política de la empresa valora la importancia de los vínculos con el productor, brindando apoyo y asesoría constante, mediante la realización de charlas de capacitación y exposición sobre las nuevas alternativas y herramientas para el control de mosca de la fruta dentro de un programa de manejo integrado. Los eventos se realizan en coordinación con las asociaciones de productores, en algunas ocasiones con SENASA e incluso son charlas personalizadas a evaluadores de fundos agrícolas (a solicitud de las agroindustrias).



Figura 28: Capacitación a productores de frutales

V. CONCLUSIONES

1. Los ensayos de validación permitieron conocer la capacidad de atracción del atrayente alimenticio a base de proteína hidrolizada al 5.5% en el cultivo de mango bajo las condiciones de Motupe, Lambayeque.
2. El producto validado (Cera Trap), mostró superioridad respecto a los otros tratamientos en: mayor captura de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*, mayor duración y reduciendo el recebado, incluso hasta 35 días después de su instalación.
3. El ensayo de trampeo masivo con 40 trampas por hectárea reportó un MTD mayor a 0.5 durante 5 semanas entre enero y febrero de 2020. En el caso del ensayo con 60 trampas por hectárea, el MTD mayor a 0.5 se presentó durante 4 semanas en enero de 2020. Por último, en el ensayo de 80 trampas por hectárea, el MTD mayor a 0.5 se presentó durante 5 semanas entre enero y febrero de 2020. El agricultor realizó otras medidas complementarias como el recojo y entierro de frutos y aplicaciones de cebos tóxicos, por lo que no se encontró daño en frutos.
4. La metodología desarrollada para la validación de Cera Trap permitió diseñar una presentación de fácil colocación en cultivos frutícolas.
5. La información técnica desarrollada sirvió para la transferencia tecnológica a productores frutícolas, para lograr un control eficiente de la plaga.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para la ejecución de ensayos de validación se debe realizar una prospección del campo, así como la coordinación oportuna con los encargados en pro del buen desempeño del experimento.
2. Los productores de mango deben aplicar estrategias de manejo integrado para reducir las poblaciones de mosca de la fruta antes y durante el estado susceptible del fruto (crecimiento y cambio de color de fruto), la actividad principal es el recojo y entierro de frutos al cual puede añadirse otras técnicas como las expuestas en el presente trabajo.
3. Se recomienda la instalación de las trampas de monitoreo al menos un mes antes del momento susceptible del cultivo o en caso contrario, se recomienda monitorear todo el año, para contar con un registro histórico de la fluctuación poblacional de la mosca de la fruta en la parcela.
4. Se recomienda la instalación de un promedio de 40 trampas/ha para el trampeo masivo en campos de mango var. Kent en Motupe para romper el ciclo biológico de la plaga (captura masiva de hembras) evitando el establecimiento de la mosca de la fruta dentro del cultivo, por consiguiente, reducir las infestaciones.
5. Replicar las metodologías expuestas en otros cultivos y zonas agroecológicas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aluja, M. y Martínez, I. (1984). *Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta*. Dirección General de Sanidad Agraria.
- APEM. (s/f). *Manual de manejo agronómico de plantaciones del mango peruano*.
- Basso, A. (2003). *Caracterización genética de los componentes del “complejo Anastrepha fraterculus” (Anastrepha spp. DIPTERA: Tephritidae, Trypetinae) (Wiedemann) mediante análisis de la variabilidad cromosómica*. [Tesis de Posgrado, Universidad de Buenos Aires]. Biblioteca Digital - Universidad de Buenos Aires. (pp. 30).
- Comisión Nacional de Fruticultura (1996). *Cultivo del mango*. Boletín Técnico N°4.
- Epsky, N., Kendra, P., y Schnell, E. (2014). Historia y Desarrollo de Atrayentes a Base de Alimentos. En T. Shelly, N, Epsky, E.Jang, J.Reyes-Flores y R. Vargas (Eds.), *Trampero y Detección, Control, y Regulación de Moscas de la Frutas Tefritidos* (pp. 75–118).
- Fundación de Desarrollo Agropecuario INC. (1992). *Cultivo de Mango*. Boletín Técnico N°16. P. Peña (Ed.).
- Galindo, F. y Guzmán, Q. (2020). *Requisitos a superar de la Normativa Restrictiva de la Unión Europea con respecto a la mosca de la fruta, impuesta a los agroexportadores de mangos desde el 2019*. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico - Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Hernández, F. (2016). *Etapas de la Erradicación y Manejo Integrado de la Mosca de la Fruta (Ceratitis capitata Wied) en la región Ica*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Hernández, R. (2014). *Manual Técnico para la Identificación de Moscas de la Fruta*. SAGARPA.

