



IMPACTO ECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL PROGRAMA MOSCAMED

EL TRAMPEO PREVENTIVO CONTRA **MOSCAS EXÓTICAS DE LA FRUTA**

Y LA CAMPAÑA NACIONAL CONTRA
MOSCAS DE LA FRUTA IMPLEMENTADOS
POR EL SENASICA-SAGARPA DE 2009 A 2017





**IMPACTO ECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL PROGRAMA
MOSCAMED, EL TRAMPEO PREVENTIVO CONTRA MOSCAS
EXÓTICAS DE LA FRUTA Y LA CAMPAÑA NACIONAL
CONTRA MOSCAS DE LA FRUTA, IMPLEMENTADOS POR EL
SENASICA-SAGARPA DE 2009 A 2017**

Agosto 2020

**Instituto Interamericano de Cooperación
para la Agricultura (IICA), 2019**



Evaluación de impacto económico y ambiental del Programa MOSCAMED, el trapeo preventivo contra moscas exóticas de la fruta y la campaña nacional contra moscas de la fruta, implementados por el SENASICA-SAGARPA DE 2009 A 2017 por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons

Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO
(CC-BY-SA 3.0 IGO)
(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: José Luis Ayala Espinosa
Corrección de estilo: Yeudiel Gómez Simuta
Diagramación: Oscar Rivera Pacheco
Diseño de portada: Silvia López Nova
Impresión:

Evaluación de impacto económico y ambiental del Programa MOSCAMED, el trapeo preventivo contra moscas exóticas de la fruta y la campaña nacional contra moscas de la fruta, implementados por el SENASICA-SAGARPA DE 2009 A 2017 / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Consultores en Economía y Finanzas de Programas Fitosanitarios. – México : IICA, 2019.
00 p.; 00 cm X 00 cm.

ISBN: 978-92-9248-843-7

1. Impacto ambiental 2. Actividades económicas 3. Evaluación del impacto 4. Tephritidae 5. Medidas fitosanitarias 6. Trampas 7. Políticas 8. Sector público 9. Actividades económicas 10. Control de plagas 11. México I. IICA II. SENASICA III. CEF-Profit IV. Título

AGRIS
H10

DEWEY
634.049 774 972

PROLOGO

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), como organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano y ente externo al Gobierno de México, realizó la evaluación del Programa Moscamed (PM), del Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) y la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF) que lleva a cabo el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), lo que le permitió analizar y cuantificar los impactos económicos y ambientales de estos programas durante el periodo 2009-2017.

La evaluación de estos programas se realizó conforme a los artículos 7 fr. XXXII, 20 fr. II, 32 fr. X y 33 fr. V de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la cual señala la necesidad de fijar los criterios para evaluar y medir el impacto de las acciones de las campañas, que en la mayoría de las ocasiones solo se relacionan directamente con las medidas fitosanitarias y su relación con el rescate del volumen y valor de la producción, dejando a un lado aquellos beneficios que se dan en las cadenas productivas de manera transversal y el impacto al medio ambiente. Por lo que una evaluación objetiva e imparcial contribuye a una mejor rendición de cuentas de los fondos públicos federales, como una obligación legal y una exigencia social.

Los tres programas operan bajo la premisa de que la sanidad vegetal es un bien público de seguridad nacional, que protege el patrimonio agrícola de México, garantizando el abasto de frutas y hortalizas de calidad a los consumidores nacionales; que coadyuva a una mayor generación de ingresos y bienestar de los productores agrícolas y sus familias; y que impacta de manera positiva en la seguridad alimentaria del país, al mismo tiempo que permite el acceso de estos productos a países exigentes como Estados Unidos de América, Japón y otros de la Unión Europea.

Durante el periodo de 2009 a 2017, el TPMEF indicó la ausencia de moscas exóticas de la fruta de género *Bactrocera*; asimismo, se mantuvo la condición de país libre de la mosca del Mediterráneo. Gracias a la red de trampeo preventivo, en febrero de 2018 se detectó una “entrada transitoria” de especímenes adultos de *Bactrocera scutellata* en la zona urbana del Puerto de Manzanillo, Colima, la cual fue erradicada en el mismo año, sin obstaculizar la exportación de los productos hortofrutícolas mexicanos y la generación de divisas al país.

Adicionalmente, el Programa Moscamed contribuyó a confinar la plaga en los municipios de Chiapas y sur de Tabasco fronterizos con Guatemala, donde la mosca del Mediterráneo está presente y ampliamente distribuida. Mediante el PM se evitó que las cosechas e ingresos de los productores mexicanos y el empleo en campo se afectaran negativamente,

y que el ambiente se dañara con la aplicación de insecticidas convencionales en caso de que hubiera sido necesario controlar la plaga en territorio mexicano.

Así mismo, con la ejecución de la CNMF que opera mediante la conjunción de recursos financieros federales, estatales y de productores, el 24 de abril de 2018, se logró el reconocimiento del 52% de nuestro país como libre de moscas de la fruta del género *Anastrepha* (*A. ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* y *A. serpentina*) y en el resto del territorio mexicano se mantuvo la estrategia de manejo integrado en huertos y en sitios agroecológicos específicos, con lo cual se protegió el consumo y la comercialización de frutos sanos y de calidad tanto en el mercado nacional como en el internacional.

Los resultados de la evaluación mostraron que la decisión del SENASICA-SAGARPA de mantener operando los tres programas (PM, TPMEF y CNMF) durante 2009-2017 fue acertada, desde el punto de vista económico y ambiental. Se demostró que estos programas de moscas de la fruta cumplieron sus objetivos y, que las inversiones de fondos públicos que el gobierno federal ejecutó en ellos, fueron rentables; así lo demostró la relación beneficio/costo de 1:106 que permitió la protección de la producción hortofrutícola nacional cuyo valor ascendió a alrededor de 37 mil millones de dólares anuales, en promedio. Por lo que se debe continuar operando estos tres programas, aplicando los recursos necesarios para mantener al país libre de las devastadoras moscas exóticas y nativas del género *Anastrepha*, en apoyo a la producción e ingreso de los productores, así como al entorno ambiental.

Ing. Francisco Ramírez y Ramírez
Director General de Sanidad Vegetal del SENASICA

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del presente trabajo fue evaluar el impacto económico y ambiental del Programa Moscamed (PM), el Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) y la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF), durante el periodo 2009-2017. Para la cuantificación de los escenarios de esta evaluación, se utilizaron datos históricos observados, así como recabados mediante encuesta a actores clave, y el modelo de la FAO/IAEA (2007) Cost Benefit Analysis Model: a tool for Area-Wide Fruit Fly Management, adecuado por Salcedo *et al.* (2009 y 2010).

Los tres programas/campaña evaluados se reconocen como bienes públicos de seguridad nacional y son operados con recursos federales, con el propósito de facilitar a los productores hortofrutícolas del país la comercialización de productos sanos y de calidad en el mercado nacional e internacional. La Dirección General de Sanidad Vegetal del SENASICA, a través del PM y el TPMEF, se enfocó a proteger y mantener el estatus fitosanitario de área libre de la mosca del Mediterráneo y de otras moscas exóticas que México ha mantenido desde hace años; así como la CNMF a mantener las zonas libres (ZL) y zonas de baja prevalencia (ZBP) de las moscas de la fruta nativas del género *Anastrepha* que atacan a frutales de importancia económica.

En esta evaluación, el PM se considera un instrumento de política pública sólido, porque operó eficazmente para mantener al país libre de la plaga en beneficio de los productores mexicanos que cultivan las frutas y hortalizas hospedantes, de exportadores y los consumidores nacionales de dichos productos. El PM logró la erradicación de la plaga en el país hace más de 35 años, habiéndose ratificado oficialmente el estatus de zona libre en septiembre 2018. Además, a partir de 2010, el Programa Moscamed fue designado como Centro de Colaboración del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA, por sus siglas en inglés), lo cual es un reconocimiento que da prestigio y respaldo internacional al PM.

Por su parte, la CNMF logró en 2017 el estatus de Zona Libre en el 51% de la superficie atendida de frutales durante el periodo de análisis, de las cuatro especies de moscas de la fruta nativas de importancia económica para México: *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata*.

Tanto el PM como la CNMF aplicaron, durante el periodo de análisis, la estrategia de manejo integrado de plagas (MIP) en áreas amplias usando principalmente la técnica del insecto estéril (TIE); el PM aplicándola en la zona de Chiapas y Tabasco que hace frontera con territorio guatemalteco, en donde la plaga está presente; mientras que la CNMF en las zonas de baja prevalencia (ZBP) y en las zonas bajo control fitosanitario (ZBCF), en varias entidades federativas del país. Ambos bienes públicos, desarrollaron actividades fitosanitarias de prevención (detección o monitoreo), manejo (control autocida, químico, mecánico, biológico y legal y de divulgación). El PM operó con recursos asignados directamente del SENASICA y mediante los transferidos al IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, representación en México) a través del "Programa Operativo Moscamed".

Sin embargo, el TPMEF solo realizó actividades de prevención (trampeo), ya que durante el periodo que cubrió esta evaluación no se detectaron entradas de especies de moscas exóticas de la fruta de importancia cuarentenaria, mediante su red que cubrió a los 32 estados de la República, esto sin considerar las actividades de previsión realizadas por el PM contra *C. capitata* en los estados de Chiapas y Tabasco. El TPMEF operó con recursos del Incentivo de Prevención de Plagas Fitosanitarias Reglamentadas del Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria del SENASICA.

Por otro lado, reconociendo a México como uno de los principales países con mayor intercambio comercial de frutas y hortalizas frescas durante la última década, el propósito de la DGSV-SENASICA, mediante el TPMEF, fue evitar la posible entrada de las especies de moscas exóticas de la fruta. A esto contribuyeron también las acciones realizadas por las oficinas de inspección (OISAS) en los aeropuertos internacionales de México y los puntos de verificación interna (PVI's), ambos coordinados por la Dirección General de Inspección Fitozoosanitaria del SENASICA.

Bajo el escenario "con presencia del PM, el TPMEF y la CNMF" la actividad productiva del conjunto de 26 frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta fue rentable durante el periodo 2009-2017. Los indicadores calculados de $B/C=106$, $VPN=US\$37,205$ millones, $TIR=6434\%$ y $PR<1$ (esto último significa que la inversión se recuperó en menos de un año), reflejan que la decisión de la DGSV-SENASICA de mantener operando estos instrumentos de política pública fue certera, desde el punto de vista económico.

Estos programas/campaña generaron a México varios beneficios, como menor impacto al ambiente, mayor empleo en el campo, crecimiento de la actividad productiva de frutas y hortalizas, mayores ingresos a los productores-exportadores mediante la venta de productos sanos y de calidad al mercado nacional e internacional, lo que generó mayores divisas, a través de las exportaciones de los productos hortofrutícolas.

Las exportaciones de 26 de las frutas y hortalizas mexicanas a los mercados internacionales más exigentes (como Estados Unidos de Norteamérica) contribuyeron, durante el periodo de análisis, al ingreso de divisas al país, con un monto de US\$43,147 millones y el valor monetario de su producción aportó el 21%, en promedio anual, al PIB Agrícola en 2009-2017; mientras que su superficie cosechada representó solamente el 8% de la agrícola nacional.

Además, los valores obtenidos de esta evaluación fueron fortalecidos con el análisis de regresión realizado, a través del cual se determinó que la variación total de los flujos netos (ingresos-costos) de la actividad productiva de las 26 frutas y hortalizas se explicó, en un 73%, por los programas/campaña contra moscas de la fruta. El efecto conjunto de la operación del PM, el TPMEF y la CNMF fue estadísticamente significativo en los flujos generados durante el periodo de análisis.

Por el contrario, bajo el escenario de que los programas/campaña no hubieran atendido a los 26 cultivos hortofrutícolas mexicanos durante el periodo de análisis, esta actividad productiva no habría sido rentable, ya que el B/C calculado fue menor de 1 (0.45) y el VPN

negativo (-US\$4,670 millones). Ante dicho supuesto, los rendimientos de las frutas y hortalizas habrían bajado por la infestación de las moscas de la fruta, obligando con ello al aumento en aplicaciones de insecticidas convencionales como el malatión, con el consecuente incremento en los costos de producción. También, esto habría ocasionado un mayor impacto negativo ambiental. Además, al no operar el PM, el TPMEF y la CNMF, no hubiera sido posible exportar los productos hortofrutícolas mexicanos durante el periodo y no hubieran ingresado al país las respectivas divisas.

Por otro lado, mediante los programas/campaña contra moscas de la fruta, la actividad productiva del mango fue económicamente rentable para México, beneficiando los ingresos de los productores y exportadores del fruto. Los valores de los indicadores de $B/C=15$, $VPN=US\$3,262$, $TIR=4486\%$ y $PR<1$, indican que la decisión de la DGSV-SENASICA de mantener operando estos instrumentos de política pública al cultivo del mango, durante el periodo de análisis, fue acertada, desde el punto de vista económico. También el análisis de regresión fortaleció los resultados de los indicadores para el mango. La variación total de los flujos netos de la actividad productiva de este fruto se explicó en un 96% por la participación de los programas de moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF).

De lo contrario, si el PM, el TPMEF y la CNMF no hubieran operado en México en 2009-2017, la actividad productiva del mango no hubiera sido rentable, porque el valor del B/C fue menor de 1 (0.28) y el VPN negativo (-US\$994).

De no haberse realizado medidas de control fitosanitarias ante infestaciones de moscas de la fruta, los rendimientos por hectárea de mango habrían disminuido y el valor de la producción nacional bajado. Además, al no poder exportar el mango, el mercado doméstico se habría saturado, generando caída de precios a los productores en el corto y mediano plazos. Bajo este escenario y sin exportar mango, no se habrían generado las divisas correspondientes.

Por otra parte, mediante el PM, el TPMEF y la CNMF, la actividad productiva de los cítricos dulces (naranja, toronja y mandarina) fue económicamente rentable para México, beneficiando los ingresos de los productores y exportadores de estos frutos. El valor de los indicadores para los cítricos dulces fue de $B/C=18$, $VPN=US\$3,702$ millones, $TIR=2443\%$ y $PR<1$, llevando a concluir que la decisión de la DGSV-SENASICA de mantener operando al PM, el TPMEF y la CNMF en la actividad cítrica durante 2009-2017, fue acertada, desde el punto de vista económico.

Por el contrario, de no haber operado el PM, el TPMEF y la CNMF, con valores de los indicadores de $B/C=0.26$ y $VPN=-US\$1,345$ millones, la actividad productiva de los cítricos dulces no hubiera sido rentable en el periodo de análisis.

De todo lo antes mencionado, resalta que los indicadores económicos calculados en esta evaluación, tanto para el conjunto de los 26 hospedantes hortofrutícolas, como para el mango y cítricos en lo particular, mantienen reflejando la alta rentabilidad de estas actividades productivas en presencia del PM, el TPCMF y la CNMF, aún y sin incluir los beneficios indirectos en el cómputo.

Resumiendo, mediante la operación conjunta del PM, el TPMEF y la CNMF se tuvieron los beneficios siguientes: reducción del riesgo de enfrentar pérdidas potenciales en producción y daños a las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta, aumentos en los rendimientos de los cultivos al haberse incrementado la sanidad de los mismos, y envíos de mayores volúmenes de productos hortofrutícolas de calidad al mercado nacional e internacional. Todo esto, en beneficio de los productores y exportadores de los cultivos hospedantes de moscas de la fruta, del empleo en el campo mexicano, de un menor impacto negativo al ambiente y del desarrollo técnico-científico sobre prácticas de manejo de plagas.

Finalmente, se recomienda: 1) que el PM, el TPMEF y la CNMF continúen operando en México, debido a los beneficios que en su conjunto han generado al país, manteniendo las medidas fitosanitarias que han mostrado ser exitosas tecnológicamente y ambientalmente; y 2) que los instrumentos de política pública se enfoquen a cerrar la brecha socio-económica de los productores-exportadores hortofrutícolas ubicados en las ZL de las moscas de la fruta nativas del género *Anastrepha*, versus los de ZBP y ZBCF de la CNMF, implementando para ello las políticas transversales necesarias.

