

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
REPÚBLICA DEL ECUADOR**

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA LIBERACIÓN
TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA
FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN ECUADOR**

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

SECCIÓN 1. TABLA DE CONTENIDO.....	2
SECCIÓN 2. CONTROL, EXPEDICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO	3
SECCIÓN 3. INTRODUCCIÓN	3
3.1. OBJETIVO GENERAL	3
3.2. ALCANCE	3
3.3. DEFINICIONES	4
3.4. ABREVIATURAS.....	5
3.5. BASE LEGAL	5
3.6. PUNTO OFICIAL DE CONTACTO, ORGANIZACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN FITOSANITARIA DE LA REPÚBLICA DE ECUADOR.....	6
SECCIÓN 4: GENERALIDADES DE LA TÉCNICA DEL INSECTO ESTÉRIL	6
4.1. CONSIDERACIONES TÉCNICAS PREVIAS A LA LIBERACIÓN DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA	7
4.1.1. Selección de las zonas de liberación	7
4.1.2. Aplicación de medidas de manejo integrado de moscas de la fruta.....	12
4.1.3. Preparación de un programa de sensibilización y capacitación.....	13
4.1.4. Densidad de liberación inicial	13
4.2. PROCEDIMIENTOS Y RECOMENDACIONES DURANTE Y DESPUÉS DE LA LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA.....	14
4.2.1. Procedimientos durante el transporte y liberación	14
4.2.2. Recomendaciones durante el transporte y liberación	15
4.2.3. Vigilancia dentro de las áreas de liberación.....	16
4.2.4. Aplicación de medidas de manejo integrado dentro de las áreas de liberación.....	17
SECCIÓN 5. RESPONSABILIDADES	17
5.1. DE LA AGENCIA	17
5.2. DE LOS PRODUCTORES	18
SECCIÓN 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LAS ÁREAS DE LIBERACIÓN.....	18
SECCIÓN 7. LITERATURA CONSULTADA	21
SECCIÓN 8. CONTROL DE CAMBIOS	22

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

SECCIÓN 2. CONTROL, EXPEDICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO

Esta guía y sus subsiguientes revisiones son expedidas y controladas por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. El documento es distribuido a todas las localidades dentro de la República de Ecuador, donde se ejecutan las actividades y procesos descritos en el mismo. Este documento se encuentra disponible en la página web de la Agencia: www.agrocalidad.gob.ec

SECCIÓN 3. INTRODUCCIÓN

Las moscas de la fruta constituyen una plaga altamente destructiva para varias especies hortícolas y frutales, debido a que la gran mayoría tienen más de 2 generaciones al año (multivoltina), atacan a varios hospedantes, tienen habilidad de vuelo (dispersión) y capacidad de sobrevivir al clima adverso; sin contar, que las moscas de la fruta limitan el comercio internacional debido a las restricciones cuarentenarias impuestas por los países importadores para evitar el ingreso de la plaga. (V.A. Dyck, J Hendrichs and A.S. Robinson; 2005).

Por el interés económico que representa esta plaga, se han realizado varias investigaciones para su vigilancia y control. El manejo más efectivo para moscas de la fruta, resulta la integración ordenada de las medidas de manejo integrado de plagas; ya que la aplicación individual de estas medidas resultaría poco efectiva. En ese sentido, las estrategias de control para moscas de la fruta son: cultural, biológico, etológico, químico, físico y autocida (mediante la TIE, Técnica del Insecto Estéril).

La Técnica del Insecto Estéril (TIE) se basa en la liberación de grandes cantidades de machos estériles de forma continua y en áreas amplias; con la finalidad de competir por el apareamiento con individuos silvestres de una población de plagas objetivo específica y reducir su potencial reproductivo. Antes de su liberación, el biomaterial se envía desde la planta de producción de pupa, los machos emergen de la pupa, se alimentan y maduran, y luego se cargan en vehículos de entrega para su liberación aérea o terrestre. Las condiciones bajo las cuales se llevan a cabo estas actividades son tan relevantes para el éxito general de las actividades de TIE como lo es la producción de un insecto estéril de alta calidad (FAO/IAEA. 2017).

3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer los procedimientos para la liberación de machos estériles de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata*) en zonas frutícolas del Ecuador.

3.2. ALCANCE

Los procedimientos operativos que se describen en la presente Guía deben ser aplicados por los técnicos de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario de la provincia, donde se aplique la Técnica del Insecto Estéril.

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

3.3. DEFINICIONES

Para efectos del presente documento se utilizarán los términos establecidos en las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF No.5): “Glosario de Términos Fitosanitarios”, de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). Adicionalmente los siguientes términos:

Término	Significado
Cuadrante	<p>Unidad territorial establecida por la Agencia que divide en cuadrículas de 10 x 10 Km² al territorio nacional ecuatoriano.</p> <p>Las líneas de las cuadrículas tienen como referencia a la línea ecuatorial en el eje X y el Meridiano 81 en el eje Y.</p> <p>El objetivo de esta división es contribuir a planificar y ejecutar acciones de trapeo, muestreo y acciones de manejo integrado de plagas.</p>
Manejo integrado de plagas en áreas amplias	<p>Consiste en el manejo preventivo de la población plaga, mediante la aplicación sistemática de medidas de manejo integrado dentro de áreas extensas que aplicadas de forma continua año tras año, se evita la reinfestación de la plaga dentro de las áreas de interés. (Dyck, V; et al. 2005)</p>
Mosca/trampa*día	<p>Es la población relativa de una especie de moscas de la fruta en una zona y una época determinada (IAEA, 2016).</p>
Multivoltina	<p>Especies que presentan varias generaciones al año. Son especies comunes de regiones con clima subtropical y tropical (Aluja, M.1993)</p>
Relación estéril: fértil (E:F)	<p>Esta relación mide la competencia entre la población estéril y la población fértil dentro de una zona de liberación de moscas estériles.</p>
Subcuadrante	<p>Unidad territorial que forma parte de los cuadrantes tiene una dimensión de 1 Km² (100 ha); establecida para planificar y ejecutar acciones de trapeo, muestreo y acciones de manejo integrado de plagas.</p>
Técnica del Insecto Estéril	<p>Esta técnica se basa en la capacidad de criar, esterilizar y liberar insectos, sexualmente competitivos con los individuos silvestres, de manera tal que aquellas hembras silvestres que se apareen</p>

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

	solamente con un macho estéril no producirán descendencia. (Vera, M. 2016).
Zona de liberación	Es un área definida que comparte similares condiciones de clima, cultivos y manejo de la plaga donde se aplica la Técnica del Insecto Estéril. Esta ubicada dentro de uno o varios subcuadrantes.

3.4. ABREVIATURAS

CGSV	Coordinación General de Sanidad Vegetal
AMSF	Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias
TIE	Técnica del Insecto Estéril
MTD	Mosca/Trampa*Día
MTDe	Índice Mosca/Trampa*Día estéril
MTDf	Índice Mosca/Trampa*Día fértil
E:F	Relación estéril fértil

3.5. BASE LEGAL

- Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) de la Organización Mundial de Comercio (OMC).
- NIMF No. 1: Principios fitosanitarios para la protección de las plantas y la aplicación de medidas fitosanitarias en el comercio internacional (vigente).
- NIMF No. 3: Directrices para la exportación, el envío, la importación y liberación de agentes de control biológico y otros organismos benéficos (vigente)
- NIMF No. 5: Glosario de términos fitosanitarios (vigente).
- NIMF No. 6: Vigilancia (vigente)
- Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, Registro Oficial Suplemento No. 27 de 3 de julio de 2017, República de Ecuador.

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- g) Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, Registro Oficial Suplemento 91 de 29 de noviembre de 2019.
- h) Resolución No. 0397 de 11 de diciembre de 2014 con la cual se aprueba el Manual de Procedimientos para el Monitoreo de Moscas de la Fruta en el Ecuador.
- i) Resolución No.0084 de 28 de abril del 2016 con la cual se aprueba el Manual de Manejo Integrado de Moscas de la Fruta.

3.6. PUNTO OFICIAL DE CONTACTO, ORGANIZACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN FITOSANITARIA DE LA REPÚBLICA DE ECUADOR

El punto oficial de contacto en la República de Ecuador es la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario.

Todas las comunicaciones en relación con este documento, deben ser dirigidas a:
Director Ejecutivo Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario República de Ecuador.

Dirección: Av. Interoceánica Km 14 ½ y Eloy Alfaro, La Granja MAG, Tumbaco y/o Av. Eloy Alfaro N30-316 y Amazonas, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 7mo. Piso
Teléfono: 593 2 3828 860.

Correo electrónico: direccion@agrocalidad.gob.ec;
relaciones.internacionales@agrocalidad.gob.ec

SECCIÓN 4: GENERALIDADES DE LA TÉCNICA DEL INSECTO ESTÉRIL

La Técnica del Insecto Estéril (TIE) se define como un sistema donde un gran número de insectos son criados, esterilizados y liberados en grandes cantidades con la finalidad de reducir la tasa reproductiva de una población silvestre (Klassen, W., Curtis, C. 2005).

Dentro del esquema de manejo integrado de plagas en áreas amplias, el principio de la Técnica del Insecto Estéril, consiste en su uso sostenido a través del tiempo para que generación tras generación, la población de la plaga objetivo se reduzca y se logre su erradicación (Zabala, J. 2021).

Un programa de control que incluya la Técnica el Insecto Estéril (TIE), incluye 2 etapas principales: 1) cría masiva y esterilización; 2) empaque y liberación de moscas estériles (IAEA, 2017).

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

La primera etapa consiste en la cría masiva de una línea de sexado genético de una especie de mosca de la fruta (TSL 8 Viena: *Ceratitis capitata*) para su esterilización con rayos gama de cobalto-60 y Cesio-130 (Vera, M. 2016).

La segunda etapa consiste en la logística del empaque y liberación, en esta etapa es importante el desarrollo de la dieta, el método de empaque (utilizado para la emergencia de la pupa) y liberación.

Las Liberaciones terrestres, se aplican comúnmente cuando la distribución es discontinua y son áreas relativamente pequeñas o donde se requieren liberaciones adicionales para proporcionar una mayor densidad de moscas; adicionalmente, existen puntos críticos según lo indicado por el monitoreo de trampas, o donde se sabe que existe un área de alto riesgo (presencia de brotes) y necesita ser tratada con más moscas de las que se pueden liberar por vía aérea.

Para las liberaciones terrestres, se usan las cajas PARC (Plastic Adult Rearing Container), recipientes cilíndricos, y las bolsas de papel Kraft; como etapa final, la liberación de machos en áreas previamente definidas para el efecto (IAEA, 2017).