- Jiron, L. F. (1990). *Las moscas de las frutas y otros insectos asociados con el mango en Costa Rica*. Universidad de Costa Rica.
- Lopez-Muñoz, L., Lopez-Buenfil, J. A., Hernandez, E. A., Santiago-Martinez, G., Gutierrez-Ruelas, J. M., y Hernandez-Livera, R. A. (2010). *Guía de campo para el reconocimiento de moscas de la fruta del género Anastrepha*. SAGARPA. [https://nucleus.iaea.org/sites/naipc/twd/Manuals and Guidelines/Guia de campo para el reconocimiento de moscas de la fruta del g?nero Anastrepha.pdf](https://nucleus.iaea.org/sites/naipc/twd/Manuals%20and%20Guidelines/Guia%20de%20campo%20para%20el%20reconocimiento%20de%20moscas%20de%20la%20fruta%20del%20g%3Fnero%20Anastrepha.pdf)
- Mango.Org. (s/f). *Variedades y disponibilidad de mango*. <https://www.mango.org/es/mango-variedades/>
- Minaya, A. (1999). *El mango en el Perú y sus vínculos con el mercado internacional*. Centro Regional Andino - Agencia de Cooperación Técnica en Perú. (pp. 7–8).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2008). *NIMF 30 Establecimiento de Áreas de Prevalencia de Plagas para Moscas de la Fruta (Tephritidae)*. (pp. 12).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *NIMF 26 Establecimiento de Áreas Libres de plagas para moscas de la fruta (Tephritidae)*. (pp26).
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2010). *Ficha técnica - Ceratitis capitata*. http://www.cesavep.org/descargas/MNF/08_FichaT_Ceratitiss%20capitata.pdf
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. (2011). *Qué es el SENASA. Comunicación Programa Mosca de la Fruta*. <http://comunicacionpmf.blogspot.com/2011/09/que-es-el-senasa-el-senasa-es-un.html>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. (2012). *Detección y Control de Moscas de la Fruta*. <http://comunicacionpmf.blogspot.com/2012/03/v-behaviorurldefaultvmlo.html>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. (2014). *Biología y Comportamiento de la Mosca de la Fruta*. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/Biologia-de-la-Mosca.pdf>

- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. (2015). *Control Integrado de las Moscas de la Fruta en el Perú*.
- Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS). (s/f-a). *Sistema Integrado de Información Taxonómica - Reporte. Mangifera indica*.
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=28803#null
- Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS). (s/f-b). *Sistema Integrado de Información Taxonómica - Reporte. Anastrepha fraterculus*.
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=142620#null
- Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS). (s/f-c). *Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS) - Reporte. Ceratitis capitata*.
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=143196#null
- Universidad de Florida. (2017). *Anastrepha fraterculus. Featured creatures*.
https://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/south_american_fruit_fly.htm
- Vilatuña, J., Sandoval, D. y Tigrero, J. (2010). *Manejo y control de Moscas de la fruta*. Agencia Ecuatoriana de seguramiento de la calidad del agro.
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3522/1/L-ESPE-000802.pdf>
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3522/1/L-ESPE-000802.pdf>
- Volosky, D. (2010). *Las Moscas de las Frutas*. Programa Moscas de la Fruta (Ed.). Servicio Agrícola Ganadero.
- Wong, M. F. V. (2016). *Spinosad y proteína hidrolizada para el control de Ceratitis capitata Wiedmann en Mandarina Citrus unshiu* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2634/H10-V4748-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (pp. 20).
- Yadav, D., & Singh, S. (2017). Mango: Historia, origen y distribución. *Revista de Farmacología y Fitoquímica*. 6(6), 1257–1262.
<https://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue6/PartR/6-6-82-484.pdf>