ESTE DOCUMENTO FUE ELABORADO POR:

**DIZNARDA SALCEDO BACA
WALTHER R. ENKERLIN HOEFLICH
JAVIER SUAREZ ESPINOSA
J. REFUGIO LOMELI FLORES
HECTOR GONZALEZ HERNANDEZ
SUSANA E. RODRIGUEZ RODRIGUEZ
JUAN M. VANEGAS RICO**

Los autores agradecen el apoyo de los profesionales del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, de la Dirección General de Sanidad Vegetal del SENASICA, en la entrega de información relevante y facilitación del levantamiento de encuestas.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN EJECUTIVO	iv
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	4
III. OBJETIVOS	8
IV. METODOLOGIA	9
V. MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO MEDIANTE EL PROGRAMA MOSCAMED	22
VI. MANEJO INTEGRADO DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA DEL GENERO <i>ANASTREPHA</i> A TRAVES DE LA CAMPAÑA NACIONAL CONTRA MOSCAS DE LA FRUTA	34
VII. VIGILANCIA FITOSANITARIA A TRAVES DEL TRAMPEO PREVENTIVO CONTRA MOSCAS EXOTICAS DE LA FRUTA	44
VIII. ESTRUCTURA DE BENEFICIOS DE LOS PROGRAMAS/ CAMPAÑA CONTRA MOSCAS DE LA FRUTA	50
VIII.1 Beneficios directos	52
VIII.1.1 Producción de los hortofrutícolas hospedantes	52
VIII.1.2 Exportaciones de las frutas y hortalizas hospedantes	68
VIII.2 Beneficios indirectos	74
VIII.2.1 Impacto en el empleo	74
VIII.2.2 Impacto en salud de la población rural	76
VIII.2.3 Ahorro de impactos negativos al ambiente	81
IX. ESTRUCTURA DE COSTOS DE LOS PROGRAMAS/ CAMPAÑA CONTRA MOSCAS DE LA FRUTA	90
X. RENTABILIDAD ECONOMICA DEL PM, TPMEF Y CNMF	109
X.1 Escenarios con y sin la atención de los programas/campaña de moscas de la fruta en México al conjunto de cultivos hortofrutícolas hospedantes	109
X.1.1 Indicadores con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF	109
X.2 Escenarios con y sin la atención de los programas/campaña de moscas de la fruta en México al cultivo de mango	118
X.2.1 Indicadores con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF	118
X.3 Escenarios con y sin la atención de los programas/campaña de moscas de la fruta en México al cultivo de cítricos dulces	124
X.3.1 Con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF	124
XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
XI.1 Conclusiones	131
XI.2 Recomendaciones	141
XII. BIBLIOGRAFIA	143

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
I.1	Exportaciones mexicanas de frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta	2
V.1	Numero de trampas instaladas dentro del trapeo normal en la zona de trabajo del Programa Moscamed en México	24
V.2	Larvas detectadas en el muestreo de hospedantes primarios de la mosca del Mediterráneo	24
V.3	Millones de moscas del Mediterráneo estériles liberadas en territorio mexicano y guatemalteco durante 2009-2017	27
V.4	Frutos destruidos en los sitios donde se registraron entradas transitorias de la mosca del Mediterráneo en los Centros de Operaciones de Campo del PM	29
V.5	Número de hectáreas asperjadas para la erradicación de eventos de mosca del Mediterráneo	30
VI.1	Superficie con estatus de Zona Libre de moscas de la fruta nativas durante 2009-2017	39
VI.2	Exportaciones de mango a los EUA por entidad federativa de 2009 a 2017	40
VI.3	Superficie de Baja Prevalencia de moscas de la fruta nativas durante 2009- 2017	40
VI.4.	Costo de los insecticidas utilizados en la aplicación de cebos selectivos para el control químico de la CNMF	42
VI.5	Productores beneficiados con la CNMF	43
VI.6.	Número de trampas instaladas mediante el TPMEF en México	45
VI.7	Promedio de trampas instaladas por estado mediante el TPMEF durante 2009-2017	45
VII.3	Productores beneficiados con el TPMEF	48
VIII.1	Superficie cosechada nacional de arándano, fresa y frutillas	52
VIII.2	Rendimientos de arándano, fresa y frutillas	53
VIII.3	Producción nacional de arándano, fresa y frutillas	54
VIII.4	Superficie cosechada nacional de café cereza	55
VIII.5	Rendimientos de café cereza	55
VIII.6	Producción nacional de café cereza	56
VIII.7	Superficie cosechada nacional de chile verde	57
VIII.8	Producción nacional de chile verde	57
VIII.9	Rendimientos en los principales estados productores de guayaba	59

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
VIII.10 Superficie cosechada nacional de cítricos dulces	59
VIII.11 Producción nacional de cítricos dulces	60
VIII.12 Rendimientos de mandarina en los principales estados productores	60
VIII.13 Rendimientos de naranja en los principales estados productores	61
VIII.14 Rendimientos de toronja en los principales estados productores	62
VIII.15 Superficie cosechada nacional de mango	62
VIII.16 Producción nacional de mango	62
VIII.17 Rendimientos de mango en los principales estados productores de mango	63
VIII.18 Superficie cosechada nacional de tomate rojo	65
VIII.19 Producción nacional de tomate rojo	65
VIII.20 Rendimientos de tomate rojo en los principales estados productores	66
VIII.21 Exportaciones mexicanas de café verde	70
VIII.22 Exportaciones mexicanas de frutillas, fresa, papaya y uva	70
VIII.23 Exportaciones mexicanas de chile verde, mango, pepino, sandía y tomate rojo	71
VIII.24 Valor de las exportaciones de hospedantes de moscas de la fruta	72
VIII.25 Valor de las exportaciones mexicanas de café verde	72
VIII.26 Valor de las exportaciones mexicanas de frutillas, papaya, uva, y mango	73
VIII.27 Valor de las exportaciones mexicanas de chile verde, pepino, fresa y tomate rojo	74
VIII.28 Valor de la polinización de abejas en cultivos de importancia económica	86
VIII.29 Población nacional de colmenas	88
IX.1 Gasto ejercido por el Programa Moscamed en México y Guatemala	91
IX.2 Presupuesto ejercido por capítulo de gasto durante 2009-2017	92
IX.3 Proporción del gasto de los programas/campaña de moscas de la fruta en el total de recursos humanos y materiales-suministros	93
IX.4 Proporción del gasto de los programas/campaña en servicios generales y adquisición de bienes	94
IX.5 Distribución del costo del PM por actividad fitosanitaria durante 2009-2017	96
IX.6 Distribución del costo de la CNMF por actividad fitosanitaria durante 2009-2017	97

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
X.1 Beneficio total generado por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	109
X.2 Beneficios directos generados por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	110
X.3 Beneficios indirectos generados por el PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017	112
X.4 Gasto operativo e inversión del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017	113
X.5 Flujos netos generados por el PM, el TPMEF y la CNMF al conjunto de frutas y hortalizas durante 2009-2017	114
X.6 Divisas ingresadas a México a través de las exportaciones del conjunto de frutas y hortalizas en 2009-2017	117
X.7 Beneficio total generado al mango por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	118
X.8 Beneficios directos generados al mango por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	119
X.9 Beneficios indirectos generados al mango por los programas/campaña moscas durante 2009-2017	120
X.10 Gastos de operación e inversión asociados al mango con los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	121
X.11 Flujos netos generados por los programas/campaña moscas de la fruta al mango durante 2009-2017	122
X.12 Divisas generadas por las exportaciones de mango durante 2009-2017	124
X.13 Beneficio total generado al cultivo de cítricos dulces por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	125
X.14 Beneficios directos generados a cítricos dulces por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	125
X.15 Beneficios indirectos generados a los cítricos dulces por los programas/campaña moscas durante 2009-2017	126
X.16 Gastos de operación e inversión asociados a los cítricos dulces con los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	127
X.17 Flujos netos generados por los programas/campaña moscas de la fruta a los cítricos dulces durante 2009-2017	129
X.18 Divisas generadas por las exportaciones de cítricos dulces durante 2009-2017	130

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
IV.1 Cultivos hortofrutícolas hospedantes de moscas de la fruta en México considerados en esta evaluación	11
IV.2 Pérdidas potenciales por infestaciones de moscas de la fruta a cultivos hortofrutícolas sin medidas de control	20
V.1 Número de estaciones cebo instaladas como complemento al sistema de aspersión durante el período 2009-2017	30
V.2 Actividades de control legal dentro del PM	31
VI.1 Trampeo ejecutado por la CNMF	34
VI.2 Control químico realizado por la CNMF	35
VI.3 Estaciones cebo instaladas por la CNMF	35
VI.4 Control mecánico realizado por la CNMF	36
VI.5 Moscas estériles enviadas para liberación dentro del control autocida	37
VI.6 Producción de parasitoides para liberación en ZBP y ZBCF dentro del control biológico realizado por la CNMF	37
VI.7 Superficie atendida por la CNMF	38
VII.1 Trampeo para moscas exóticas de la fruta	46
VII.2 Presupuesto ejercido por el TPMEF por especie de mosca exótica	47
VII.3 Diagnósticos positivos de moscas exóticas de la fruta determinados por el CNRF	47
VIII.1 Producción de los hospedantes seleccionados de moscas de la fruta	53
VIII.2 Principales estados productores de guayaba	58
VIII.3 Principales estados productores de cítricos dulces	61
VIII.4 Principales estados productores de mango	63
VIII.5 Principales estados productores de tomate rojo	66
VIII.6 Valor de la producción de los hospedantes de moscas de la fruta	68
VIII.7 Exportaciones mexicanas de los hospedantes seleccionados de moscas de la fruta	69
VIII.8 Jornales por hectárea demandados por los hospedantes de moscas de la fruta	76
VIII.9 Población rural en México y su porcentaje en la total	81
VIII.10 Porcentajes de mortalidad estimados con la aplicación aérea de malatión	84

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
VIII.11 Volumen y valor de la producción nacional de miel y cera de abeja	88
VIII.12 Volumen y valor de las exportaciones mexicanas de miel y cera de abeja	89
IX.1 Gasto ejercido por el PM, TPMEF y la CNMF	90
IX.2 Empleos generados por los programas/campaña de moscas de la fruta	94
IX.3 Costo promedio por entrada (i.e. brote severo) de mosca del Mediterráneo en Chiapas y Sur de Tabasco durante 2009-2017	97
IX.4 Costo promedio de las acciones de detección y manejo de eventos de moscas nativas del género <i>Anastrepha</i> en ZL	98
IX.5 Costo de las actividades de divulgación del PM y la CNMF durante 2009-2017	100
IX.6 Producción anual de moscas estériles y su parasitoide en las plantas Moscamed y Moscafrut durante 2009-2017	100
IX.7 Costo de producción anual por millón de pupas en las plantas Moscamed y Moscafrut durante 2009-2017	101
IX.8 Costo de producción anual de moscas estériles y su parasitoide en las plantas Moscamed y Moscafrut en 2009-2017	102
IX.9 Costo anual de la liberación de moscas estériles y su parasitoide en territorio mexicano en el periodo 2009-2017	102
IX.10 Costo estimado de la CNMF por fruto y estado (US\$)	104
IX.11 Inversión del PM y la CNMF en el periodo 2009-2017	105
IX.12 Inversión en equipo de transporte durante 2009-2017	105
IX.13 Costo de la aplicación de Planes de Emergencia para la erradicación de mosca del Mediterráneo en la frontera con Guatemala en 2016 y 2017	106
IX.14 Costo de los Cordones Cuarentenarios Fitozoosanitarios establecidos en México y la proporción asignada a moscas de la fruta	108
X.1 Pérdidas potenciales de las frutas y hortalizas hospedantes de no haber operado el PM, TPMEF y la CNMF durante 2009-2017	111
X.2 Costos indirectos sin la operación de los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	112
X.3 Indicadores económicos con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017	115
X.4 Contribución de las fruta y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta al PIB Agrícola	116

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
X.5	Contribución de la superficie cosechada de las fruta y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta a la nacional de los cultivos agrícolas	117
X.6	Costos indirectos al mango sin la operación de los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	120
X.7	Costo atribuido al mango por la CNMF durante 2009-2017	122
X.8	Indicadores económicos para el mango con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017	123
X.9	Costos indirectos al cultivo de cítricos dulces sin la operación de los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017	126
X.10	Costo atribuido a los cítricos dulces por la CNMF durante 2009-2017	128
X.11	Indicadores económicos para los cítricos dulces con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017	129

EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO Y AMBIENTAL DEL PROGRAMA MOSCAMED (PM), DEL TRAMPEO PREVENTIVO CONTRA MOSCAS EXOTICAS DE LA FRUTA (TPMEF) Y DE LA CAMPAÑA NACIONAL CONTRA MOSCAS DE LA FRUTA (CNMF) IMPLEMENTADOS POR EL SENASICA-SAGARPA DE 2009 A 2017

I. INTRODUCCION

A los programas gubernamentales ejecutados con recursos federales y considerados bienes públicos de seguridad nacional, se les debe evaluar los impactos económicos y ambientales que generan, como los programas/campaña contra moscas de la fruta que tiene operando el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) para controlar y erradicar estas plagas así como para proteger y mantener las áreas libres y de baja prevalencia y facilitar la comercialización de las frutas y hortalizas, mediante la sanidad de la producción.

El incremento de los flujos comerciales entre los países, del turismo internacional y en algunos casos, el cambio climático, ha facilitado la movilización e incursión de plagas y enfermedades de los cultivos. De tal manera que las áreas que comparten condiciones agroecológicas similares, favorecen el establecimiento, dispersión e incremento poblacional de las plagas, lo que hace necesaria la intervención de acciones fitosanitarias permanentes que permitan su prevención y manejo. Las plagas son organismos que no respetan fronteras, por lo que para evitarlas y manejarlas debe haber colaboración constante y estrecha entre los países, instituciones gubernamentales encargados de la sanidad, productores e investigadores. En este contexto, los gobiernos de México, Guatemala, y Estados Unidos de América firmaron en Mayo de 2014¹ un convenio trilateral de cooperación, que actualizó y sustituyó a los anteriores acuerdos bilaterales para combatir a la mosca del Mediterráneo a través del Programa Moscamed. El convenio trilateral incorporó a otras moscas de la fruta de importancia económica, considerando la cooperación en técnicas innovadoras, desarrollo de capacidades, transferencia tecnológica, infraestructura para la vigilancia epidemiológica y el control de las plagas.

Las moscas de la fruta son plagas con alto potencial destructivo a la producción hortofrutícola, entre las que destaca por el gran número de cultivos hospedantes que tiene, la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, Wiedemann), las moscas nativas (*Anastrepha* spp.) y otras especies de moscas de la fruta no-nativas. *C. capitata* está considerada como la principal amenaza para la fruticultura y horticultura mundial, porque puede afectar a más de 270 especies vegetales; daña la producción de frutas y hortalizas,

¹ <https://www.gob.mx/senasica/documentos/convenios-en-materia-de-sanidad-vegetal?idiom=es>

no permitiendo sus exportaciones a mercados de países que están libres de esta plaga, como Estados Unidos de America, Japón y otros mercados lucrativos. La Unión Americana, que es nuestro principal socio comercial, tiene establecidas normas cuarentenarias estrictas para evitar la introducción y dispersión de las moscas de la fruta.

Gracias a la puesta en marcha del Programa Moscamed (PM), el Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) y la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF), México ha podido mantener la condición fitosanitaria de zona libre (ZL) y, en el caso de la CNMF, ZL y de baja prevalencia, haciendo posible la creciente exportación de frutas y hortalizas mexicanas a los mercados internacionales más exigentes, como el de Estados Unidos de América. Según la Figura I.1, las exportaciones de los principales productos hortofrutícolas hospedantes de las moscas de la fruta aumentaron de 3,240 toneladas en 2009 a 5,038 ton en 2017, equivalente a un crecimiento promedio anual del 5%.