Por otra parte, previo a la aplicación de la Técnica del Insecto Estéril, es importante realizar un análisis de factibilidad de su aplicación. Al ser una técnica costosa, es necesario analizar las variables que implican el costo de su implementación (compra de pupa, desaduanización, empaque, liberación, monitoreo, identificación, y personal operativo para la ejecución de las actividades de laboratorio y campo), y el beneficio directo de su implementación en zonas frutícolas.

Adicionalmente, es importante definir el objetivo de liberación: es necesario analizar y evaluar el objetivo de la liberación; si es la erradicación, supresión, contención, o prevención.

4.1. CONSIDERACIONES TÉCNICAS PREVIAS A LA LIBERACIÓN DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA

4.1.1. Selección de las zonas de liberación

Con la finalidad de seleccionar la zona de liberación de moscas estériles, como una de las estrategias de manejo integrado, se debe realizar las siguientes actividades:

- a. Establecimiento e identificación de cuadrantes y subcuadrantes: la planificación y ejecución del trampeo, muestreo y la aplicación de medidas de manejo integrado se realizan bajo el esquema de cuadrantes, que miden 10 x 10 Km², que a su vez están divididos en 100 subcuadrantes de 1 Km².

GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN ECUADOR

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

La codificación de los cuadrantes es el resultado de la combinación de la numeración del eje X y la numeración del eje Y, que en ambos casos inicia en 1, similar al plano cartesiano.