ANEXO 2: Trampa de Cera Trap ubicado en campo de mango en floración



ANEXO 3: Moscas de la fruta capturadas en trampas de Cera Trap



ANEXO 4: Promedio de moscas de la fruta capturadas en ensayo de trapeo masivo con 40 trampas/ha

Fecha	<i>Ceratitis capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.
12/10/2019	-	-
19/10/2019	-	-
26/10/2019	-	-
2/11/2019	0.07	-
9/11/2019	0.13	-
16/11/2019	0.27	-
23/11/2019	0.80	0.20
30/11/2019	0.60	0.07
7/12/2019	1.20	0.07
14/12/2019	1.00	-
21/12/2019	2.47	-
28/12/2019	3.07	-
4/01/2020	7.33	-
11/01/2020	5.93	0.07
18/01/2020	1.87	-
25/01/2020	1.47	-
1/02/2020	5.87	0.13
8/02/2020	2.93	-
15/02/2020	1.60	0.07
22/02/2020	0.80	-
29/02/2020	2.07	0.20
7/03/2020	0.47	0.04
14/03/2020	0.21	0.07

ANEXO 5: Promedio de moscas de la fruta capturadas en ensayo de trampeo masivo con 60 trampas/ha

Fecha	<i>Ceratitis capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.
12/10/2019	-	-
19/10/2019	-	-
26/10/2019	-	-
2/11/2019	0.07	-
9/11/2019	0.07	0.07
16/11/2019	0.20	-
23/11/2019	-	-
30/11/2019	0.40	-
7/12/2019	1.13	0.07
14/12/2019	0.73	-
21/12/2019	2.07	-
28/12/2019	1.53	-
4/01/2020	6.60	-
11/01/2020	15.27	0.13
18/01/2020	8.87	0.40
25/01/2020	1.47	-
1/02/2020	1.73	-
8/02/2020	1.40	-
15/02/2020	0.47	-
22/02/2020	0.27	0.07
29/02/2020	0.36	-
07/03/2020	0.13	0.04
14/03/2020	0.07	0.01

ANEXO 6: Promedio de moscas de la fruta capturadas en ensayo de trapeo masivo con 80 trampas/ha

Fecha	<i>Ceratitis capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.
12/10/2019	-	0.13
19/10/2019	-	-
26/10/2019	-	0.10
2/11/2019	0.10	0.40
9/11/2019	0.15	0.10
16/11/2019	0.10	0.15
23/11/2019	0.18	-
30/11/2019	1.10	0.10
7/12/2019	2.10	0.10
14/12/2019	1.65	-
21/12/2019	2.90	-
28/12/2019	3.05	-
4/01/2020	14.65	0.10
11/01/2020	8.35	0.10
18/01/2020	8.87	0.05
25/01/2020	5.45	-
1/02/2020	5.25	-
8/02/2020	3.20	-
15/02/2020	1.95	0.05
22/02/2020	1.21	0.05
29/02/2020	3.11	0.05
07/03/2020	0.63	0.03
14/03/2020	0.35	0.06

ANEXO 7: Frutos muestreados para evaluar daño por larva de mosca de la fruta en ensayo de 40 trampas/ha

Fecha de colecta	N° frutos muestreados	Larvas
26 de octubre de 2019	40	0
9 de noviembre de 2019	40	0
23 de noviembre de 2019	40	0
7 de diciembre de 2019	40	0
21 de diciembre de 2019	50	0
4 de enero de 2020	50	0
18 de enero de 2020	50	0
1 de febrero de 2020	50	0
15 de febrero de 2020	50	0
29 de febrero de 2020	80	0
14 de marzo de 2020	80	0

ANEXO 8: Frutos muestreados para evaluar daño por larva de mosca de la fruta en ensayo de 60 trampas/ha

Fecha de colecta	N° frutos muestreados	Larvas
26 de octubre de 2019	40	0
9 de noviembre de 2019	40	0
23 de noviembre de 2019	40	0
7 de diciembre de 2019	40	0
21 de diciembre de 2019	50	0
4 de enero de 2020	50	0
18 de enero de 2020	50	0
1 de febrero de 2020	50	0
15 de febrero de 2020	50	0
29 de febrero de 2020	80	0
14 de marzo de 2020	80	0

ANEXO 9: Frutos muestreados para evaluar daño por larva de mosca de la fruta en ensayo de 80 trampas/ha