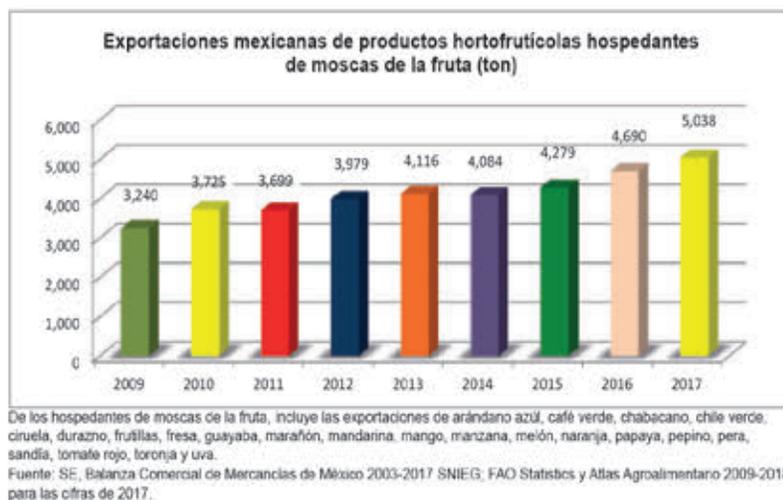


Figura I.1 Exportaciones mexicanas de frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta

Los programas/campaña del SENASICA contra moscas de la fruta (del Mediterráneo, otras exóticas y *Anastrepha* nativas) también contribuyen a la sanidad y calidad de las frutas y hortalizas que abastecen el consumo de los mexicanos. Según cifras del SIAP-SAGARPA, de los 21 millones de toneladas producidas en 2017, de los principales hortofrutícolas hospedantes de las moscas de la fruta mencionadas, el 77% se consumió en el país y el 23% se exportó. Sin embargo, en algunos estados y en el caso de las moscas de la fruta nativas, por limitantes de organización de productores, aportes financieros insuficientes por parte de los beneficiarios directos y por otras externalidades

como aspectos de inseguridad que afectan de manera adversa la operatividad de la Campaña, no se logra atender la totalidad de la superficie comercial cultivada susceptible a esta plaga. Por ejemplo, en Veracruz, la CNMF solo atiende el 10% de la superficie cultivada de cítricos; implicando que, en el resto de la región citrícola del estado, sea frecuente encontrar merma en la producción por daño directo a la naranja, mandarina y toronja, que se traduce en una menor oferta de cítricos en detrimento del productor y de los consumidores.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)², el mecanismo protector que el consumo de frutas y verduras genera al organismo de las personas se relaciona con el efecto de antioxidantes y otros micronutrientes, como flavonoides, carotenoides, la vitamina C y el ácido fólico, además de la fibra alimentaria. Estas y otras sustancias bloquean o suprimen la acción de los carcinógenos y previenen las lesiones oxidativas del ADN. Menciona que la ingesta insuficiente de frutas y verduras es uno de los 10 factores principales de riesgo de mortalidad de la población a nivel mundial. Por ello y para beneficiar a toda la población mexicana, debe continuar siendo una prioridad del gobierno federal fortalecer y promover el consumo de frutas y hortalizas, apoyando los programas/campaña que al respecto opera el SENASICA-SAGARPA.

El SENASICA solicitó al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), representación México, llevar a cabo la presente evaluación, la cual tiene como objetivo general evaluar el impacto económico y ambiental del Programa Moscamed (PM), el Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) y la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF), durante el periodo 2009-2017.

El contenido de este trabajo incluye, en el primer capítulo, una introducción al tema; en el segundo, los antecedentes que dieron origen a los programas/campaña contra moscas de la fruta; en el tercero, los objetivos de la presente evaluación; y en el cuarto la metodología utilizada en la misma. En los capítulos quinto y sexto se presenta el manejo integrado que el SENASICA ha aplicado en el Programa Moscamed y a la CNMF, respectivamente; y en el séptimo, las actividades fitosanitarias realizadas mediante el TPMEF. Los capítulos octavo y noveno abordan los temas de estructura de beneficios y de costos asociados a los mencionados programa/campañas de moscas de la fruta; mientras que el décimo muestra el resultado del análisis económico-ambiental de esta evaluación. En el capítulo décimo primero se ofrecen las conclusiones y recomendaciones derivadas del presente estudio, y en el décimo segundo, la bibliografía consultada.

² OMS. 2002. Informe sobre la Salud en el mundo – Reducir los riesgos y promover una vida sana. Fomento del consumo mundial de frutas y verduras. <http://www.who.int/whr/2002/es/>.

II. ANTECEDENTES

Programa Moscamed (PM)

La mosca del Mediterráneo (*C. capitata*) se introdujo a México en 1977, proveniente de las zonas de Centroamérica infestadas de esta plaga. En 1978 el gobierno mexicano, a través del SENASICA-SAGARPA, en colaboración con los Gobiernos de Guatemala (MAGAVISAR) y Estados Unidos de América (USDA-APHIS), suscribieron el Programa de Control y Erradicación de la mosca del Mediterráneo (Programa Moscamed) con los objetivos de erradicar la plaga de las áreas infestadas a lo largo de la costa del estado de Chiapas, México, proteger las áreas libres al norte de Guatemala (región del Petén) y prevenir su entrada a la Unión Americana. El objetivo de erradicar la plaga de México fue alcanzado en 1982 (Hendrichs *et al.*, 1983).

El estado de Chiapas y el sur de Tabasco presentan alto riesgo de entradas de la plaga debido a la extensa frontera con Guatemala, en donde la mosca del Mediterráneo está presente en gran parte de su territorio. La red de trampeo que mantiene el Programa Moscamed asegura la detección de moscas silvestres y mediante el muestreo de fruta, la confirmación de entradas de la plaga. La aplicación del control químico terrestre se extiende hasta cumplir el ciclo programado de 12 semanas sin nuevas detecciones, además de intensificar el control biológico y la Técnica del Insecto Estéril en la eliminación de poblaciones fértiles de las entradas de la plaga. Esto permite el movimiento de frutas libres de esta plaga, tanto para su consumo interno como la exportación.

Al igual que México, Estados Unidos de América está libre de la mosca del Mediterráneo, aunque también ocurren de manera esporádica entradas, principalmente por medio de acarreo de frutos infestados a través de puntos de riesgo como aeropuertos y puertos marítimos. La inversión que ha hecho la Unión Americana al Programa Moscamed (PM) desde 1978, ha sido crucial para alcanzar los objetivos; sin embargo, se han reducido de manera sustancial en los últimos años.

Desde la erradicación de la plaga en 1982, el enfoque del Programa Moscamed ha consistido en establecer y mantener una barrera de contención a lo largo de la frontera de Chiapas, México con Guatemala. En 1987, se elimina la plaga de las áreas infestadas sobre la barrera y se empuja ésta alrededor de 100 km al Este y Sur de la frontera (Salcedo *et al.*, 2009). De 2008 a 2015, el programa alcanzó el mayor avance territorial hacia el interior de Guatemala (29,382 km² o 2.93 millones de hectáreas), alejando aún más los frentes de infestación de la frontera con México (Enkerlin *et al.*, 2015). El PM sigue un manejo integrado de plagas basado en la Técnica del Insecto Estéril (TIE); sus avances logrados a la fecha reflejan el éxito de su estrategia integral en áreas amplias.

En la planeación del Programa Moscamed se concibió la creación de la planta productora de moscas estériles, la cual fue establecida en Metapa de Domínguez, Chiapas, con una capacidad de producción de hasta 500 millones de moscas estériles por semana. En 1980 iniciaron las liberaciones de moscas estériles y, en los siguientes 37 años (1980-2017), se tiene registro de la liberación de más de 520 mil millones de estos organismos en la región fronteriza de Chiapas y Guatemala, esto sin contar las moscas estériles que se producen en la planta del Pino en Guatemala, con capacidad de producción de mil millones por semana y las cuales son principalmente liberadas en territorio guatemalteco.

Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF)

La DGSV-SENASICA estableció la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta en 1992, para controlar a las especies de moscas nativas del género *Anastrepha* que se distribuyen en las áreas tropicales y subtropicales de México. Estas moscas se consideran plagas de importancia económica por su incidencia, severidad y por las restricciones cuarentenarias que imponen los países libres de ellas. Por tratarse de moscas nativas de nuestro continente, su presencia puede ser permanente si no se mantiene establecido su control. Las distintas especies de moscas de la fruta nativas pueden causar pérdida de frutos en campo de entre 10-20% a los cítricos dulces y durazno; de 20-30% a frutos tropicales como mango, guanábana, mamey y chico zapote; y de 60% a la guayaba. Estas pérdidas se pueden incrementar hasta 80% o más, sin medidas de control fitosanitarias contra esta plaga. La CNMF ha operado sin interrupciones en gran parte del país durante más de 25 años, también bajo la estrategia de manejo integrado de plagas (AW-IMP) (Reyes *et al.*, 2000). Sus actividades incluyen el trapeo y muestreo de frutos; control mecánico, cultural, químico, biológico y legal; además de la técnica del insecto estéril (TIE), de acuerdo a la regulación fitosanitaria mexicana (NOM-O23-FITO-1995 y NOM-075-FITO-1997). A la fecha la campaña opera en 26 estados del país.

Gracias a la CNMF, en 2008 se declararon libres de moscas de la fruta 920,570 km² del territorio mexicano, representando el 47% de la superficie nacional (Gutiérrez-Ruelas *et al.*, 2013). En 2012 había más de 84 mil hectáreas certificadas como libres o temporalmente libres de esta plaga, destacado en ellas el cultivo de mango (48% de la superficie certificada), guayaba, cítricos dulces y durazno (21%, 14% y 14%, respectivamente). En 2017 se logró tener como zona libre de especies de *Anastrepha* el 51.3% de la superficie sembrada de frutas hospedantes de esta plaga (un millón de km²), cuya producción experimentaría pérdidas de hasta del 25%, equivalentes a cerca de US\$175 millones, de no estar operando la campaña (Ramírez y Ramírez 2018)³. Las zonas libres de moscas de la fruta han permitido la comercialización y exportación de frutos sin tratamiento cuarentenario.

³ Fuente: <http://sinavef.senasica.gob.mx/mdf/>. CNMF, DGSV, SENASICA.

Tramteo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta

Para proteger la actividad hortofrutícola del país, el SENASICA, a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) estableció el Sistema Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) en 1996⁴. En este sentido, la Norma Oficial Mexicana, NOM-076-FITO-1999, establece oficialmente el TPMEF contra los géneros *Ceratitis* (*C. capitata*, *C. rosa*), *Dacus* (*D. ciliatus*) y *Bactrocera* (*B. dorsalis*, *B. carambolae*, *B. (Zeugodacus) cucurbitae*, *B. zonata*, *B. tryoni*), además de algunas especies de *Anastrepha* spp. (*A. suspensa*, *A. grandis*) y *Rhagoletis* spp. (*R. pomonella*, *R. cerasi*, *R. completa*), así como el procedimiento para activar el dispositivo nacional de emergencia⁵.

Mediante el TPMEF se tiene una vigilancia constante en los 32 estados de la República, que detecta oportunamente y, en su caso, elimina posibles entradas de moscas exóticas de la fruta al territorio nacional, reduciendo los riesgos de establecimiento y dispersión en el país. Con este sistema de vigilancia también se protegen las 1.9 millones de hectáreas cultivadas de los principales hortofrutícolas hospedantes de dichas plagas a nivel nacional, cuya producción equivale a alrededor de 22 millones de toneladas.

El TPMEF consiste de trampas instaladas, y atrayentes específicos para moscas exóticas de la fruta, las cuales están colocadas en los aeropuertos y puertos marítimos, centros turísticos, centros de acopio y comercialización, carreteras de tránsito internacional, basureros, zonas frutícolas comerciales, terminales de ferrocarril y centrales de autobuses de las entidades federativas del país. El Dispositivo Nacional de Emergencia se activa cuando se ha corroborado la presencia de alguna de las especies arriba señaladas mediante un diagnóstico positivo, emitido por el Laboratorio de Taxonomía del Programa Nacional de Moscas de la Fruta.

De acuerdo a Salcedo *et. al.* (2009 y 2010), la decisión del gobierno federal de establecer en México el Programa Moscamed y la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta fue acertada, desde el punto de vista económico. El PM generó al país no solamente beneficios directos en la producción y exportación de frutas y hortalizas de alto valor (hospedantes de la moscamed) de 1978 a 2008, sino también, beneficios indirectos en la forma de: 1) creación de empleo agrícola; 2) ahorro en gasto al bajar la aplicación de insecticidas para controlar a la plaga; 3) ahorro de posibles intoxicaciones de la población que está expuesta a los insecticidas convencionales, y 4) menor impacto negativo de estos

⁴ y ² Moscas exóticas de la fruta. Introducción de la Campaña. 9 de junio de 2017.

<https://www.gob.mx/senasica/documentos/moscas-exoticas-de-la-fruta-110874>

⁵ SENASICA 2017. Norma vigente, NOM-076-FITO1999. Sistema preventivo y dispositivo nacional de emergencia contra moscas exóticas de la fruta. 27 de marzo de 2017.

productos químicos al ambiente, en lo relativo a la eliminación de polinizadores, de enemigos naturales de la moscas de la fruta, y menor contracción de la actividad apícola.

Los productores hortofrutícolas hubieran tenido que aplicar más insecticida a sus cultivos, lo cual hubiera causado efectos negativos al ambiente, y no hubieran podido contratar la cantidad de jornaleros agrícolas que emplearon; además, hubieran enfrentado pérdidas potenciales significativas en su producción. Así mismo, el gobierno mexicano hubiera dejado de recibir las divisas que obtuvo mediante la exportación de los hortofrutícolas hospedantes de estas plagas.

México requiere el fortalecimiento permanente de sus acciones de sanidad, inocuidad y trazabilidad, no solamente para incrementar la producción hortofrutícola sino para conservar los mercados agroalimentarios en los que ya incursiona, y conquistar nuevos, en su intento por diversificar y reducir la dependencia que hoy tiene de Estados Unidos de América con la mayoría de sus frutas y hortalizas que exporta.

III. OBJETIVOS

El objetivo general de esta evaluación es cuantificar el impacto económico y ambiental de los Programas de Mosca de la Fruta en México durante el periodo 2009-2017, tomando en cuenta los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar el comportamiento de las distintas actividades técnicas fitosanitarias de la estrategia integral de control de la mosca del Mediterráneo en México de 2009 a 2017.
2. Evaluar las diferentes actividades técnicas fitosanitarias de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (del género *Anastrepha*) de 2009 a 2017, en los estados del país donde ha venido operando, especificando sus estatus fitosanitarios y grados de avance durante el periodo de análisis.
3. Analizar las actividades e impacto de la vigilancia fitosanitaria del Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta en México de 2009 a 2017.
4. Plantear la estructura de beneficios directos e indirectos generados por el Programa Moscamed, el Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta y la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, durante el periodo de análisis.
5. Señalar la estructura de costos directos e indirectos del Programa Moscamed, el Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta y de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta de 2009 a 2017.
6. Medir los indicadores económicos conjuntamente para el PM, la CNMF y el TPMEF: relación beneficio costo (B/C), Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación de la Inversión (PR) para el periodo de análisis; así como la generación de divisas, creación y mantenimiento de empleo, e impacto ambiental por uso indiscriminado de insecticidas convencionales, cuantificando las pérdidas potenciales y residuales en las que hubiera incurrido el país, de no haberse implementado el PM, la CNMF y el TPMEF.

IV. METODOLOGIA

Para cumplir con los objetivos arriba planteados, se cuantificaron los beneficios (directos e indirectos) y costos que han generado al país el Programa Moscamed (PM), el Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) y de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF) durante 2009-2017. El modelo utilizado en esta evaluación fue el desarrollado por FAO/IAEA (2007), Cost Benefit Analysis Model: a tool for Area-Wide Fruit Fly Management, adecuado por Salcedo *et al.* (2009)⁶. Se evaluaron conjuntamente los impactos económicos y ambientales del PM, TPMEF y CNMF, tomando en cuenta que algunos de los más representativos cultivos hospedantes de la mosca del Mediterráneo, también son hospedantes de las moscas nativas, como el mango, cítricos dulces, durazno y guayaba.

Se capturó información cualitativa y cuantitativa que permitió la adecuación del modelo a través del cual se cuantificaron los indicadores. Se extrajeron datos de la revisión documental y análisis de los informes anuales del PM, TPMEF y CNMF, evaluaciones realizadas y otros documentos relativos a la operación de dichos programas. También se levantaron encuestas a actores involucrados (directivos, planeadores y coordinadores del PM, TPMEF y CNMF), para identificar impactos económicos y ambientales que pudieron haber causado modificaciones en las actividades fitosanitarias ejecutadas por los programas de moscas de la fruta durante 2009-2017. Además, se realizó un análisis estadístico específico para investigar si los programas de moscas de la fruta contribuyeron de forma significativa a generar cambios en los beneficios aquí mencionados.

Entre los indicadores más aceptados para cuantificar los impactos económicos generados por bienes públicos o programas gubernamentales están los recomendados por la FAO⁷: razón beneficio-costos (B/C), el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR), y el periodo en años para recuperar la inversión (PR) los cuales se cuantifican en esta evaluación. Otros indicadores de impacto económico también medidos en este trabajo son la generación de divisas por concepto de exportaciones de los productos hortofrutícolas hospedantes de moscas de la fruta, la contribución de los programas de mosca de la fruta al PIB agrícola, así como el mantenimiento y generación de empleo (Salcedo *et al.*, 2009)⁸. Los indicadores indirectos asociados a los programas de moscas de la fruta son: el ahorro que ha traído consigo la estrategia de control utilizando un manejo integrado de moscas de la fruta con el componente de la TIE (en comparación con la estrategia convencional a base de insecticidas), en la salud y costos médicos de personas intoxicadas por su

⁶ Salcedo *et al.* 2009. Evaluación Económica del Programa Moscamed en México (1978-2009). SAGARPA-IICA. México.