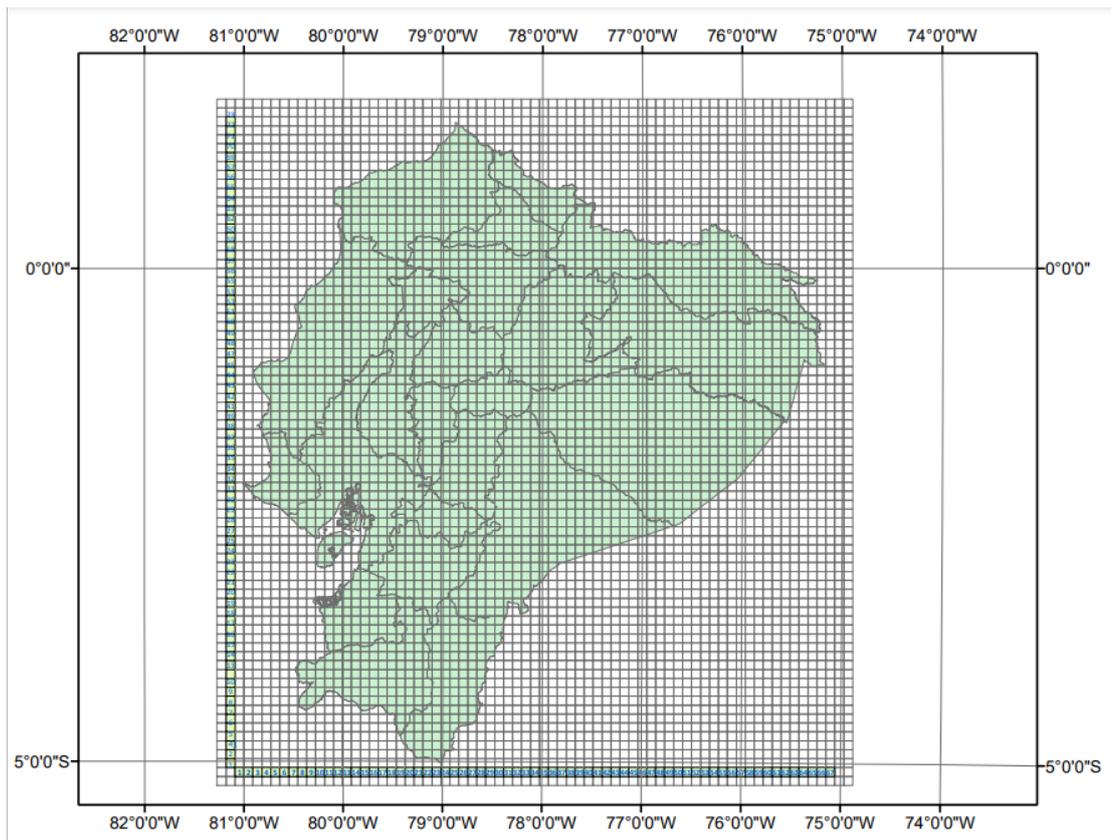


Gráfico 1. Red Nacional de Cuadrantes del Ecuador

GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN ECUADOR

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

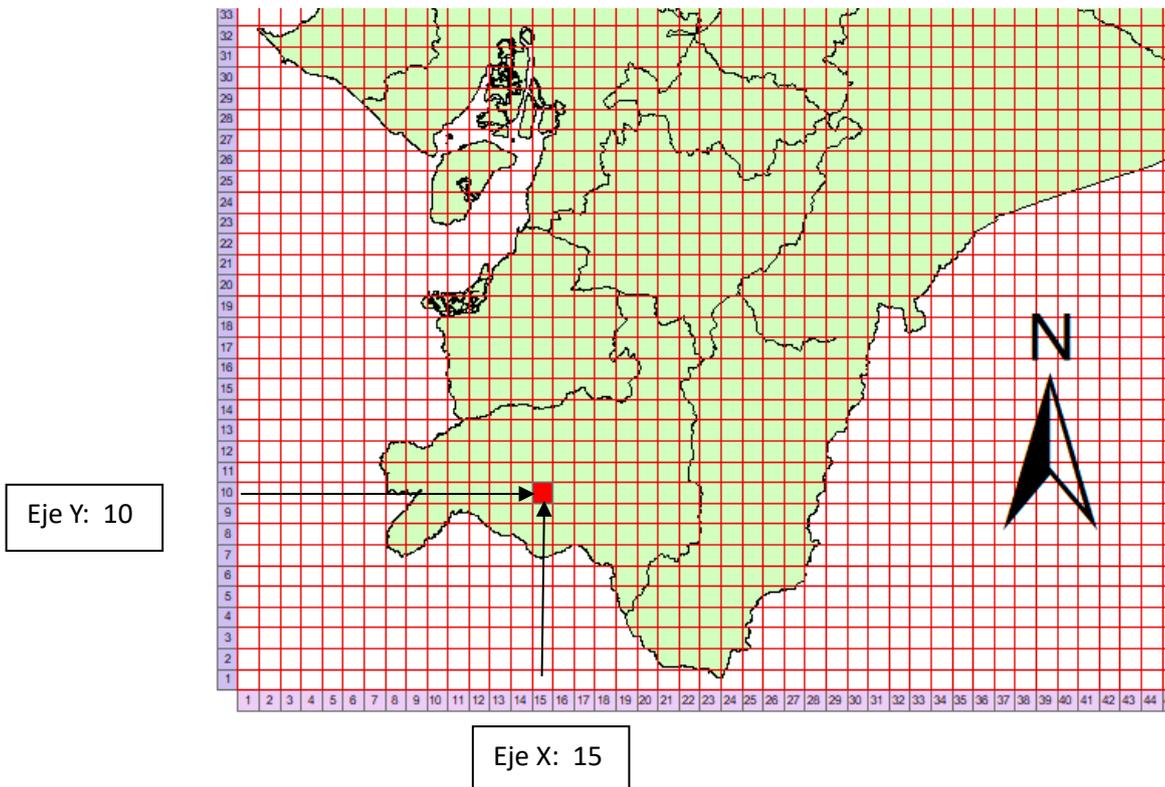


Gráfico 2. Nomenclatura de cuadrantes

Por ejemplo, la nomenclatura del cuadrante marcado de rojo es: 15_10, cuyas dimensiones son 10 x 10 Km².

GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN ECUADOR

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

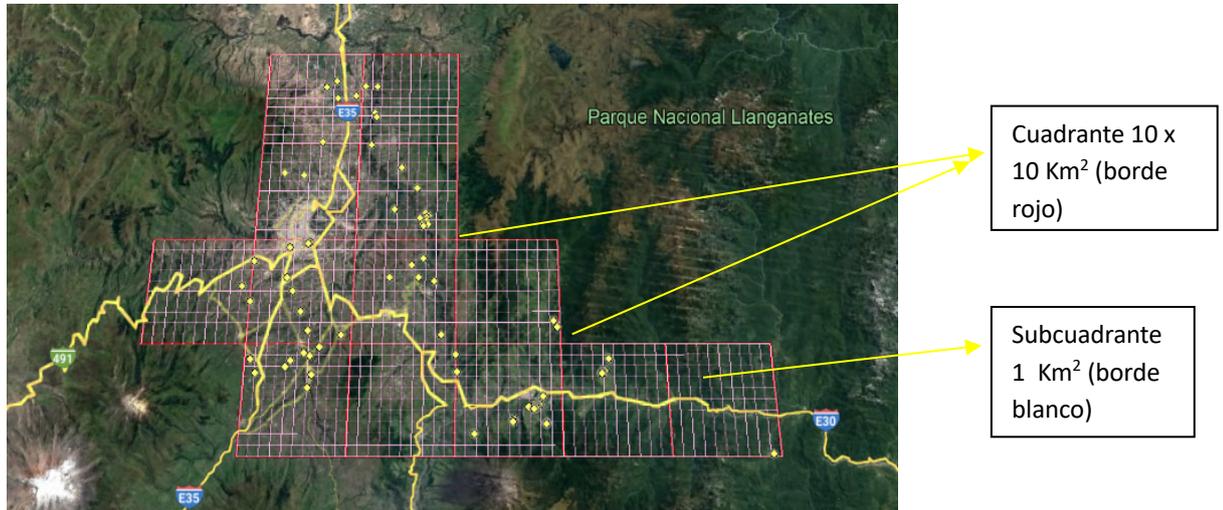


Gráfico 3. Cuadrantes y subcuadrantes

La nomenclatura de los subcuadrantes (1 km²= 100 ha) será la siguiente:
15_10_75

15	10	75
Corresponde la ubicación del eje en "X"	Corresponde la ubicación del eje en "Y"	Corresponde al orden del subcuadrante

GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN ECUADOR

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

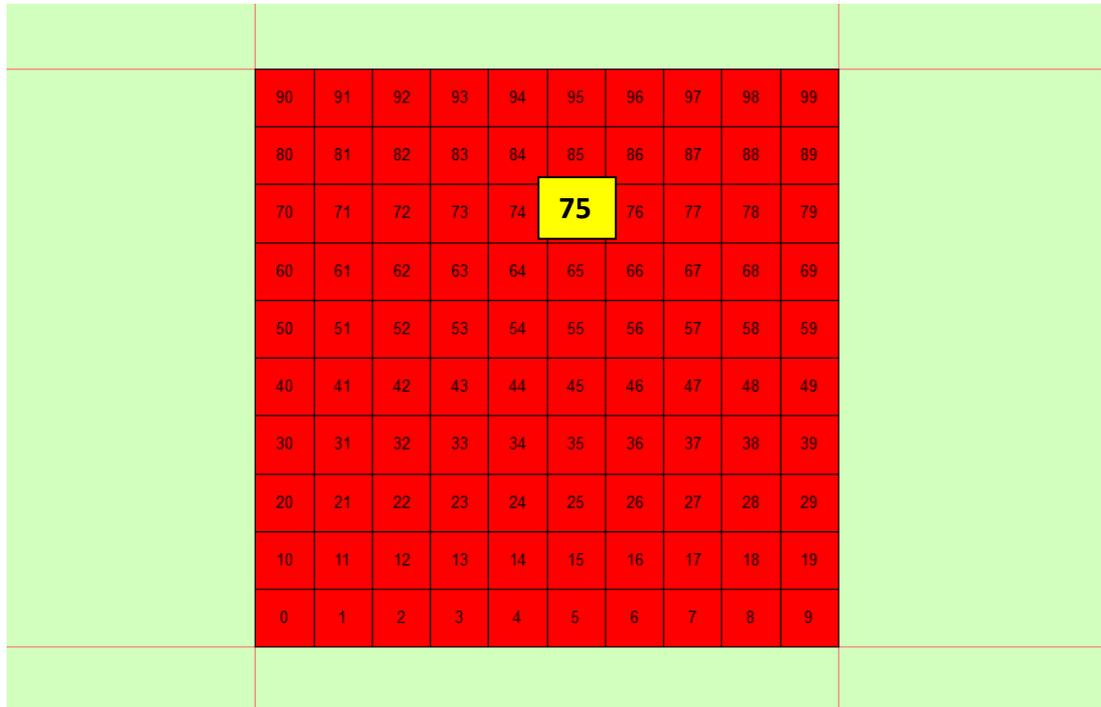


Gráfico 4. Subcuadrantes (1 Km²=100 ha)

- b. Caracterización de los cuadrantes: durante esta etapa se debe realizar recorridos dentro de los cuadrantes para identificar puntos que representen riesgo de entrada y establecimiento de la plaga (evaluación del riesgo), como: zonas frutícolas (hospedantes y sus épocas de fructificación), puntos de entrada, carreteras, botaderos de basura, mercados, entre otros.

Durante el recorrido se debe georreferenciar esta información para proyectar estos puntos en mapas, estos insumos se utilizarán en la toma de decisiones como la ubicación de la red de trampeo, incremento en su densidad y la aplicación de medidas de manejo integrado.

- c. Identificación de zonas con potencial para realizar liberaciones, se seleccionan la o las provincias en las que haya hospedantes de *Ceratitis capitata* de importancia económica.
- d. Establecimiento de la red de trampeo: la red de trampeo permitirá determinar la población fértil. Para el caso de *Ceratitis capitata*, se empleará trampas Jackson con el atrayente sexual trimedlure y trampas McPhail con proteína hidrolizada. De acuerdo a la Guía para el Trampeo en Programas de Control de la Mosca de la

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Fruta en Áreas Extensas de la IAEA, se recomienda una densidad de 2 trampas/Km² con una proporción 1:1 en la futura zona de liberación.

Por ejemplo, si el área de liberación está ubicada sobre 12 subcuadrantes (12 Km² =1200 ha), la cantidad de trampas será la siguiente:

1 Km²-----2 trampas

12 Km² ----- X

Del cálculo anterior se deben colocar 24 trampas, y de acuerdo a la relación se deben colocar 12 trampas McPhail y 12 trampas Jackson.

La distribución espacial de las trampas dentro del zona de liberación se determinará en función de la evaluación del riesgo.

- e. Monitorear la población de la plaga, para analizar el momento oportuno de iniciar las liberaciones, como dato referencial se puede empezar cuando se haya alcanzado un MTD aproximado de 0.1 (AIEA, 2016).
- f. Analizar la información del MTD de los subcuadrantes, y seleccionar aquellos en los que la población de *Ceratitis capitata* sea 0.1, si existen valores superiores es preciso aplicar medidas de manejo integrado para reducir la población.

4.1.2. Aplicación de medidas de manejo integrado de moscas de la fruta

En los subcuadrantes cuyo MTD sea superior a 0.1, se debe aplicar medidas de manejo integrado, previo al inicio de las liberaciones. Para el efecto se debe realizar lo siguiente:

- a. Identificar las épocas de fructificación de los hospedantes de la especie de mosca de la fruta objetivo.
- b. Aplicar estrategias de manejo integrado utilizando: control cultural (entierro de frutas), control etológico (instalación de trampeo masivo), control químico (aplicaciones de cebo tóxico), de forma sistemática conforme a la normativa vigente para reducir las poblaciones de la plaga, durante mínimo 2 ciclos de vida de la mosca de la fruta, previo a las liberaciones.

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

4.1.3. Preparación de un programa de sensibilización y capacitación

La sensibilización debe implementarse antes, durante y después de un programa de liberación de insecto estéril, para lograr la aceptación de los habitantes para conseguir su participación en la aplicación de manejo integrado y permitir las liberaciones dentro de la zona de interés.