Fecha de colecta	N° frutos muestreados	Larvas
26 de octubre de 2019	40	0
9 de noviembre de 2019	40	0
23 de noviembre de 2019	40	0
7 de diciembre de 2019	40	0
21 de diciembre de 2019	50	0
4 de enero de 2020	50	0
18 de enero de 2020	50	0
1 de febrero de 2020	50	0
15 de febrero de 2020	50	0
29 de febrero de 2020	80	0
14 de marzo de 2020	80	0

ANEXO 10: Registro de temperatura máxima y humedad relativa promedio en Motupe durante los meses de enero y febrero de 2019

Fecha	Temperatura Máxima (C°)	Promedio de Humedad (%)
1/01/2019	31.3	72
2/01/2019	32.4	67
3/01/2019	32.9	69
4/01/2019	34.7	62
5/01/2019	34.7	63
6/01/2019	28.9	73
7/01/2019	34.1	67
8/01/2019	33.7	63
9/01/2019	33.1	63
10/01/2019	31.5	64
11/01/2019	32.3	69
12/01/2019	33	65
13/01/2019	32.9	72
14/01/2019	27.5	82
15/01/2019	29.3	74
16/01/2019	30.2	73
17/01/2019	27.8	77
18/01/2019	30.7	68
19/01/2019	34.1	67
20/01/2019	29.3	69
21/01/2019	32.3	69
22/01/2019	30.5	63
23/01/2019	33.2	59
24/01/2019	32.6	67
25/01/2019	30.3	74
26/01/2019	34.1	70
27/01/2019	34	67
28/01/2019	30.4	68
29/01/2019	31.1	67
30/01/2019	32.6	62

Fecha	Temperatura Máxima (C°)	Promedio de Humedad (%)
31/01/2019	28.3	75
1/02/2019	32.2	74
2/02/2019	31.6	74
3/02/2019	28	78
4/02/2019	31.1	79
5/02/2019	32.4	76
6/02/2019	31.4	74
7/02/2019	30.6	82
8/02/2019	30.3	91
9/02/2019	28.9	90

ANEXO 11: Registro de temperatura máxima y humedad relativa promedio en Motupe durante los meses de octubre de 2019 y marzo de 2020

Fecha	Temperatura Máxima (C°)	Promedio de Humedad (%)
1/10/2019	25	72
2/10/2019	29.9	71
3/10/2019	27.1	71
4/10/2019	28.5	71
5/10/2019	27.6	68
6/10/2019	29.4	64
7/10/2019	28.7	69
8/10/2019	28.6	68
9/10/2019	30.6	68
10/10/2019	29.9	70
11/10/2019	29.9	70
12/10/2019	30.3	69
13/10/2019	30.8	68
14/10/2019	30.7	62
15/10/2019	32.1	65
16/10/2019	30.5	73
17/10/2019	29	75
18/10/2019	27	72
19/10/2019	31.3	65
20/10/2019	29.6	69
21/10/2019	30.8	65
22/10/2019	29.2	66
23/10/2019	29.7	65
24/10/2019	30.2	68
25/10/2019	30.2	69
26/10/2019	31.1	63
27/10/2019	32	61
28/10/2019	30	62
29/10/2019	29.7	67
30/10/2019	31.5	63

Fecha	Temperatura Máxima (C°)	Promedio de Humedad (%)
31/10/2019	31.7	63
1/11/2019	32.4	64
2/11/2019	31.8	66
3/11/2019	24.9	77
4/11/2019	28.7	69
5/11/2019	31.4	64
6/11/2019	31.9	65
7/11/2019	31.5	68
8/11/2019	32.1	66
9/11/2019	31.7	64
10/11/2019	27.8	69
11/11/2019	32.4	67
12/11/2019	29.3	71
13/11/2019	30.7	67
14/11/2019	30.4	67
15/11/2019	31.3	70
16/11/2019	27.9	72
17/11/2019	28.6	73
18/11/2019	28.4	69
19/11/2019	26.7	74
20/11/2019	30.9	68
21/11/2019	31.1	69
22/11/2019	28.5	70
23/11/2019	27.1	75
24/11/2019	29.5	69
25/11/2019	27.2	74
26/11/2019	26.9	72
27/11/2019	32.7	67
28/11/2019	32.6	66
29/11/2019	31.4	70
30/11/2019	28.9	71
1/12/2019	30.1	75