⁷ FAO. 2005. EasyPol, On-line resource materials for policy making. Analytical tools, Modules 020 y 039. WinDASI: A Software for Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, Calculation Performed by the Software.

⁸ Salcedo *et al.* 2014. Salcedo *et al.* (Julio 2014). Indicadores y metodología para medir los impactos de las Campañas y Programas de Sanidad, Inocuidad e Inspección Zoonosanitaria en la Competitividad, Economía y Salud Pública. IICA-SENASICA, México.

exposición a la aplicación repetida y calendarizada de insecticidas de amplio espectro como el malatión a los productos hortofrutícolas hospedantes; así mismo, el menor impacto negativo al ambiente, a través de una mayor protección de polinizadores y enemigos naturales que contribuyen a mantener poblaciones bajas de plagas en hortalizas y frutales como lo son insectos escama, áfidos y trips, entre otros, así como de su efecto en la apicultura⁹.

En esta evaluación se cuantifican los indicadores de impacto económico: VPN, relación B/C, TIR, PR, divisas generadas, contribución al PIB agrícola y la contribución a la generación y mantenimiento del empleo; así como los de impacto ambiental señalados arriba.

La generación de divisas representa un beneficio para el país porque en la medida que ingrese una mayor cantidad de dólares, mediante la exportación de productos agrícolas a los mercados internacionales, principalmente Estados Unidos de América, que es nuestro principal socio comercial, el peso mexicano se fortalece, evitando presiones inflacionarias que afectan el “bolsillo” de la ciudadanía. Por otro lado, conforme el Producto Interno Bruto (PIB) agrícola crezca, los productores contarán con mayores ingresos para mejorar su nivel de vida y demandar mayores bienes y servicios, con lo cual se estimula la actividad económica del país. Así mismo, en la medida que las actividades agrícolas se fortalezcan, los empleos que generan se mantendrán y aumentarán, asegurando el ingreso de los trabajadores y jornaleros que dependen de ellas, lo cual evita su migración hacia las ciudades en donde otros sectores de la economía no pueden absorberlos¹⁰.

Los beneficios directos se cuantifican utilizando datos históricos del volumen y valor neto de la producción y exportaciones de las frutas y hortalizas hospedantes de la mosca del Mediterráneo, de otras moscas exóticas que son también una amenaza para el país y de moscas de la fruta nativas del género *Anastrepha*, durante el periodo 2009-2017. La medición de los beneficios se hace conjunta para los tres programas, PM, TPMEF y CNMF, ya que éstos protegen a varios de los mismos hospedantes que atacan las distintas especies de moscas. El impacto de las acciones fitosanitarias efectuadas por estos programas ha sido determinante para que las ventas al exterior de los productos hortofrutícolas hospedantes se hubieran podido realizar a los países que están libres de estas plagas (como a Japón, la Unión Europea y Estados Unidos de América, que ha sido el destino de la mayoría de los exportaciones). En la medición de los beneficios totales se

⁹ FAO/IAEA. 2005. "Environmental benefits of medfly sterile insect technique in Madeira and their inclusion in a cost-benefit analysis" IAEA-TECDOC-1475.

¹⁰ Salcedo *et al.* (Julio 2014) Indicadores y metodología para medir los impactos de las Campañas y Programas de Sanidad, Inocuidad e Inspección Zoonosanitaria en la Competitividad, Economía y Salud Pública. IICA-SENASICA, México.

considera el valor de la producción que fue al mercado nacional y el de las exportaciones mexicanas de los frutos y hortalizas hospedantes.

En la cuantificación de los beneficios directos se consideran los hospedantes primarios y secundarios; mientras que, en el cálculo de los indirectos, solamente se toman en cuenta los hospedantes primarios. Como entre las moscas exóticas de mayor riesgo se encuentra la del Mediterráneo, la mosca Oriental (*Bactrocera dorsalis*) y la mosca del melón, *B. (Zeugodacus) cucurbitae*, los frutos y hortalizas seleccionados en esta evaluación son los principales de estas plagas que se cultivan comercialmente en México (Cuadro IV.1). Aunque está demostrado que el aguacate Hass no es un hospedante de moscas de la fruta, incluyendo a la mosca del Mediterráneo, cabe mencionar que el establecimiento de esta especie en el país o de la mosca Oriental, pudiera ocasionar la aplicación de medidas de regulación fitosanitaria al menos de manera temporal, las cuales irían desde medidas adicionales de mitigación de riesgo que afectarían el costo del productor/exportador, hasta el cierre del mercado de exportación a Estados Unidos de América y Japón.

Cuadro IV.1 Cultivos hortofrutícolas hospedantes de moscas de la fruta en México considerados en esta evaluación

CULTIVOS HORTOFRUTICOLAS HOSPEDANTES DE MOSCAS DE LA FRUTA		
Cultivos hospedantes	De la mosca del Mediterráneo y principales exóticas ¹	De moscas nativas del género <i>Anastrepha</i>
Primarios	Café cereza, durazno, chabacano, guayaba, mandarina, mango, manzana, naranja, pera y toronja	Ciruela, durazno, guayaba, mandarina, mango, manzana, naranja, toronja, mamey y zapote
Secundarios	Arándano, chile verde, chayote, fresa, melón, papaya, pepino, sandía, tomate rojo, fresa, frutillas ² y uva	Guanábana y marañón

¹No presentes en México

²Incluye frambuesa, mora y zarzamora.

Los costos directos e indirectos se cuantifican primero por separado para cada programa (PM, TPMEF, y CNMF) y al final se integran. Los costos directos incluyen el gasto operativo y las inversiones asociadas a las actividades que realizan el PM, el TPMEF y la CNMF; mientras que los indirectos abarcan los gastos asociados a las actividades de manejo y control de cada programa que hubieran realizado los productores. El gasto operativo y la inversión (maquinaria y equipo, por ejemplo) se cubren con los presupuestos ejercidos por los programas para los conceptos de recursos humanos, recursos materiales y servicios.

De la inversión se toma en cuenta solamente la parte proporcional de la vida útil de los activos (fijos y variables) que corresponda a la depreciación/amortización durante el periodo de la evaluación (2009-2017). Como inversión se consideran:

- a) La infraestructura o plantas para producir insectos estériles y de control biológico, centro de empaque y laboratorios propios para diagnóstico de muestras vegetales.
- b) La infraestructura de las oficinas propias en los centros de operación del Programa Moscamed.
- c) La maquinaria y equipo utilizado en la operación de los programas

Los escenarios a evaluar fueron:

1. El impacto económico y ambiental de la operación del Programa Moscamed (incluyendo las actividades fitosanitarias de contención en la barrera México-Guatemala), el TPMEF y de la CNMF, para el conjunto de las 26 frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta, de 2009 a 2017.
2. El impacto económico y ambiental (para los hortofrutícolas hospedantes), si no hubieran operado en el país el PM, el TPMEF y la CNMF, durante el periodo de análisis.
3. El impacto económico y ambiental en las actividades productivas de los estados que cultivaron y exportaron mango y cítricos dulces durante 2009-2017, en presencia de los programas/campaña de moscas de la fruta en México.
4. El impacto económico y ambiental en las actividades productivas de las entidades federativas que cultivaron y exportaron mango y cítricos dulces durante 2009-2017, de no haber operado en el país el PM, TPMEF y la CNMF.

A través de los beneficios/ingresos (directos e indirectos) y los costos, se determinaron los beneficios netos en cada uno de los años considerados en la evaluación (2009 a 2017). Como beneficio neto se entiende al flujo (beneficios o ingresos menos costos) que se obtiene año con año mediante: el Programa Moscamed (PM), el Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) y la Campaña Nacional contra Moscas de la fruta (CNMF).

Las fórmulas que permitieron la cuantificación de los indicadores fueron las siguientes:

$$\text{El Valor Presente Neto, } VPN = \sum_{t=0}^k \frac{\text{Flujo}_t}{(1+r)^t}$$

en donde:

$$Flujo_t = B_t^{Programas} - Costos_t^{Programas}$$

k = número de años evaluados que en este caso es de 9.

r = tasa de descuento (representada por la inflación promedio del periodo a evaluar).

$B_t^{Programas}$ = suma de los beneficios directos e indirectos asociados a los programas/campaña contra moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF), de acuerdo a como se definieron arriba.

$Costos_t^{Programas}$ = Suma de los costos directos e indirectos asociados a los programas/campaña de moscas de la fruta, de acuerdo a como se definieron arriba.

Un indicador VPN mayor a cero implica que la inversión en los programas/campaña fue viable en términos económicos; en caso de ser negativo, significaría que los costos superaron a los beneficios y, por tanto, la inversión en los programas de moscas de la fruta no hubiera sido viable desde el punto de vista económico.

Por su parte, la razón B/C es el cociente de la sumatoria de beneficios anuales a valor presente, entre la sumatoria de los costos anuales también a valor presente (ambos como se definieron antes), se representa con la fórmula:

$$\text{Razón Beneficio/Costo, } \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^k \frac{B_t^{Programas}}{(1-r)^t}}{\sum_{t=0}^k \frac{Costo_t^{Programas}}{(1-r)^t}}$$

en donde:

k = número de años evaluados de los programas/campaña moscas de la fruta.

r = la tasa de descuento (inflación promedio en los k años de la evaluación).

Un B/C mayor a 1 indica que la inversión en los programas de moscas de la fruta fue económicamente viable. Esto significaría que los beneficios superaron los costos; por el contrario, con un B/C menor a 1 (costos superiores a los beneficios) la interpretación sería que la inversión en los programas no fue viable.

La tasa interna de retorno TIR, es la solución de la ecuación:

$$I_0 - \sum_{t=0}^k \frac{Flujo_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

I_0 = Inversión inicial del PM, TPMEF y CNMF y TIR, es la tasa de interés que debió haber generado la inversión hecha en los programas moscas de la fruta, consistente de flujos (costos y beneficios) ocurridos durante el período evaluado.

El periodo de recuperación de la inversión se representa con la fórmula,

$$PR = \text{Min} \left[t, \left(\sum_{j=1}^k \text{Flujo}_j - I_0 \right) \geq 0 \right]$$

Al PR también se le conoce como punto de equilibrio, es el periodo requerido para que los beneficios netos acumulados igualen a la inversión original realizada mediante los programas de moscas de la fruta.

Los beneficios definidos incluyen a los valores de la producción de las frutas y hortalizas mexicanas (hospedantes de moscas de la fruta), que, bajo la atención del PM, TPMEF y CNMF fueron al mercado nacional y a la exportación; al valor del empleo mantenido y generado en las mencionadas actividades productivas; y al ahorro en pérdidas potenciales en caso de que dichos programas/campaña no hubieran operado (valor de la producción en riesgo).

Se tomaron en cuenta las variables relacionadas con la producción y exportación de los 26 productos hortofrutícolas seleccionados, a lo largo del periodo 2009-2017: superficie cosechada (ha), SC_j ; precio medio rural (\$/ton), PMR_j rendimientos, $Rend_j$ (ton/ha), volumen de producción, $VoProdDca_j$ (ton), volumen de exportaciones, Vo_{Exp_j} (ton), valor de exportaciones, Va_{Exp_j} (US\$ miles), costos de producción, CP_j (\$/ha), entre otros. El subíndice "j" refleja que los datos son por cultivo. La estimación de la producción quedó como,

$$Vo_ProdDca_t = \sum_{j=1}^{26} Vo_ProdDca_j \text{ y su valor,}$$

$$Va_Prod_t = \sum_{j=1}^{26} Va_ProdDca_j + \sum_{j=1}^{26} Va_{expj}$$

Se descontaron los costos de producción, CP , los cuales se representaron como:

$$CP_t = \sum_{j=1}^{26} CP_j = \sum_{j=1}^{26} Va_Prod_j * prop_j$$

Las variables de beneficios quedaron, entonces, definidas como:

$Va_ProdDca_t$ = Valor de la producción que atendió el mercado doméstico de los hortofrutícolas hospedantes que atienden el PM, TPMEF y CNMF (valor en US\$) para los años $t=1,2,\dots,9$.

W_t = Valor de las exportaciones, gracias a la atención que recibieron los cultivos hospedantes de los programas de moscas de la fruta (valor en US\$) para los años $t=1,2,\dots,9$.

X_t = Ahorro de la pérdida potencial de la producción de los hortofrutícolas hospedantes que se hubiera dado de no haber operado los programas de moscas de la fruta (valor en US\$) para los años $t=1,2,\dots,9$.

Y_t = Ahorro en pérdida de empleo asociado a los volúmenes de productos hortofrutícolas que no se dejaron de exportar, debido a la existencia de los programas de moscas de la fruta (valor en US\$), así como del asociado a las pérdidas potenciales en que hubieran incurrido las actividades productivas de los hospedantes, para los años $t=1,2,\dots,9$.

Utilizando estas variables, los beneficios se estimaron con la expresión;

$$B_t^{Programas} = \sum_{t=1}^9 (V_t + W_t + X_t + Y_t)$$

Para la cuantificación de los indicadores del mango y cítricos dulces que se produjeron y exportaron, se midieron primero los beneficios y costos por estado productor, y después se agruparon.

Así, los beneficios definidos correspondieron a los valores de la producción y exportación de los productos hortofrutícolas hospedantes en los estados de la República Mexicana que produjeron mango (B_{Mgo}) o cítricos dulces, al ahorro en pérdida del valor del empleo mantenido-generado en su producción, y al ahorro de pérdidas potenciales de producción en caso de que los programas/campañas de moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF) no hubieran operado durante el periodo de análisis.

Al valor neto de exportación del mango se le incluyó el costo del tratamiento hidrotérmico (TH), práctica de postcosecha para eliminar estados inmaduros de moscas de la fruta. El TH es un requisito fitosanitario para exportación a Estados Unidos de América y Japón, y es obligatorio para la movilización del mango de Guerrero de Zonas de Baja Prevalencia a ZL (NOM-EM-029-FITO-1996) en su tránsito hacia la frontera. De acuerdo con los Coordinadores de la CNMF¹¹, el costo del tratamiento hidrotérmico es de US\$0.40/kg de mango mexicano. También señalaron dichos entrevistados que debido al relativo bajo costo del tratamiento postcosecha a base de irradiación, se está ampliando la exportación de mango de zonas que de otra manera no podrían exportarlo (Colima y Nayarit, por

¹¹ Encuestados para fines de este estudio en octubre 2018.

ejemplo). Se consideró un costo de US\$0.32/kg a las exportaciones de mango procedentes de ciertos estados, y de guayaba, por este tratamiento. Dicho tratamiento forma parte de los objetivos de la CNMF.

Con respecto a los costos, se consideraron los presupuestos ejercidos por el PM, TPMEF y CNMF, los cuales cubrieron los gastos de operación de los mismos y parte de la amortización/depreciación de las inversiones; así como otros indirectos en que hubieran incurrido los productores en el manejo de sus cultivos, por recomendación de dichos programas/campaña. Los costos se cuantificaron por separado para cada instrumento de política pública: para el PM fueron los de prevención y contención en México y a lo largo de la barrera con Guatemala; para el TPMEF los de la vigilancia fitosanitaria establecida en los puntos de entrada de alto riesgo, a lo largo y ancho del territorio nacional; mientras que para la CNMF, los de las medidas de control fitosanitarias establecidas en los estados de la República donde operó (e.g. trampeo, muestreo de frutos, control químico, control cultural y control mecánico).

Así mismo, los costos operativos del PM incluyeron los relacionados a la producción de las moscas estériles, transporte y liberación en Chiapas, sur de Tabasco y en el interior de Guatemala a lo largo de la barrera de contención en la región fronteriza (durante el periodo de esta evaluación, al menos el 70% de las moscas estériles producidas en la Planta Moscamed de Metapa se liberaron en territorio guatemalteco, salvo en 2017 cuando hubo necesidad de liberar una mayor cantidad en Chiapas); mientras que los de la CNMF, correspondieron a las actividades fitosanitarias ejecutadas en los 26 estados de la República donde opera. Estos costos también incluyeron los de las actividades de capacitación, divulgación, relaciones públicas e investigación realizados por el PM y CNMF; así como los costos regulatorios correspondientes a la parte proporcional de la red de inspección fitosanitaria establecida en el país.