Se debe realizar un cronograma de sensibilización hacia la población de interés de las zonas donde se va a realizar las liberaciones, la difusión es crucial para la ejecución de la liberación. Los productores pueden percibir a la TIE como un método perjudicial; por esta razón, es necesario crear espacios de concientización, en temáticas como:

- Que es la Técnica del Insecto Estéril.
- Impactos sobre el control de la plaga.
- Beneficios de la aplicación de la TIE.

4.1.4. Densidad de liberación inicial

Una vez seleccionado la zona de liberación, es necesario conocer la densidad de liberación de acuerdo a los siguientes parámetros técnicos:

- Calidad de las moscas de la fruta estériles.
- El nivel de la población silvestre.
- Proporción deseada de moscas de la fruta estériles con respecto a las silvestres.

Para determinar el número de machos estériles que deben liberarse se considerará las cantidades de referencia de la tabla 1.

Tabla 1. Densidades recomendadas de liberación para Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*)

Área de trabajo	Objetivo de control	Densidad baja	Densidad máxima	Relación estéril:fértil*
Área libre	Prevención	500	500	Mínimo: 200 a 1
	Erradicación	1000	5000	Mínimo: 200 a 1
Área de Baja Prevalencia	Prevención	500	500	Mínimo: 200 a 1
	Erradicación	1000	5000	Mínimo: 200 a 1
Área bajo Supresión	Supresión	1000	6000	Mínimo: 150 a 1
	Contención	1000	6000	Mínimo: 50 a 1
Área bajo monitoreo	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: FAO/IAEA. 2019

GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN ECUADOR

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

*Relación estéril: fértil ideal considerando los objetivos de las áreas de trabajo.

La información contenida en la Tabla 1, sugiere las densidades mínimas y máximas de acuerdo al objetivo de la aplicación de la TIE dentro de las diferentes áreas de trabajo.

La interpretación de la tabla sería la siguiente; por ejemplo, en un área libre:

- Si el objetivo es la prevención dentro de un área libre se deben liberar 500 machos/ha.
- Si el objetivo es la erradicación en el caso de presentarse un brote dentro de un área libre se puede liberar entre 1000 y 5000 machos estériles.

4.2. PROCEDIMIENTOS Y RECOMENDACIONES DURANTE Y DESPUÉS DE LA LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA

4.2.1. Procedimientos durante el transporte y liberación

- Retirar las bolsas del centro de empaque.
- Transportar las bolsas con los machos adultos en las primeras horas de la mañana, en vehículos para su liberación. Estos vehículos deben estar diseñados para la movilización de las moscas de la fruta, considerando que la temperatura de transporte no debe superar los 20°C (IAEA, 2017) o en su defecto el transporte debe proteger a las bolsas del sol directo, lluvia o el viento utilizando gavetas plásticas.



Fotografía N°1. Transporte de adultos de moscas estériles en gavetas

GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN ECUADOR

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- c. Seleccionar los puntos de liberación, dependiendo de la cobertura deseada y la distancia estimada de vuelo de los insectos y georreferenciarlos para establecer la distribución de los adultos en las zonas de liberación y registrarlos.
- d. Para la liberación de las moscas, las bolsas se rompen de arriba abajo, para facilitar la salida y el vuelo de los insectos.



Fotografía 2. Apertura y liberación de machos estériles

- e. Realizar las liberaciones semanales o en la frecuencia que la Agencia lo determine, las liberaciones se deben realizar de forma ininterrumpida para obtener la relación E:F para el control de las moscas.
- f. Recoger los desechos de las bolsas de papel para su posterior gestión.

4.2.2. Recomendaciones durante el transporte y liberación

- a. Evitar el exceso de movimiento de las bolsas durante el transporte.
- b. Realizar las liberaciones en las primeras horas de la mañana.
- c. No apilar o comprimir las bolsas para evitar daños innecesarios a los adultos.
- d. No realizar liberaciones durante la lluvia o durante las horas de mucho sol; debido a que a estas temperaturas las moscas de la fruta prefieren no gastar energía y no volar, perdiendo oportunidades de apareamiento.
- e. Los sitios de liberación deben estar a una distancia mínima de 100 metros de las trampas de monitoreo. Si se hace la liberación cerca de las trampas existe mayor probabilidad que las moscas estériles sean capturadas y dar un dato falso del índice MTDe.

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- f. La liberación de las moscas debe hacerse preferentemente dentro de la copa de hospedantes

4.2.3. Vigilancia dentro de las áreas de liberación

- a. Modificar la red de trapeo del literal d del numeral 4.1.1, con el objetivo de evitar capturas elevadas de moscas de la fruta estériles. El tipo de trampas, atrayentes y la densidad de trampas debe guardar estrecha relación con la especie de mosca de la fruta objetivo.

Para las zonas de liberación de *Ceratitis capitata*; de acuerdo a la IAEA, 2017 se recomienda instalar una relación de trampas de 9:1 (9 trampas McPhail con atrayente alimenticio y 1 trampa Jackson con atrayente sexual) y una densidad de trapeo de 2 trampas/Km². La red de trapeo debe ser dinámica para evitar un exceso de capturas de moscas de la fruta estériles.

Por ejemplo, si la zona de liberación tiene 15 subcuadrantes (15 Km² =1500 ha), la cantidad de trampas será la siguiente:

1 Km²-----2 trampas

15 Km² ----- X

Del cálculo anterior, en la zona de liberación deberán instalarse 30 trampas y cumpliendo la relación 9:1 la cantidad de trampas de cada una sería: 27 trampas McPhail y 3 trampas Jackson.