Fecha	Temperatura Máxima (C°)	Promedio de Humedad (%)
2/12/2019	31.4	66
3/12/2019	32.4	68
4/12/2019	30.6	65
5/12/2019	30	77
6/12/2019	30.3	72
7/12/2019	32.1	67
8/12/2019	31.8	67
9/12/2019	30.2	69
10/12/2019	29.9	71
11/12/2019	27.2	73
12/12/2019	28.9	68
13/12/2019	32.3	65
14/12/2019	29.2	71
15/12/2019	30.7	71
16/12/2019	30.3	70
17/12/2019	30.3	68
18/12/2019	28.9	75
19/12/2019	30.2	77
20/12/2019	28.3	71
21/12/2019	31.2	68
22/12/2019	34	65
23/12/2019	32.7	66
24/12/2019	31.7	68
25/12/2019	31.9	69
26/12/2019	33.2	65
27/12/2019	33.4	65
28/12/2019	31	74
29/12/2019	30.3	81
30/12/2019	24.6	96
31/12/2019	31.2	76
1/01/2020	32.4	67
2/01/2020	29.6	64

Fecha	Temperatura Máxima (C°)	Promedio de Humedad (%)
3/01/2020	31.9	64
4/01/2020	33.4	66
5/01/2020	35.5	64
6/01/2020	32.7	67
7/01/2020	31.5	68
8/01/2020	31.5	66
9/01/2020	34.1	62
10/01/2020	34.1	63
11/01/2020	33.3	70
12/01/2020	33.7	64
13/01/2020	34.5	62
14/01/2020	32.6	64
15/01/2020	32.5	60
16/01/2020	33.4	63
17/01/2020	34.9	65
18/01/2020	33.3	63
19/01/2020	34.5	61
20/01/2020	36.3	62
21/01/2020	33.1	63
22/01/2020	29.9	74
23/01/2020	29.8	64
24/01/2020	34.9	60
25/01/2020	33.6	65
26/01/2020	27.4	94
27/01/2020	31.7	82
28/01/2020	33.1	67
29/01/2020	33.8	66
30/01/2020	33.7	70
31/01/2020	32.3	71
1/02/2020	32.2	64
2/02/2020	30.9	67
3/02/2020	33.8	64

Fecha	Temperatura Máxima (C°)	Promedio de Humedad (%)
4/02/2020	34.3	61
5/02/2020	31.9	66
6/02/2020	34.5	61
7/02/2020	35.5	62
8/02/2020	33.6	66
9/02/2020	31.8	68
10/02/2020	33	63
11/02/2020	34.6	65
12/02/2020	35.2	65
13/02/2020	35.5	64
14/02/2020	35.3	63
15/02/2020	30.1	66
16/02/2020	35	59
17/02/2020	34.6	59
18/02/2020	35.3	57
19/02/2020	33.8	60
20/02/2020	34.6	60
21/02/2020	35	65
22/02/2020	34.1	60
23/02/2020	28.9	84
24/02/2020	33.6	79
25/02/2020	34.5	66
26/02/2020	35	64
27/02/2020	34.3	66
28/02/2020	33.2	63
29/02/2020	32.1	70
1/03/2020	30.8	72
2/03/2020	34	69
3/03/2020	33	70
4/03/2020	36.1	68
5/03/2020	34.5	66
6/03/2020	35.1	62

Fecha	Temperatura Máxima (C°)	Promedio de Humedad (%)
7/03/2020	33	68
8/03/2020	31.8	83
9/03/2020	32.9	71
10/03/2020	35.3	65
11/03/2020	35.5	67
12/03/2020	33.1	70
13/03/2020	34.8	69
14/03/2020	33.5	72
15/03/2020	35.1	67
16/03/2020	31.6	65
17/03/2020	33.7	63
18/03/2020	37.7	61
19/03/2020	37.2	59
20/03/2020	37.6	66
21/03/2020	35.9	63
22/03/2020	36.2	57
23/03/2020	35.4	61
24/03/2020	34.4	72
25/03/2020	33.5	67
26/03/2020	34.7	59
27/03/2020	34.9	59
28/03/2020	35.2	60
29/03/2020	32.8	62
30/03/2020	34.1	59
31/03/2020	34.9	62