En las inversiones realizadas en el PM, TPMEF y la CNMF para poder ejecutar sus acciones fitosanitarias, se consideró la infraestructura, maquinaria y equipo de las plantas productoras de moscas de la fruta estériles como: *Ceratitis capitata* (mosca del Mediterráneo), *A. ludens* (mosca mexicana de la fruta), *A. obliqua* (mosca de las Indias Occidentales) y del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*, durante 2009-2017, en Metapa de Domínguez, Chiapas. En el caso del PM la inversión se asignó a todo el país, mientras que la de la CNMF se asignó proporcionalmente a la cantidad de mosca estéril enviada para liberación a cada estado. De la misma manera se asignó la inversión en infraestructura del centro de empaque y de la maquinaria y equipo con que cuenta. El valor de reemplazo de los activos se llevó a dólares de 2009, considerando una vida útil de 35 años para la infraestructura (plantas productoras de mosca estéril y centro de empaque) y de 5 años (en promedio) para la maquinaria y equipo.

En las evaluaciones de mango y cítricos dulces (realizadas por separado), se consideró una proporción de la inversión inicial total (costo de las plantas, centro de empaque y de su maquinaria y equipo) para el conjunto de los estados productores de dichos frutales, equivalente al porcentaje que representó la superficie cosechada de mango o cítricos dulces, respecto a la de todos los cultivos hospedantes, en el curso del periodo de evaluación.

Se incluyó también el costo de los cordones cuarentenarios que hay en el país para interceptar y prevenir la entrada y dispersión de plagas y enfermedades de plantas y animales (o productos pecuarios), tomando en cuenta la parte proporcional que correspondió a las moscas de la fruta (del Mediterráneo, otras exóticas y nativas de importancia económica), estimado en un 9% del presupuesto anual con que operaron dichos cordones (de acuerdo con especialistas de la DGSV).

Por otra parte, los beneficios indirectos o costos que se ahorra el país mediante la operación del PM, TPMEF y CNMF son: a) el impacto en el mantenimiento y generación de empleo asociado a los incrementos en la producción de los cultivos hospedantes, así como el creado para la planeación, supervisión y operación de dichos programas; b) el ahorro en costo por la potencial intoxicación de la población rural que está expuesta a la aplicación del insecticida malatión; c) el ahorro de la pérdida potencial producción de los hospedantes, gracias a la puesta en marcha de estos programas/campaña; d) ahorro en la cantidad y tipo de insecticida aplicado a los cultivos; y e) menor impacto negativo al ambiente, representado por la mayor protección de polinizadores y de los enemigos naturales de otras plagas como trips, escamas, pulgones, entre otros, así como de su efecto en la apicultura, incluyendo la protección de la producción de miel de abeja Europea, industria de alto valor y generación de divisas, y de las abejas Mayas (meliponas) esenciales para conservación de especies vegetales nativas y protección de los ecosistemas.

El impacto en el mantenimiento y creación de empleo en las actividades productivas de los hospedantes señalados se cuantificó considerando el número de jornales que ocupa cada cultivo, así como los salarios que devengaron durante el periodo 2009-2017. También se tomó en cuenta el empleo que gracias a los programas/campañas fitosanitarias se mantiene, al no haber pérdidas potenciales en la producción de los cultivos (toneladas/hectárea). Se supone que como no habría exportaciones de los productos susceptibles de ser atacados por las moscas de la fruta, en ausencia de dichos programas, el empleo asociado a tales actividades también se perdería; así como el generado para la ejecución, supervisión y planeación de los programas/campañas: del PM, de las plantas productoras de moscas estériles, del centro de empaque, y el contratado por los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal del SENASICA en los estados para la

operación del TPMEF y CNMF; también el de los empleados y funcionarios de la DGSV que manejan y supervisan a los programas, a nivel federal.

Para el cálculo del empleo en las actividades productivas de los cultivos hospedantes en un año específico, se utilizó la fórmula:

$$IEm = (jph)(su_c)(co_j)$$

en donde,

IEm = impacto en empleo (expresado en \$).

jph = empleo (número de jomales por hectárea),

su_c = superficie cosechada del cultivo (ha.),

co_j = costo por jornal (\$)

Por su parte, el ahorro en pérdida potencial de la producción, se refiere al porcentaje que con la operación de los programas/campaña de moscas de la fruta correspondió a beneficios indirectos; mientras que bajo el escenario que asumió que el PM, TPMEF y CNMF no operaron durante 2009-2017, al porcentaje en que se hubiera reducido la producción de los cultivos hospedantes considerados. En el Cuadro IV.2 se muestra la pérdida potencial que enfrentarían los principales cultivos susceptibles de ser atacados por la mosca del Mediterráneo, otras moscas exóticas y las del género *Anastrepha*, de no haberse ejecutado el PM, el TPMEF y la CNMF en México.

Sin estos instrumentos de política pública (IPP), la pérdida potencial (Ppot) en ausencia de medidas de control de las moscas de la fruta, se representó como: $Vo_ProdsinIPP = Vo_ProdN*(1-Ppot)$, asumiendo que bajo esa situación no habría exportaciones (serían igual a cero), en cuyo caso toda la producción equivaldría al consumo doméstico, $Va_ProdsinIPP - (Vo_Prod_sinIPP*PMR*0.75)/(1,000,000)$, en donde, PMR = Precio Medio Rural. Es decir, como al aumentar la oferta de los productos en el mercado nacional los precios bajarían, se asume una disminución en los mismos del 25%, ante este escenario. Los costos de producción serían $Co_PsinIPP = Vo_ProdsinIPP*CP_Dca/ton) + (SC*CostoAplicación\ malation/ha)$; y el valor neto de la producción $Va_ProdsinIPP = Va_ProdsinIPP-CP_sinIPP$.

Para estimar el impacto del insecticida convencional (malatión) en la salud de la población que está expuesta al mismo, se consideró que la población rural (Pob_R) de las áreas donde se cultivan los hospedantes seleccionados y en donde operaron los programas/campaña de moscas de la fruta, podría estar expuesta a intoxicaciones aumentando el número de personas intoxicadas. Se asumió que 12.5% de la población expuesta estaría en riesgo de intoxicación: $Pob_Riesgo=Pob_R*0.125$. Adicionalmente y en base al estudio de Florida, EE.UU. (MMWR, 1999), se determinó que, con 23,880 litros de malatión aplicado, 123 de cada 132,000 personas se intoxican, y de esas, el 50% resulta

con problemas neurológicos. Por tanto, el número de personas afectadas en el sector rural quedó como: $((Pob_Afect = Pob_Riesgo * Lt_malation * 123 / SC) / Fact_Florida) * 0.5$. Con base en datos del IMSS y del ISSSTE en Tapachula, Chiapas, un costo de US\$87.6 por tratamiento médico de afectación neurológica fue considerado a lo largo del periodo, manteniendo el costo en dólares reales de 2017. El valor atribuido a problemas de salud en cada año, en presencia de los programas/campaña, quedó entonces como, $Va_Salud = Pob_Afect * Precio$; mientras que en ausencia de dichos programas y considerando la aplicación del insecticida malatión, el valor se representó como, $APob_Afect_Pob_NoP = ((Pob_Riesgo * Lt_malation_NoP * 123 / SC) / Fac_Florida) * 0.5$ y $Va_Salud_NoP = Pob_NoP * precio$.

Por su parte, en la cuantificación del uso de insecticidas, se consideró que gracias al PM el país está libre de la mosca del Mediterráneo (Enkerlin *et al.*, 2015) y, mediante la CNMF, se aplicó el producto insecticida-cebo en la cantidad adecuada al estatus fitosanitario existente en las áreas cultivadas de los hospedantes en cada estado (por ejemplo, Zonas libres, Zona de Baja Prevalencia o Zona Bajo Control).

En presencia del PM y la CNMF, el precio del insecticida utilizado por hectárea se obtuvo de los registros anuales del gasto ejercido en el control químico (Gto_CQ), quedando el valor por hectárea como: $CQ_Total/ha = Gto_CQ/SC$, de acuerdo a las cifras de la DMF-DGSV; así como el costo total del control químico. En la campaña se aplicó malatión (en ZBP y ZBC) y el GF-120. Desde 2008 en el PM solo se aplica el insecticida GF-120, siendo éste sustancialmente más caro que el malatión. El GF-120 se aplicó de manera terrestre en mezcla a razón de 4-5 litros/ha y de 6 a 8 aplicaciones por año (en una relación de 20% de GF-120 y 80% de agua) en las Zonas Libres de Chiapas cuando se presentan brotes de la mosca del Mediterráneo. El costo del insecticida quedó representado por: CQ_Total , el cual incluyó tanto al valor del producto como al costo de la aplicación. De no haber operado los programas/campaña (PM y CNMF), la superficie cultivada se consideró igual a la superficie cosechada (SC), por tanto: $CQ_Total_sinP = Costo_malation/ha * SC$.

Como se mencionó antes, en la cuantificación de daños al ambiente, como resultado del uso inmoderado de insecticidas, se consideró: a) la muerte de los enemigos naturales de las moscas nativas o de otras plagas, b) los efectos en polinización, y c) los impactos en apicultura. Respecto al efecto en enemigos naturales de las moscas nativas o de otras plagas, se consideró que la aplicación de insecticidas convencionales los elimina, dejando sin control a plagas secundarias como escamas, áfidos y ácaros. Como resultado, los costos de producción pueden aumentar hasta en un 20% debido al incremento en la aplicación de insecticidas para controlar a las plagas secundarias (Pimentel, 2005). Mediante la operación de los programas/campaña, y tomando en cuenta el área donde se aplicó el insecticida, el efecto se representó como, $Va_Enaturales = 0.2 * CostoProd$; mientras que, si no hubieran operado, el impacto de pérdida del mercado de exportación y de las

pérdidas potenciales de producción quedó como, $Va_{Enaturales_SinP} = 0.2 * CostoProd_SinP$.

Cuadro IV.2 Pérdidas potenciales por infestaciones de moscas de la Fruta a cultivos hortofrutícolas sin medidas de control

Pérdidas potenciales por infestaciones de la mosca del Mediterráneo y del género <i>Anastrepha</i>	
Fruto hospedante	Pérdida esperada en producción ^{1/}
Guayaba	60%
Mandarina, naranja y toronja	30%
Mango	30%
Guanábana, chico zapote y mamey ^{2/}	25-30%
Pera	25%
Anacardo o marañón ^{3/}	15%
Chabacano, ciruela, manzana y durazno	12.50%
Café cereza	6%
Chile verde, fresa y uva	5%
Chayote, pepino, sandía, melón y tomate rojo	1%

^{1/} Los porcentajes varían dependiendo del grado de infestación de cada plaga; por ejemplo, solo *C. capitata* infesta al café y solo la *Anastrepha* al marañón; sin embargo ambas atacan a los cítricos dulces y al mango.

^{2/} Porcentaje de reducción en producción de frutas y hortalizas, según Vo *et al.* (2003).

^{3/} No existen datos publicados para estos frutos tropicales, especialistas en moscas de la fruta asumen estos porcentajes.

Dado que la aplicación de insecticidas también afecta a los agentes polinizadores, se consideró que, al eliminarse una proporción significativa de dichos insectos, el volumen y valor de la producción de los hospedantes se puede reducir hasta en un 20% (Orlando, 2001). Mediante la operación del PM y la CNMF, el impacto causado por los efectos negativos en la polinización se midió, tomando en cuenta las aplicaciones de insecticida observadas en cada estado (dado su estatus fitosanitario) durante el periodo de análisis, como $Va_{Polinizadores} = 0.2 * Va_{Prod}$, mientras que sin la operación de los mismos, el efecto de las pérdidas potenciales en producción y exportaciones se representó como, $Va_{Polinizadores_SinP} = 0.2 * Va_{Prod_SinP}$.

Para la cuantificación de impactos en apicultura, se asumió que la aplicación inmoderada de insecticidas convencionales afecta parte de las colmenas y, por tanto, pudo reducir en promedio 25% la producción de miel y cera de abeja (Hester *et al.*, 2001). Tomando en cuenta el volumen y precios de la miel y la cera de abeja ($Miel_P$ $Cera_P$), su valor de producción se representó como, $Va_{Miel} = Miel_Vo * Miel_P$ y $Va_{Cera} = Cera_Vo * Cera_P$. Mediante la operación de los programas/campaña de moscas de la fruta hay un ahorro en pérdida del 25% de miel y cera de abeja, asumiendo una moderada aplicación de insecticidas en los cultivos de frutales donde operan dichos programas y que las colmenas

están uniformemente distribuidas en el área, de tal forma que $Va_{MC_ahorro} = (Va_{Miel} \setminus Va_{Cera}) * 0.25$. Si no hubieran operado el PM y la CNMF, el ahorro anterior se consideró como pérdida.

Por otro lado, la contribución de los productos hortofrutícolas hospedantes de moscas de la fruta (considerados en esta evaluación) que atendió el PM, TPMEF y CNMF al PIB agrícola, se midió con la participación del valor de la producción anual de los mismos, a dicho Producto Interno Bruto.

$$CO_{PHF} = \frac{VaP_{Anual_PHF}}{PIB_{SAP}}$$

en donde:

CO_{PHF} = Contribución de los hortofrutícolas hospedantes al PIB agrícola durante 2009-2017.

VaP_{Anual_PHF} = Valor de la producción anual de los hortofrutícolas hospedantes en los 9 años evaluados.

PIB_{SAP} = Producto Interno Bruto del sector agrícola durante el periodo de la evaluación.

Por su parte, la aportación de los mencionados productos hortofrutícolas hospedantes que atendieron los programas de moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF) a la generación de divisas del país, se representó con el valor de las exportaciones de las frutas y hortaliza mexicanas durante el 2009-2017.

Todos los valores utilizados en el modelo (ingresos y costos) se convirtieron a dólares estadounidenses en su valor real de 2017, utilizando el tipo de cambio promedio anual de la cotización interbancaria.

Finalmente, a través de un análisis de regresión se determinó el porcentaje de variación en los flujos (beneficios-costos) explicada por la presencia de los programas/campaña; así como también se determinó, si el efecto conjunto de la presencia o ausencia de los mismos (PM, TPMEF y CNMF) en los flujos generados, fue estadísticamente significativo. La fórmula utilizada fue:

$$Y = \beta_0 + \beta_1(C/S Programa) + \varepsilon$$

en donde

Y = flujos o ingresos netos generados

ε = error aleatorio

β_0, β_1 = parámetros del modelo

$C/S Programa$ = con o sin programa, representado por una variable dummy.

V. MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO MEDIANTE EL PROGRAMA MOSCAMED

La mosca del Mediterráneo tiene un gran número de frutas y hortalizas hospedantes, cultivados y silvestres. Entre los hospedantes primarios se encuentran frutales de cáscara delgada como el café cereza, durazno, guayaba, mango y cítricos dulces (Liquido *et al.*, 1991). Otros frutos reportados como hospedantes de gran valor económico y de los que México es un importante exportador, son el tomate rojo o jitomate y el pimiento. Aunque estos y otros frutos no sean hospedantes primarios de la plaga, están sujetos a medidas de cuarentena ante la presencia de la plaga; y aunque existe la opción del enfoque de sistemas, o de un tratamiento postcosecha para poder exportarlos, estas medidas incrementan significativamente los costos de producción y pueden deteriorar la calidad de los frutos. Por ejemplo, los productores de naranja y toronja de Nuevo León señalaron que los costos del tratamiento con bromuro de metilo implicaron una inversión de entre 10 y 30 dólares por tonelada; y si el producto tiene como destino la exportación, se debe pagar a un experto que certifique el tratamiento, lo cual implica una inversión de 40 dólares adicionales por tonelada.

Desde su inicio el PM estableció como objetivos: 1) Erradicar la presencia de la mosca del Mediterráneo del territorio mexicano (objetivo logrado en 1982, Enkerlin *et al.*, 2015); 2) Establecer una barrera de contención en la frontera Guatemala-México y continuar actividades de supresión y erradicación entre la barrera de contención y el límite del área infestada en Guatemala (objetivo logrado de 1983 al 2017, Enkerlin *et al.*, 2017); y 3) Erradicar la mosca del Mediterráneo de Guatemala (objetivo parcialmente alcanzado con el establecimiento y mantenimiento de áreas libres en la región norte (Petén) y Occidente de Guatemala) y continuar la erradicación a lo largo de la región Centroamericana hasta el Darién, Panamá (objetivo no alcanzado).

Los avances logrados por el PM reflejan el éxito del manejo integrado, con su estrategia en áreas amplias. Destaca el éxito del desarrollo de una cepa sexada (TSL: temperature sensitive lethal, por sus siglas en inglés) para producir y liberar solo machos estériles, lo que permitió aumentar la efectividad de esta técnica, lo cual se vio reflejado en la reducción de costos de aplicación por kilómetro cuadrado por año, en comparación con el uso de la cepa bisexual de la mosca del Mediterráneo (Hendrichs *et al.*, 2002).