La distribución de la red de trapeo dentro de las zonas de liberación debe instalarse en función de la evaluación del riesgo analizado durante la caracterización; se debe analizar la presencia de hospedantes de la mosca de la fruta objetivo, las épocas de fructificación, condiciones climáticas, presencia de carreteras, zonas urbanas; en esencia el análisis del riesgo debe enfocarse al riesgo de entrada y establecimiento de la plaga. Los cuadrantes permitirán establecer la distribución equidistante de las trampas en el terreno al igual que la visualización del área de influencia de cada trampa.

- b. Realizar el servicio de trapeo dentro de las áreas de liberación cada 7 días.
c. Enviar las muestras al Laboratorio para el diagnóstico de las moscas estériles y las fértiles.
d. Registrar el servicio de trapeo de las zonas de liberación en el aplicativo Agroservicios o mediante el registro que la Agencia lo determine.

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- e. Si existe recaptura de machos estériles en trampas Jackson, verificar si se encuentra a la distancia recomendada de las trampas oficiales (100 m.)
- f. Calcular los índices MTDe, MTDf dentro de las áreas de liberación para determinar la relación E: F.
- g. Acondicionar y etiquetar las muestras, conforme a las directrices del laboratorio. En caso de capturas en trampas tipo McPhail o Multilure se conservan los especímenes en un frasco con alcohol al 70%. En caso de una trampa Jackson, se envía al laboratorio la laminilla.
- h. Realizar el muestreo de frutos de los hospedantes de *Ceratitis capitata*. En este punto se debe evaluar el número de larvas/kilogramo de fruta. El análisis de esta información permitirá conocer el grado de infestación que se podrá evaluar periódicamente conforme se vaya aplicando la TIE.

4.2.4. Aplicación de medidas de manejo integrado dentro de las áreas de liberación

Para mantener los niveles poblacionales de la plaga dentro del valor (0.1) que permitan realizar liberaciones de moscas estériles, se debe mantener el control cultural; sin embargo, si dentro de uno o varios subcuadrantes dentro de las zonas de liberación se supera el MTD de 0.1 se debe suspenderlos y realizar medidas de manejo integrado.

Considerando que al incorporar la TIE dentro de la zona de liberación, el control cultural, las aplicaciones de agroquímicos y el control etológico debe realizarse alejado de los subcuadrantes activos.

SECCIÓN 5. RESPONSABILIDADES

5.1. DE LA AGENCIA

- a. Determinar el objetivo de las liberaciones y establecer las directrices para identificar las zonas de liberación.
- b. Gestionar el proceso de importación de la pupa estéril.
- c. Realizar el análisis técnico de las zonas de liberación que incluye la caracterización de los subcuadrantes y análisis de la población a través del índice MTD.
- d. Determinar la densidad de las liberaciones conforme al objetivo del área de trabajo.
- e. Realizar las liberaciones en zonas determinadas.
- f. Registrar los puntos de liberación con (coordenada X y coordenada Y).
- g. Realizar el servicio de trapeo y muestreo en las zonas de liberación, conforme al procedimiento del Manual de monitoreo de moscas de la fruta vigente.

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- h. Analizar la población fértil, estéril mediante el índice conocido como Mosca/Trampa*Día (MTD).
- i. Realizar la identificación conforme a los procedimientos establecidos por el laboratorio.
- j. Activar o desactivar subcuadrantes de liberación conforme al análisis técnico de la plaga.
- k. Capacitar y sensibilizar a los grupos de productores de las zonas donde se va a ejecutar la liberación de mosca estéril.
- l. Analizar la información con los técnicos para realizar ajustes a las áreas de liberación.
- m. Gestionar la sostenibilidad del proceso, buscando productores o asociaciones que asuman el costo total o parcial de las liberaciones.

5.2. DE LOS PRODUCTORES

- a. Realizar actividades de manejo integrado de sus predios.
- b. Participar en las capacitaciones organizadas por los inspectores fitosanitarios de la Agencia.
- c. Colaborar con las liberaciones de moscas de la fruta.
- d. Participar en la aplicación de medidas de control de moscas de la fruta dentro del sector de liberación.
- e. Permitir el ingreso de los inspectores fitosanitarios a las fincas para realizar actividades de vigilancia y seguimiento al control de moscas de la fruta.

SECCIÓN 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LAS ÁREAS DE LIBERACIÓN

6.1. Cálculo de la relación estéril: fértil

Para el cálculo del índice mosca trampa/día **fértil** se considera las capturas totales de hembras, machos de las trampas McPhail y Jackson

- a. Índice Mosca Trampa Día fértil (MTDf)

$$\boxed{\text{MTDf}} = \frac{(\text{machos}^1 + \text{hembras}^1 + \text{machos}^2) \text{ fértiles}}{(\text{N}^\circ \text{ de trampas McPhail+Jackson}) \times \text{días de exposición}}$$

1: Capturas de trampas McPhail

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

2: Capturas de trampas Jackson

b. Índice Mosca Trampa Día estéril (MTDe)

$$\boxed{\text{MTDe}} = \frac{\text{Número total de machos **estériles** capturados}}{\text{Número de trampas McPhail x días de exposición}}$$

Para el cálculo del índice mosca trampa/día **estéril** se considera las capturas totales de machos estériles de las trampas McPhail.

c. Relación Estéril/fértil

$$\boxed{\text{Relación e/f}} = \frac{\text{MTDe}}{\text{MTDf}}$$

Cuadro N° 1. Recomendaciones mínimas relación estéril: fértil dependiendo del objetivo.

Objetivo del programa	Relaciones promedio recomendadas (Moscamed)
Supresión	25-100:1
Erradicación	100-150:1
Contención	50-150:1
Preventivo	25-50:1

IAEA, 2017

Las relaciones que se muestran en el cuadro N° 1, indican valores referenciales cuyo objetivo principal es la inducción de esterilidad requerida para el cumplimiento de cada objetivo del programa.

Ejemplo:

Asumiendo los siguientes datos en la zona de Pifo-Puembo de la provincia de Pichincha:

$$\boxed{\text{MTDf}} = \frac{4}{10 \times 7} = 0,0571$$

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Número de moscas estériles liberadas/1km² liberadas y fueron recapturadas 68 moscas de la fruta.

$$\boxed{\text{MTDe}} = \frac{68}{9 \times 7} = 1,079$$

Relación estéril: fértil

$$\frac{\text{MTDe}}{\text{MTDf}} = \frac{1,079}{0,0571} = 18,929$$

En el caso que el valor de la relación E:F sea inferior al 1, se debe suspender el subcuadrante durante 2 ciclos de vida de la plaga para la aplicación de medidas de control para reducir la población. La incorporación de las estrategias de control debe realizarse lejos de los subcuadrantes donde se mantiene las liberaciones.

En el caso que no se reporten capturas fértiles en los subcuadrantes de liberación, se considera un valor de 0.25 en áreas libres, 0,75 en áreas de baja prevalencia y 1 en áreas de supresión; este artificio se utiliza para evitar valores indeterminados (IAEA, 2017).

6.2. Interpretación de los resultados de la relación E:F

La relación estéril: fértil mide la competencia entre la población estéril versus la población fértil, en este caso los escenarios que se pueden presentar durante las liberaciones dentro de los subcuadrantes son:

- Relación mayor que 1: la población estéril es significativamente superior a la población fértil.
- Relación igual a 1: la población estéril es igual a la población fértil.
- Relación inferior a 1: significa que la población fértil es superior a la estéril, y en este caso se debe suspender las liberaciones dentro del subcuadrante de liberación para la aplicación de medidas de control para reducir las poblaciones de moscas fértiles.

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

SECCIÓN 7. LITERATURA CONSULTADA

- a. Aluja M. 1993. Manejo integrado de moscas de la fruta. México D. F. Trillas
- b. FAO/IAEA, 2017. Guideline for packing, shipping, holding and release of sterile flies in area-wide fruit fly control programmes. Second edition by Zavala-López J.L. and Enkerlin W.R. (eds.) Rome, Italy.
- c. FAO/IAEA. 2016. Guidelines for the Use of Mathematics in Operational Area-Wide Integrated Pest Management Programmes Using the Sterile Insect Technique with a Special Focus on Tephritid Fruit Flies. Barclay H.L., Enkerlin W.R., Manoukis, N.C. Reyes-Flores, J. (eds.), Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 95 pp.
- d. FAO/IAEA. 2019. Sterile Insect Release Density Calculations Spreadsheet, Rendón P.A, Enkerlin W.R. and
- e. Cáceres C. (eds.), Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Atomic Energy Agency.
- f. Vienna, Austria. 30 pp
- g. Klassen, W.; Curtis, C. 2005. History of the Sterile Insect Technique, pp. 3-36. En: Dyck, V.A., J. Hendrichs & A.S. Robinson (eds.), Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management. Springer, The Netherlands
- h. SAGARPA, 2017. Manual técnico para las operaciones de campo de la campaña nacional contra moscas de la fruta sección V: Control Autocida.
- i. Dyck, V.; Hendrichs, J.; Robinson, A. 2005. Sterile Insect Technique Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management. IAEA. Viena, Austria.
- j. Zabala, J. 2021. Taller: “Sistemas de Liberación de Moscas Estériles, con énfasis en el Método del Adulto en Frío”. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=0zNI7-QTS4U>
- k. Lobos, C.; González, J.; Reyes, P. y Arias, B. 2005. Guía para la detección de moscas de la fruta de importancia económica (Díptera: Tephritidae). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Publicación miscelánea N°2.
- l. Vera, M. 2016. Manual de sistemas cuarentenarios para plagas agrícolas: Técnica del insecto estéril. Argentina

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
LIBERACIÓN TERRESTRE DE MACHOS ESTÉRILES DE
MOSCAS DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN
ECUADOR**

Edición No:

Fecha de Aprobación:

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

SECCIÓN 8. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA ANTERIOR	CAMBIOS O MODIFICACIONES	FECHA DEL CAMBIO	AUTOR
----------------	--------------------------	------------------	-------

Elaborado por:	Ing. Norma Núñez Analista de Manejo y Control de Plagas Específicas CI: 1714358007	
Revisado por:	Ing. Hugo Banegas Director de Vigilancia Fitosanitaria (E) CI: 1716284136	
	Ing. Daniela Cerón Directora de Certificación Fitosanitaria (E) CI: 1715903637	
	Ing. Fanny Tenorio Directora de Control Fitosanitario (E) CI: 1711318384	
Aprobado por:	Ing. Larry Rivera Coordinador General de Sanidad Vegetal CI:1720269925	