Dentro del MIP y para mantener al país libre de esta peligrosa plaga, el PM estableció un sistema de detección por trampeo con base en criterios de riesgo de introducción y establecimiento de la plaga en el estado de Chiapas y sur de Tabasco, así como la aspersión focalizada de insecticida-cebo en lugares con presencia de plaga, estaciones

cebo, destrucción de frutos hospedantes y la liberación continua de moscas estériles en áreas amplias. Adicionalmente, el SENASICA, a través de los Comités Estatales de Sanidad Vegetal estableció, en todo el país, el sistema de TPMEF (entre las que se encuentra la mosca del Mediterráneo) para detectar oportunamente la plaga. De esta forma, mediante la aplicación del “Protocolo para la erradicación de entradas transitorias en áreas libres de la mosca del Mediterráneo (*C. capitata*)” en esos dos estados, el PM evitó que esta plaga se estableciera en México.

Respecto al sistema de vigilancia con alta densidad de trapeo, debido al alto riesgo de introducción de la mosca del Mediterráneo, así como los niveles de riesgo de infestación y de acuerdo al historial de incidencia, este sistema opera con planes de trabajo anuales donde se aplican densidades de trapeo de acuerdo a estándares internacionales adoptados por el SENASICA.

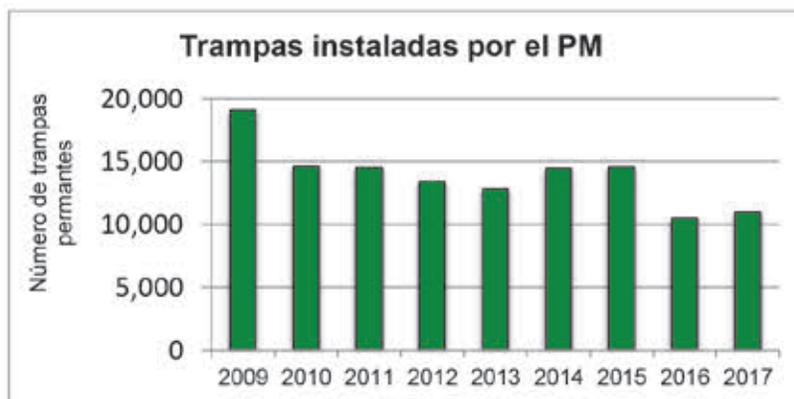
Durante 2009-2017, el PM operó cuatro tipos de trapeo: normal, intensivo, de delimitación y de comprobación. En 2009 se instalaron en promedio, para el trapeo normal, 17,900 trampas en la zona de trabajo del PM en México. Esto implicó una economía en materiales de trapeo (Figura V.1).

En el sistema de detección de la plaga se usaron los siguientes cinco tipos de trampas: Fase IV, Jackson, Panel Amarillo, C&C y Multilure, en las que se utilizaron los atrayentes Biolure y Trimedlure, las cuales se revisan cada 7 a 14 días, de acuerdo a las áreas de trabajo (Programa Moscamed, 2017).

Mediante el sistema de trapeo, el PM detectó oportunamente las introducciones de la mosca, lo que le permitió aplicar las estrategias de erradicación adecuadas. En el periodo 2009-2017, el trapeo permitió registrar capturas de moscas fértiles y casos de entradas transitorias (Figura V.2). Entre 2009 y 2015 se registraron menos de 100 moscas fértiles por año, llegando a registrar alrededor de 50 entradas transitorias de plaga por año en promedio, siendo este periodo el de menor incidencia de plaga en la zona libre de Chiapas desde su erradicación en 1982 (Enkerlin *et al.*, 2015). Sin embargo, en 2016 y 2017 se presentaron altos niveles de plaga, con 977 moscas fértiles capturadas en 2016 y 589 en 2017, lo que representó 248 y 303 entradas transitorias en Chiapas y el sur de Tabasco; abarcando el área donde ocurrieron dichos eventos, de 24,800 a 30,300 hectáreas, respectivamente.

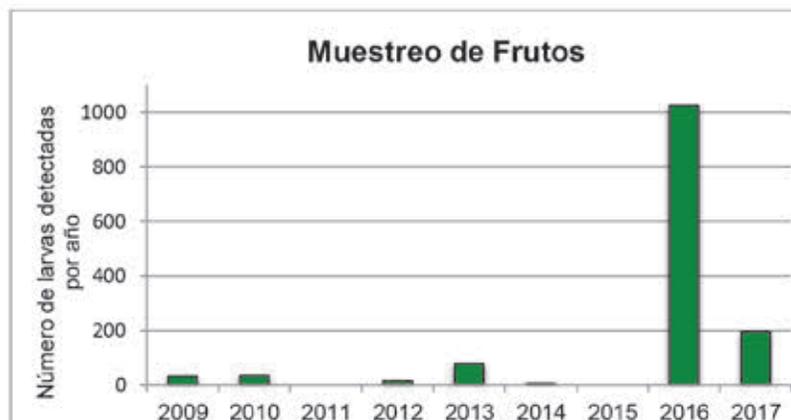
En la Evaluación Externa del Programa Operativo Moscamed del Acuerdo SAGARPA/IICA 2016, Liedo *et al.* (2017), realizaron una comparación histórica del número de entradas de la Mosca del Mediterráneo en el período 2002-2016, anotando que las de 2016 se asemejaron a las explosiones de plaga del 2002 y 2003, aunque fueron menores a las 2007. Asentaron que “Las causas de las explosiones de plaga cíclicas, han sido asociadas

a las condiciones macro ecológicas del fenómeno del Niño Oscilación del Sur (ENOS) acentuadas en esos años”, y que “el incremento en la temperatura acorta los ciclos biológicos e incrementa las tasas de reproducción. Las lluvias debajo de lo normal y erráticas ocasionaron floraciones tempranas del café, lo que a su vez favoreció la disponibilidad anticipada y abundante del hospedante preferido de la plaga”.



Fuente: Datos de informes anuales del Programa Moscamed 2009-2017.

Figura V.1 Número de trampas instaladas dentro del trampeo normal en la zona de trabajo del Programa Moscamed en México



Fuente: Datos de informes anuales del Programa Operativo Moscamed 2009-2017.

Figura V.2 Larvas detectadas en el muestreo de hospedantes de la mosca del Mediterráneo

En el mismo sentido, Enkerlin *et al.* (2017) mencionaron que las innovaciones y optimizaciones tecnológicas que se llevaron a cabo en el Programa MOSCAMED de 2001 a 2007 aumentaron su eficiencia y la consolidación de la barrera de contención en la frontera de Guatemala y Chiapas; además, que se logró enfrentar y contener la alta presión de la población de Moscas del Mediterráneo desde las áreas infestadas en

Guatemala hacia las áreas libres en el norte de Guatemala y Chiapas, durante 2007-2008. “Durante ese período, la densidad poblacional de Moscas del Mediterráneo se había incrementado drásticamente como resultado de condiciones climáticas favorables, incluidas las altas temperaturas y la baja humedad relativa asociadas a los eventos climáticos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)”. El conjunto de tecnologías, herramientas de apoyo y estrategias que utilizó el Programa durante 2008-2015 repercutió en el mayor avance territorial del Programa desde la erradicación de la mosca del Mediterráneo en 1982. Sin embargo, a pesar del avance territorial logrado en 2016, el Programa sufrió lo que se ha calificado como “tormenta de moscas”. “Como sucedió en 2006/2007 y una vez más en 2015/2016”, las condiciones climáticas calientes y secas favorecieron un aumento en la tasa reproductiva y un rápido crecimiento de la población de la plaga, lo que causó una alta presión de la misma hacia las zonas libres de mosca del Mediterráneo.

Un ejemplo del impacto que tuvo la entrada transitoria de esta plaga al estado de Chiapas en 2016, se reflejó en dos huertos productores de papaya que en conjunto representaban 80 hectáreas, y los cuales habían estado exportando el fruto a Estados Unidos de Norteamérica, pero en dicho año fueron suspendidos del programa de exportación. Considerando rendimientos de 56.6 ton/ha, un precio medio rural de 264.6 dólares/ton y un valor de exportación de 536.7 dólares/ton, la suspensión de 80 hectáreas del programa de exportación representó una pérdida de más de US\$1.2 millones, por este único evento. Por ello, los productores mexicanos de las frutas y hortalizas hospedantes de la mosca del Mediterráneo temen que, al seguirse presentando dichos eventos, no puedan exportar sus productos. En las entrevistas realizadas a productores y personal técnico del PM, todos coincidieron en que el PM ha sido el motor de la economía de muchas regiones del país, ya que, de no operarse este programa en México, los cultivos de frutas y hortalizas hospedantes estarían infestados de esta plaga y los productores no hubieran podido exportar sus frutas y hortalizas, como lo hicieron.

Por otro lado, el muestreo de frutos es una herramienta complementaria al trampeo para la detección oportuna de la mosca del Mediterráneo. En México se consideran como principales hospedantes primarios de esta plaga el café, caimito, guayaba, naranja dulce, naranja agria y mandarina (Programa Moscamed, 2015, Manual Técnico, muestreo de frutos). De acuerdo con los operadores del PM, el mayor riesgo de introducción y establecimiento de la plaga en Chiapas se presenta en la zona de Frontera Comalapa-Nuevo Amatenango, en virtud de la cercanía del frente de infestación de la plaga en el nor-occidente de Guatemala, en comparación con los frentes de infestación en el sur-occidente y franja transversal del norte de Guatemala. Aunque se contempla que muchas de las acciones del programa de manejo de esta plaga deberían hacerse en los cafetales, como la mayoría de los productores de este cultivo piensa que la mosca no daña el grano de café (sino solo la cereza), ello conlleva a que las acciones que realiza el PM se dificulten.

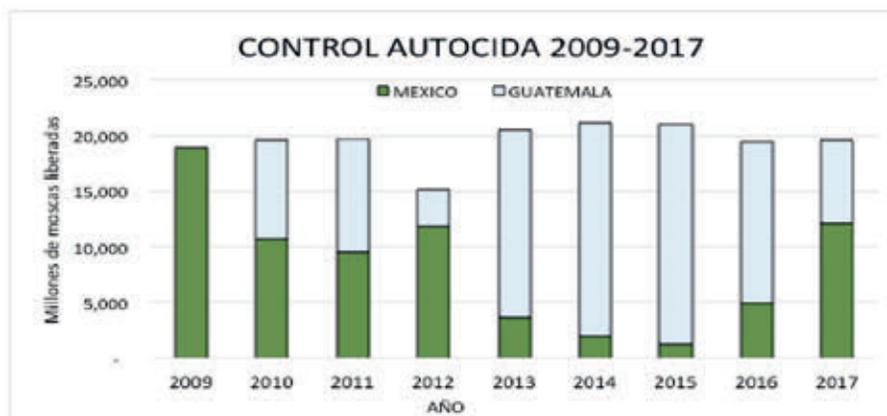
Sin embargo, hay estudios que señalan que la presencia de la mosca de Mediterráneo puede ocasionar pérdidas del 5% en producción del café, por la caída prematura de frutos y del 15% en peso seco (Portilla *et al.*, 1995). Enkerlin y colaboradores (2015) señalan que en Guatemala puede haber una reducción del 6% en el valor de la cosecha debido a pérdidas en rendimiento (caída prematura del fruto y disminución de peso) y en las propiedades organolépticas del grano (calidad de taza), proyectando que en ausencia del PM y en casos de clima extremo que favorece el crecimiento poblacional de la plaga (años tipificados como de clima Niño), el daño en café puede llegar hasta un 24% del valor de la cosecha equivalente a más de US\$160 millones por año.

De acuerdo con cifras de los informes anuales del PM (2009-2017), el muestreo de los seis frutos hospederos primarios (café, caimito, guayaba, mandarina, naranja agria y naranja dulce) reflejó que la cereza del café es la que tiene mayor preferencia de ser atacada por la mosca del Mediterráneo. En el periodo 2009-2017 se detectó un total de 1,448 larvas de mosca del Mediterráneo (Figura V.2), el 99% correspondió a detecciones en café cereza (1,440) y solo cinco larvas en caimito, dos en limón persa (el cual se puede considerar un hospedante condicional en estados de madurez avanzado), y una en mandarina y naranja dulce.

Por otro lado, en cada una de las entradas de la mosca del Mediterráneo a territorio nacional se aplicaron medidas fitosanitarias, de acuerdo al escenario de transitoriedad, con base en la NIMF 08 (determinación de la situación de una plaga en un área). Las principales medidas fitosanitarias fueron el trampeo de delimitación y el muestreo dirigido a frutos hospedantes primarios, combate mecánico de frutos, instalación de estaciones cebo y/o liberación de moscas estériles (control autocida). La decisión de dónde, cuándo y cuánto se debía liberar de mosca estéril, obedeció a un modelo de densidades de liberación basado en las tasas estéril: fértil que se presentan en los diferentes bloques (Rendón, 2010). El responsable de las operaciones de campo del PM aplicó oportunamente el modelo e hizo los ajustes necesarios en las densidades de liberación, optimizando el uso de las moscas estériles. El Plan Técnico del PM fue revisado periódicamente por el Grupo Técnico Moscamed (MTG, por sus siglas en inglés: Medfly Technical Group), quien tomó en consideración factores como recurrencia y presencia de la plaga en la franja fronteriza de Guatemala y su cercanía al territorio mexicano, así como la disponibilidad de moscas estériles.

La liberación de mosca estéril se mantuvo relativamente constante en el período 2009-2017, con un promedio anual de 19.42 mil millones de moscas adultas estériles liberadas, un máximo de 21.15 mil millones en 2014 y un mínimo de 15.15 mil millones en 2012 (porque al centro de empaque de Guatemala se enviaron 8,975 millones de pupas, además de las que liberó el POM en territorio guatemalteco). Derivado de una menor

cantidad de eventos de la plaga en territorio mexicano hasta 2015, se liberó en el territorio guatemalteco una mayor cantidad de moscas estériles producidas en México; a partir del 2013 y hasta el 2015 las liberaciones en dicho país alcanzaron al menos el 75% (Fig. V.3). Esto como parte del plan de erradicación de la mosca del Mediterráneo en la región de interés del Programa Moscamed (USA, México, Guatemala y Belice). Sin embargo, con las altas entradas de la plaga en 2016 y 2017, fue necesario liberar en Chiapas, mayor material del producido en México.



Fuente: Informes de actividades anuales, Programa Operativo Moscamed 2009-2017.

Figura V.3 Millones de moscas del Mediterráneo estériles liberadas en 2009-2017

Derivado de los esfuerzos del PM, el 30 de octubre del 2014 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el acuerdo por el que se declara la ratificación de zona libre de la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), a México. El 06 de septiembre de 2016 esta declaratoria se ratifica en el DOF.

Generalmente la liberación de moscas estériles se realizó vía aérea, aunque un pequeño porcentaje se liberó vía terrestre, debido a condiciones climáticas adversas o a la necesidad de cubrir puntos específicos en los lugares de entrada de la plaga. Como medida integral de control en los últimos años, se liberaron también moscas estériles inoculadas con el hongo *Beauveria bassiana*, en predios de café orgánico donde no se autorizaron las aspersiones con los productos tradicionales (GF-120).

Destaca que en la liberación aérea de la mosca estéril se utiliza actualmente el Sistema de Posicionamiento Geográfico (AGNAV) que permite la ubicación precisa de las áreas a tratar y la supervisión de los vuelos realizados. Este sistema sustituyó al denominado "patrón de vuelo", donde el criterio del piloto era la herramienta para definir donde liberar la mosca dentro área de interés a cubrir.

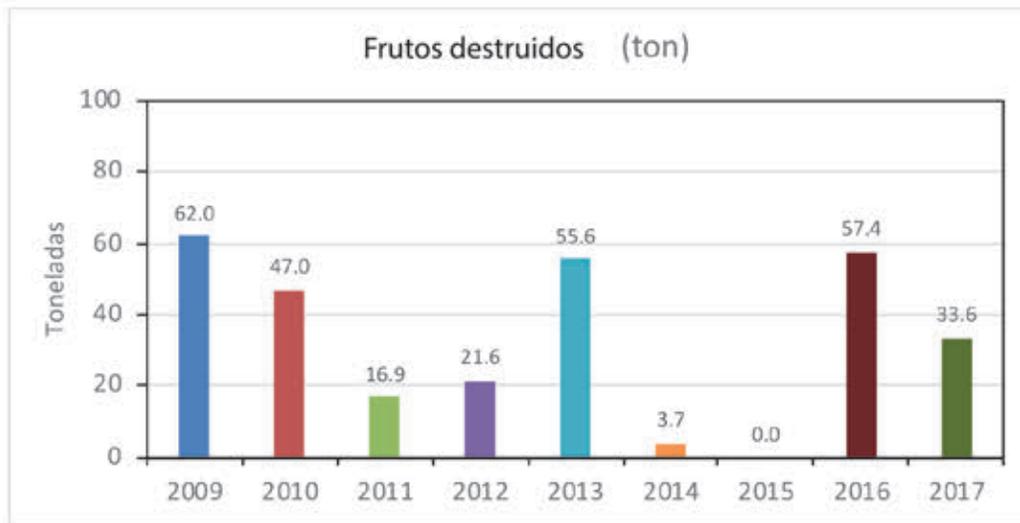
Dentro del control autocida también destacan los cambios realizados en el nuevo centro de empaque de 2011 a 2017, los cuales privilegiaron la calidad del material biológico

producido. Entre ellos destaca: 1) la sustitución de las cajas PARC por las “torres México” para la emergencia y maduración de las pupas de la mosca del Mediterráneo, lo que permitió un mejor uso de los espacios, más fácil manejo y eliminación de las fugas de mosca estéril; 2) innovación en la dieta y la manera de ofrecérsela a las moscas adultas, lo cual aseguró que los machos estériles producidos tuvieran la capacidad de competir con los machos silvestres; 3) implementación del sistema automatizado de dosificación de pupas en las unidades de empaque, con lo que se logró una distribución más exacta de las mismas dentro de las cajas; y 4) introducción del sistema de aromaterapia para acondicionar a las moscas estériles a liberarse, y con esto mejorar su desempeño en campo. En general, los parámetros de control de calidad obtenidos durante el periodo 2009-2017, fueron superiores a los estándares internacionales.

Por otro lado, dentro del manejo integrado del PM también se realizó el control mecánico de frutos para eliminar los estados inmaduros de la mosca del Mediterráneo que estaban disponibles en el árbol hospedante o en el suelo. De acuerdo con el manual de control mecánico (2015), las actividades de recolección y destrucción de la fruta hospedante primaria de la plaga se realiza en los sitios donde se registran las entradas transitorias de la plaga. Se recolectaron los frutos en bolsas de polietileno y se les colocó cal antes de enterrarlos en el mismo huerto donde se registró el evento.

Esta medida de control mecánico se mantuvo en todos los eventos de la plaga presentados de 2009 a 2017, variando la cantidad de fruta destruida de acuerdo al número de eventos plaga y en los sitios donde se presentaron. En 2009 y 2017 se registró el mayor número de entradas transitorias de la plaga, lo que coincide con la mayor cantidad de frutos hospedantes destruidos (62 ton en 2009 y 57.4 ton en 2017), correspondiendo los mayores volúmenes a los Centros de Operaciones de Campo de Palenque, Soconusco y Comitán (Figura V.4).

Respecto al control químico, de acuerdo con los manuales de procedimientos para aspersiones del cebo GF-120 y uso de estaciones cebo para el control de la mosca del Mediterráneo (edición 2015), desde 2001-2002 se dejó de utilizar el cebo tóxico que incluía el atrayente alimenticio más malatión. Actualmente el Programa Moscamed solo utiliza el producto GF-120, por las ventajas que tiene respecto a los insecticidas anteriores (Vargas *et al.*, 2001; Flores y Montoya, 2010) en cuanto a un mínimo impacto ambiental. La cantidad de cebo y frecuencia de uso durante la última década, reflejan cambios relacionados con la conservación del estatus de zona libre de mosca del Mediterráneo en México, la disminución de entradas transitorias de la plaga y de algunos ajustes en dosis del producto, avalado por el grupo técnico del PM.



En 2015 no se reportaron detecciones de larvas en frutos.

Fuente: Elaboración propia con datos de los Informes anuales del Programa Operativo Moscamed, 2009-2017.

Figura V.4 Frutos destruidos en los sitios donde se registraron entradas transitorias de la mosca del Mediterráneo en los Centros de Operaciones de Campo del PM

Las estaciones cebo, recipientes que contienen un atrayente alimenticio y el GF-120 sin disolver, no tienen contacto con otras superficies, frutos ni trabajadores, lo que tiene ventajas comparado con la aspersión terrestre o aérea del mismo cebo (Piñero *et al.*, 2014). Además, el cebo se protege de la precipitación y radiación solar. La mayoría de las estaciones cebo son de fabricación artesanal (botellas de PET, olotes o costales de polvos), aunque hay algunas de manufactura comercial. Esta manera de colocar el cebo en campo tuvo aceptación en zonas de agricultura orgánica, algunos centros de población y áreas de traspatio, siendo menos rechazadas en comunidades que no permiten el uso de mochilas de aspersión (Flores y Montoya, 2010).

Las estaciones cebo se han usado por más de dos décadas, a partir de 2011 se implementaron como medida preventiva en lugares de alto riesgo con historial de entradas; es decir, donde frecuentemente se habían detectado entradas transitorias de la plaga (Ing. Agustín Arenas, Grupo Técnico del Programa Moscamed, comunicación personal, 2016). Aunque se reconoce la importancia de las estaciones cebo, aún falta evaluarlas con mayor detalle, a la luz de la variación observada en el número de las instaladas durante 2009-2017 (Cuadro V.1). Como se observa, en los últimos años aumentó el número de estaciones cebo, reflejando una medida menos agresiva al ambiente cuya utilización no afecta la categoría de café orgánico que prevalece en la zona de Chiapas.

Durante 2009 y 2010 se estuvieron haciendo aspersiones aéreas y terrestres en Chiapas (4 L mezcla/ha) debido al alto número de eventos registrados en 2007 (762), no siendo

posible cubrir los planes de emergencia para abatir la plaga solamente por la vía terrestre (Figura V.5). Desde entonces y por el menor número de eventos presentados, disminuyó el área donde eran necesarias las aspersiones aéreas; a partir de 2011 sólo se realizaron terrestres e instalaron las estaciones cebo, con lo cual se abatió en gran medida los costos de esta actividad, y el impacto ambiental.

Cuadro V.1 Número de estaciones cebo instaladas como complemento al sistema de aspersión durante el período 2009-2017

NUMERO DE ESTACIONES CEBO INSTALADAS DENTRO DEL PM								
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
11,038	655	28,572	29,526	10,873	19,644	3,812	23,739	48,988

sd = No se reportaron datos en los informes anuales.

Fuente: Informes del Programa Operativo Moscamed 2009-2017.



Fuente: Elaboración propia con datos de los informes anuales del Programa Operativo Moscamed 2009-2017.

Figura V.5 Número de hectáreas asperjadas para la erradicación de eventos de mosca del Mediterráneo

De acuerdo al manual de procedimientos, la dosis de cebo GF-120 por hectárea y la proporción de producto y agua a mezclar, depende del tipo de aplicación. Durante 2009 se realizaron aspersiones aéreas con variación de 2 a 4 litros mezcla/ha, usando una proporción de 60% agua y 40% cebo concentrado. En 2010-2011 la dosis para aspersiones terrestres fue de 5 L/ha de la mezcla, con proporción de 80% de agua y 20% del cebo concentrado; aunque en 2010 también se usó la dosis de 2 L de mezcla/ha, con proporción de 60% agua y 40% de cebo concentrado, en aplicaciones aéreas. No obstante, en las aspersiones terrestres de 2012-2013, se utilizaron 4 L mezcla/ha con 60% agua y 40% cebo concentrado, y en 2015 no se realizaron aspersiones terrestres, solo se establecieron estaciones cebo en donde aparecieron entradas de la plaga.

También, dentro del MIP se lleva a cabo el control legal que se enfoca a evitar la introducción de frutas infestadas con la mosca del Mediterráneo, mediante la revisión de vehículos y personas que ingresan de Guatemala a territorio nacional. En 2009-2017 se inspeccionaron 2.68 millones de vehículos y se decomisaron más de 21 toneladas de fruta (Cuadro V.2). Hasta 2011 la fruta decomisada era disectada y las larvas encontradas eran enviadas al personal del PM para su identificación. A partir de 2012 solo se destruyó la fruta decomisada.

Cuadro V.2 Actividades de control legal dentro del PM

Año	Fruta retenida (Kg)	Vehículos inspeccionados
2009	5,514	473,078
2010	6,160	395,082
2011	2,064	148,021
2012	2,508	273,692
2013	2,061	254,769
2014	588	223,648
2015	548	261,870
2016	581	317,124
2017	1050	333,805

Fuente: Informes anuales del Programa Operativo Moscamed 2009-2017

Por otro lado, y dentro del control biológico, con el soporte técnico de algunos artículos que hablaban de la autodiseminación de hongos entomopatógenos por insectos, en 2014 se usaron por primera vez en el sistema de prevención, dispersores de *B. bassiana* que podían favorecer la autoinoculación en mosca del Mediterráneo silvestres. Mediante dichos dispersores se tuvieron capturas de moscas silvestres que se llevaron a cámara húmeda para la esporulación del hongo, por lo que se implementaron en algunos lugares para ver su efectividad. Esta actividad de control biológico con entomopatógenos se documentó en el Manual de Procedimientos para Aspersiones del Cebo GF-120 y Uso de Estaciones Cebo para el Control de la Mosca del Mediterráneo 2015. El control biológico es una actividad amigable con el medio ambiente.

El MIP de la mosca del Mediterráneo incluye también actividades de divulgación y relaciones públicas, para mantener la apertura comunitaria a la aceptación de las actividades del PM, propiciando la armonía social mediante la comunicación con las distintas condiciones socioeconómicas y culturales del público objetivo. El personal de divulgación y relaciones públicas lleva a cabo las negociaciones con las autoridades y representantes de las comunidades, para que los técnicos del PM puedan realizar sus actividades en un ambiente de cordialidad y seguridad. Dentro de estas actividades se

dieron pláticas informativas en escuelas y comunidades y se hizo difusión por radio sobre los beneficios que trae a los cultivos de la zona el estar monitoreando y atendiendo las entradas transitorias de la mosca del Mediterráneo. El personal de divulgación también atiende inconformidades del público en general.

Es importante destacar que las inconformidades a las actividades del PM se han presentado a lo largo de su ejecución. Durante el periodo 2009-2017, aunque se presentaron alrededor de 700 inconformidades, fueron pocos los sitios donde el PM dejó de operar; lo relevante es que se rescató la apertura y recuperación de áreas donde se habían suspendido actividades por diversas causas. A continuación se enumeran algunos ejemplos:

- a) En 2011 se reinician actividades en la zona cafetalera de Chivaltic (Centro de Operaciones Palenque) donde se había suspendido actividades 8 años antes.
- b) En 2011 se reanudan actividades en el Ejido Alpujarras (Soconusco).
- c) En 2012 se logra la reapertura de dos comunidades del municipio de La Independencia y de Sitepec.
- d) En 2012 se evita el cierre de actividades del POM en los ejidos Ángel Díaz, San Antonio la Pinada y Pablo Galeana, donde ya se había asentado en el acta de asamblea el rechazo a las actividades del programa por problemas con la roya del cafeto.
- e) En 2013 se reabren zonas de trabajo en los municipios de Maravilla Tenejapa, Las Margaritas y La Trinidad, donde la población se oponía a las actividades del Programa Operativo Moscamed.

Por otro lado, las actividades de erradicación e intensidad de las mismas, realizadas como consecuencia de las entradas transitorias de la plaga a territorio mexicano durante 2009-2017, se desarrollaron al 100% de acuerdo con el Protocolo para la erradicación de entradas transitorias en áreas libres de la mosca del Mediterráneo en Chiapas y Sur de Tabasco. Si bien la erradicación de estas entradas tuvo un costo, con toda seguridad fue mínimo comparado con las pérdidas en producción y exportaciones que se hubieran tenido, si la plaga se hubiera establecido en el territorio nacional. La erradicación de las entradas de plaga contribuyó a la conservación del estatus fitosanitario de país libre de *Ceratitis capitata* que México mantiene desde que se estableció el PM hace ya cerca de 40 años, a pesar de la gran presión que ha ejercido la plaga en los últimos dos años en la frontera sur de México.

La atención inmediata de dichas entradas de la mosca del Mediterráneo a territorio mexicano permitió al PM aumentar gradualmente el área de trabajo denominada

“superficie de áreas libres”¹². De 2009 a 2010 se incrementó de 70,775 a 76,502 km², mientras que el área de trabajo de “baja prevalencia”¹³ bajó de 7,088 a 2,379 km². Por otro lado, en 2010 la superficie libre fue de 137,944 km² (76,502 km² en Chiapas y sur de Tabasco), tendencia positiva que se mantuvo hasta el 2013. Comparando la superficie de área libre del 2009 (70,775) con la del 2015 (78,880 km²), hay un incremento del 10% (8 mil km²)¹⁴. El 30 de octubre de 2018 nuevamente se publicó en el DOF, el acuerdo por el que se declaraba a los Estados Unidos Mexicanos como zona libre de mosca del Mediterráneo (SENASICA, 2018); estatus que debe refrendarse cada dos años. Dicho estatus contribuyó a mantener e incrementar los rendimientos, producción de calidad y exportaciones de las principales frutas y hortalizas mexicanas entre las que se encuentra el café, calabacita, chayote, chile verde, durazno, guayaba, mango, manzana, melón, mandarina, naranja, papaya, pepino, sandía, tomate rojo y uva.

Finalmente, con confianza se puede decir que el Programa Moscamed es un instrumento de política pública sólido, científicamente respaldado, que ha operado eficazmente para mantener al país libre de la mosca del Mediterráneo en beneficio de los productores, exportadores y consumidores nacionales de productos hortofrutícolas, que al mismo tiempo que atiende oportunamente las entradas de plaga en el sureste del país, crea empleo temporal en dicha zona.

¹² Comprende Chiapas y sur de Tabasco y Petén en Guatemala.

¹³ Comprende barrera de contención en la franja fronteriza de Chiapas y Guatemala

¹⁴ Informes Anuales del Programa Operativo Moscamed 2009-2017.

VI. MANEJO INTEGRADO DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA DEL GÉNERO *Anastrepha* A TRAVÉS DE LA CAMPAÑA NACIONAL CONTRA MOSCAS DE LA FRUTA

La SAGARPA, a través del SENASICA, puso en marcha la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF) en 1992, con el objetivo de controlar, suprimir y erradicar a cuatro especies de moscas de la fruta nativas de importancia económica para México siendo estas: *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata*. Lo anterior hasta donde las condiciones agroecológicas del país lo permitieran y a efecto de lograr el reconocimiento de zonas de baja prevalencia y zonas libres de moscas de la fruta (Gutiérrez-Ruelas y Santiago, 2008). La CNMF opera actualmente en 26 estados de la República Mexicana, con recursos del Incentivo de Prevención de Plagas Fitosanitarias Reglamentadas del Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, bajo el esquema de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en áreas amplias, desarrollando actividades de trapeo, muestreo de frutos, control químico, control mecánico, control biológico y control autocida o técnica del insecto estéril (SENASICA, 2018).

La CNMF realiza actividades de trapeo para determinar el índice de MTD (moscas por trampa por día) en Zonas de Baja Prevalencia (ZBP) y Zonas Bajo Control Fitosanitario (ZBCF). Mantuvo una red de trapeo instalado en las diferentes zonas fitosanitarias, con promedios anuales durante el período 2009-2017, de 7,926 trampas en Zona Libre (ZL), 9,366 en ZBP y 8,807 en ZBCF (Cuadro VI.1).

Las revisiones y servicio a las trampas se realizaron cada 7 días, manteniendo un promedio al año para cada zona de 388,918; 447,732 y 413,418, respectivamente (Cuadro VI.1).

Cuadro VI.1 Trapeo ejecutado por la CNMF

Actividades de trapeo realizadas por la CNMF en las diferentes zonas fitosanitarias del país										
Trampas	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio
ZONAS LIBRES										
Instaladas	7,739	7,711	7,226	7,764	8,181	8,071	8,073	8,259	8,311	7,926
Revisadas	366,603	366,102	361,933	384,357	402,016	400,200	406,088	402,767	410,199	388,918
ZONAS DE BAJA PREVALENCIA										
Instaladas	7,115	8,390	9,043	8,950	9,552	9,548	10,366	10,654	10,676	9,366
Revisadas	337,998	356,320	435,671	430,672	445,538	461,307	503,468	526,825	531,790	447,732
ZONAS BAJO CONTROL FITOSANITARIO										
Instaladas	13,118	9,876	9,268	8,986	8,521	7,768	7,133	7,177	7,415	8,807
Revisadas	584,439	437,630	426,753	435,557	401,788	373,075	353,808	356,089	351,827	413,418

Fuente: Informes internos del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV, SENASICA.

Por otro lado, el objetivo del control químico es suprimir poblaciones de moscas de la fruta en estado adulto. Para esta actividad la campaña aplica un cebo selectivo contra moscas de la fruta *Anastrepha* spp., el cual incluye la proteína hidrolizada como atrayente y un insecticida (malatión CE o UBV y el spinosad GF-120) (PMF-DGSV, 2017). En los últimos años se implementó el uso de estaciones cebo, contenedores de PET de 600 ml que

contienen 120 ml de mezcla (60 ml de proteína hidrolizada, 42 ml de agua, 12 ml de propileno glicol y 6 ml de malatión), mediante los cuales se atrae a adultos de moscas de la fruta que entraron al dispositivo y mueren ahí porque no pueden salir (por su diseño). De esta manera, la superficie tratada con malatión disminuyó en los últimos 9 años.

Así mismo, en la ZBP se aplicó malatión en una superficie de 434,772 hectáreas durante 2009, en 139,922 en 2012, y en 197,298 en 2017 (Cuadro VI.2); mientras que, en la ZBCF este producto se aplicó en 650,780 hectáreas en 2009; menos del 50% de esa superficie en 2013 (311,607 ha); y en solo 257,464 en 2017.

Cuadro VI.2 Control químico realizado por la CNMF

Superficie tratada por la CNMF con control químico mediante aplicaciones de cebo selectivo (malation CE y UBV)									
Estatus fitosanitario	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ZBP (hectáreas)	434,772	346,369	320,944	139,922	179,344	164,901	266,357	199,279	197,298
ZBCF (hectáreas)	650,780	488,277	379,462	481,372	311,607	260,424	248,729	186,125	257,463

Fuente: Informes internos del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV, SENASICA.

Respecto a las estaciones cebo, la CNMF empezó a utilizarlas a partir de 2012, instalando el mayor número en ZBP. Por ejemplo, en 2013 se instalaron 1,873,472, en 2014 aumentó a 2,642,616, y en 2017 solamente 905,376; mientras que en ZBCF, en 2013 se instalaron 1,468,505, en 2014 aumentó ligeramente a 1,527,273, y en 2017 solo 917,187 (Cuadro VI.3).

Cuadro VI.3 Estaciones cebo instaladas por la CNMF

Número de estaciones cebo instaladas por la CNMF en las distintas zonas fitosanitarias del país						
Estatus fitosanitario	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ZBP	836,960	1,873,472	2,642,616	743,423	532,367	905,376
ZBCF	1,157,723	1,468,504	1,527,273	781,613	660,779	917,187

Fuente: Informes internos del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV, SENASICA.

Mediante el control mecánico que realiza la CNMF, se pueden reducir las poblaciones de moscas de la fruta en más del 60%, por la recolección y destrucción de fruta infestada de los hospederos primarios, con estados inmaduros de moscas de la fruta, así como de hospederos silvestres y criollos (como medida preventiva). De acuerdo al cuadro VI.4, en la aplicación de esta actividad, la CNMF destruyó durante el período 2009-2017 un promedio anual de 2.6 toneladas de fruta afectada por la plaga en ZBP y 2.8 ton en ZBCF.

Por otro lado, y respecto a la TIE o control autocida, que consiste en la cría, esterilización y liberación masiva de insectos estériles, éstas últimas se liberan para competir y aparearse con insectos silvestres y, así, disminuir dicha población fértil de generación en generación hasta eliminarla. Las especies de moscas producidas en la planta Moscafrut son: *A. ludens* cepa bisexual, *A. ludens* cepa Tapachula 7 (cepa sexada genéticamente) y

A. obliqua cepa bisexual (DGSV-DPNMF, 2017). La cepa de *A. ludens*, sexada genéticamente, permitió separar los insectos de acuerdo a su sexo en etapa de pupa, con lo que fue posible enviar a los centros de empaque para posterior liberación únicamente machos, que son los que presentan mayor efecto en la inducción a la esterilidad en las poblaciones silvestres.

Cuadro VI.4 Control mecánico realizado por la CNMF

Cantidad de fruta destruida de frutos hospedantes (kg) mediante el control mecánico de la CNMF										
Estatus fitosanitario	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio
ZBP	1,720,630	2,108,920	2,563,536	2,096,281	3,688,875	2,639,501	3,219,799	2,709,342	2,687,536	2,603,824
ZBCF	5,124,660	2,634,900	3,669,861	3,106,554	2,645,671	2,592,213	2,556,008	1,830,826	1,650,900	2,867,955

Fuente: Informes internos del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV, SENASICA.

En el período 2009-2017, la CNMF liberó *A. ludens* cepa bisexual en estados con ZBP como Nayarit, Sinaloa, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Zacatecas y, como caso especial desde el 2013, en Chiapas (mediante el convenio CONACYT-ECOSUR). La liberación de estas moscas estériles en el 2009 fue de 9,353 millones, a partir de entonces ha disminuido gradualmente, llegando a 3,118 en 2017 (Cuadro VI.5), con un total en el período 2009-2017 de 57,961 millones de pupas de *A. ludens* cepa bisexual enviadas a liberación. Mientras que, de la cepa Tapachula-7, se enviaron a liberación, en el mismo período, 5,962 millones, principalmente a los estados de Chiapas y San Luis Potosí. Por otro lado, las liberaciones de moscas estériles de *A. obliqua* se realizan solamente en estados productores de mango en ZBP como el Sur de Sinaloa, Norte de Nayarit, Chiapas (también bajo el convenio antes mencionado) y en muy bajos números en Guerrero, aunque las mayores cantidades se liberaron en Sinaloa, entre los 2,208 y 3,336 millones durante 2009-2017, con un total en este período de 25,276 millones.

Cabe señalar el interés que han mostrado los productores por el éxito de la TIE, ya que los de mango en Chiapas solicitan a la CNMF se les incrementen las cantidades de moscas estériles para liberarlas directamente en sus huertos. Así mismo, un productor de cítricos de Nuevo León estableció su propio centro de empaque para recibir las moscas estériles de la planta Moscafrut y distribuir las a los productores.

Por otro lado, mediante el control biológico la CNMF utiliza enemigos naturales para controlar poblaciones de moscas de la fruta. En la supresión de poblaciones de moscas de la fruta nativas, mediante la campaña se liberó a *Diachasmimorpha longicaudata*, endoparásitoide solitario de larvas de tercer instar de varias especies del género *Anastrepha*. La planta Moscafrut lo cría masivamente y, posteriormente lo envía a los centros de empaque de algunos estados de la República Mexicana para su liberación. De 2009 a 2017 se enviaron anualmente para liberación pupas del parasitoide *D. longicaudata* en ZBP y ZBCF del país desde los 646 a 1,368 millones, con un total en el período de 10,886 millones (Cuadro VI.6).

Cuadro VI.5 Moscas estériles enviadas para liberación dentro del control autocida

Entidad	2009	2010	2011	2012	2013*	2014	2015	2016	2017	Total
Millones de pupa destinadas a liberación de <i>Anastrepha ludens</i> cepa bisexual										
Baja California	754	779	779							2,312
Chiapas			7		87		242	86		422
Nayarit	316	541	402	575	707	625	114			3,279
Nuevo León	3,774	3,732	2,842	927	819	753	148			12,994
San Luis Potosí	1,254	1,732	2,223	1,938	2,243	2,855	1,325	1,970	1,458	16,997
Sinaloa	390		233	508	553	547	223		17	2,471
Tamaulipas	1,313	1,293	1,280	1,606	1,300		735	1,404	1,147	10,078
Zacatecas	1,553	1,598	1,595	1,362	915	752	598	539	496	9,408
Total de moscas enviadas a liberación	9,353	9,675	9,361	6,916	6,624	5,531	3,385	3,999	3,118	57,961
Millones de pupa destinada a liberación de <i>Anastrepha ludens</i> cepa Tap 7										
Chiapas					835		697	985	1,284	3,801
Nuevo León									18	18
San Luis Potosí				54			805	255	291	1,405
Sinaloa							3			3
Tamaulipas				5			205	243	283	736
Total de moscas enviadas a liberación	0	0	0	59	835	0	1,709	1,483	1,876	5,962
Millones de pupa destinadas a liberación de <i>Anastrepha obliqua</i>										
Chiapas			10		477		234	12		734
Guerrero									7	7
Nayarit		162	355	802	769	662	704	1,014	1,096	5,564
Sinaloa	2,208	2,126	2,049	2,113	2,024	1,832	2,244	2,310	2,066	18,971
Total de moscas enviadas a liberación	2,208	2,288	2,415	2,915	3,270	2,494	3,182	3,336	3,169	25,276

*No en manuales

Cuadro VI.6 Producción de parasitoides para liberación en ZBP y ZBCF dentro del control biológico realizado por la CNMF

Entidad	2009	2010	2011	2012	2013*	2014	2015	2016	2017	Total
Millones de pupa destinadas a liberación de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>										
Chiapas	299	216	246	83	272		320	305	385	2,126
Guerrero	36	102	214	215	189	203	218	240	206	1,623
Michoacán	154	123	57	36						369
Nuevo León	1									1
Nayarit	790	614	400	376	45					2,225
Sinaloa	49		74	276	499	155	225	246	237	1,760
Oaxaca	22	36	92	76	37	48	45	49	75	480
Tamaulipas							2			2
Zacatecas	18	273	268	266	264	240	292	373	305	2,299
Total parasitoides enviados a liberación	1,368	1,364	1,352	1,327	1,306	646	1,102	1,213	1,208	10,886

Actualmente se está trabajando en la elaboración y manejo de dispositivos diseminadores de conidios de *Beauveria bassiana* que podrán utilizarse en: 1) áreas con detección recurrente de la plaga y valores de MTD altos; 2) cultivos orgánicos con previa consulta y autorización por la entidad certificadora; 3) huertos de traspatio y áreas marginales; y 4) huertos comerciales (PMF-DGSV, 2017).

De esta manera, el MIP que sigue la CNMF benefició a un mayor número de productores, al impactar de manera significativa y coordinada, las poblaciones de las moscas de la fruta, en las áreas donde le fue posible. De acuerdo al estatus fitosanitario prevaleciente, aplicó la TIE sola o combinada con liberaciones inundativas del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (p.e., ZBP). Tanto la TIE como el control biológico, aunados al control mecánico que lleva a cabo la CNMF, se consideran actividades bio-rationales, ya que son selectivas, amigables con el medio ambiente, y no afectan a la fauna benéfica de los sistemas naturales y los agro-ecosistemas.

El impacto de las anteriores acciones se reflejó, por ejemplo, en la reducción de niveles poblacionales de moscas de la fruta en la ZBP de Sinaloa, donde en 2016 se capturaron en huertos comerciales 136 moscas fértiles de *A. ludens* y 3,786 de *A. obliqua*; mientras que en 2017 las capturas de *A. ludens* fueron de 253 y 54 de *A. obliqua* (CESAVESIN, 2018).

Lo anterior también permitió mantener zonas libres de moscas de la fruta nativas en una superficie de un millón de km² (51% de la superficie nacional), zonas de baja prevalencia en 193,700 km² (9.8% de la superficie nacional), y zonas bajo control fitosanitario en 760 mil km² (39% de la superficie nacional). De esta manera, la CNMF protegió alrededor de 1.9 millones de hectáreas de producción frutícola del país (Cuadro VI.7) las cuales, de lo contrario, hubieran estado expuestas a la incidencia descontrolada de las moscas de la fruta del género *Anastrepha*, provocando pérdidas en producción de hasta el 25%, equivalentes a cerca de US\$175 millones.

Cuadro VI.7 Superficie atendida por la CNMF

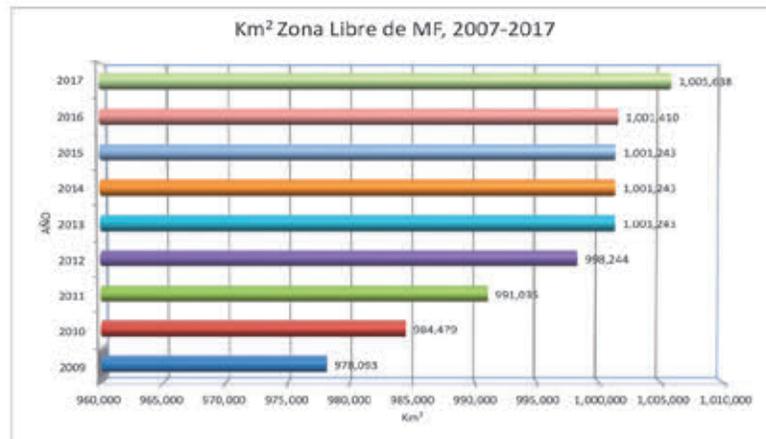
Superficie donde ha operado la CNMF por categoría fitosanitaria (hectáreas)									
Categoría Fitosanitaria	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ZL	978,093	984,479	991,035	998,244	1,001,243	1,001,243	1,001,243	1,001,410	1,005,638
ZBP	212,058	205,949	200,173	193,829	190,933	191,505	197,574	197,574	193,721
ZBCF	ND	ND	769,491	768,750	767,053	766,440	760,432	760,265	759,888
Total	1,190,151	1,190,428	1,960,699	1,960,823	1,959,229	1,959,248	1,959,248	1,959,249	1,959,247

Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV, SENASICA. Informes Anuales de la CNMF.

En el período 2009-2017, la CNMF destinó \$1,467 millones a 26 estados del país para la operación de las diversas actividades de manejo fitosanitario contra las moscas de la fruta nativas del género *Anastrepha*, lo que se reflejó en el incremento gradual de la superficie de Zona Libre (ZL) de estas moscas, de 978,093 km² en 2009, a 1,001,243 km² en 2013 y a 1,005,638 km² en 2017 (Fig. VI.1).

Las zonas libres de moscas de la fruta han permitido la exportación de fruta sin tratamiento cuarentenario y, en ausencia de la plaga, los productores no tienen la necesidad de aplicar control químico (cebo tóxico) en los huertos para el control de poblaciones de estas

moscas de la fruta. Sin embargo, fue necesario controlar las detecciones recurrentes de moscas nativas en las ZL durante 2009-2017, con excepción de 2013 en que no se presentaron, mediante la aplicación del Plan de Emergencia (se implementó 23 veces en el periodo 2009-2017)¹⁵, lo cual implicó incremento en costos de las actividades de la CNMF en alrededor de un 30%.



Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA, reportes internos.

Figura VI.1 Superficie con estatus de Zona Libre de moscas de la fruta nativas durante 2009-2017

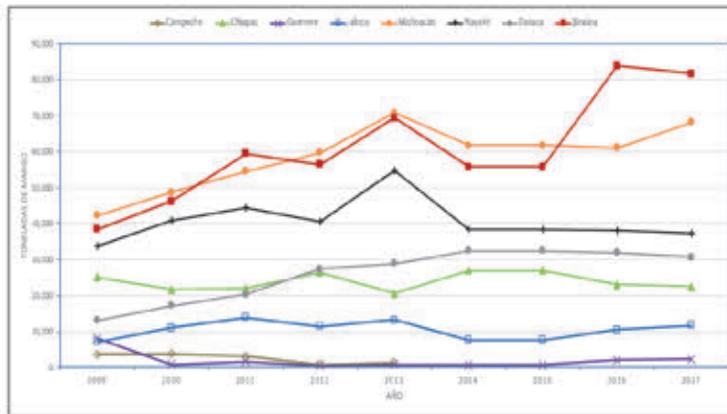
Los Coordinadores de la CNMF comentan que los mayores éxitos de la campaña se observaron en mango, naranja y guayaba. Estados como Sinaloa y Sonora, principales exportadores en el país de mango y naranja del país, respectivamente (Fig. VI.2), conservaron el estatus de ZL en los últimos 9 años, en 41,198 km² en el Norte de Sinaloa y en 179,503 km² en todo el estado de Sonora¹⁶. Mencionan que también se tuvieron casos exitosos de la CNMF con mango en Baja California Sur, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Nayarit; con cítricos en Michoacán y Nuevo León; y con guayaba en Estado de México, Guerrero y Zacatecas.

Respecto a las Zonas de Baja Prevalencia (ZBP), la superficie total disminuyó durante el periodo 2009-2017 (Fig. VI.3), debido al incremento logrado por la CNMF de ZBP a ZL en los últimos 9 años. Por ejemplo, en Aguascalientes, estado productor-exportador de guayaba, de los 5,818 km² de ZBP que tenía en 2009, 3,505 km² pasaron a ZL en 2017, quedando solamente 2,112 km² de ZBP. De la misma manera, en Nuevo León y Tamaulipas, estados con actividad cítrica importante, también disminuyó la superficie de ZBP, a cambio de aumentar las ZL en 7,375 y 6,556 km², quedando las superficies con

¹⁵ Según información proporcionada por los Coordinadores de la Campaña contra Moscas de la Fruta, en la encuesta levantada para este estudio.

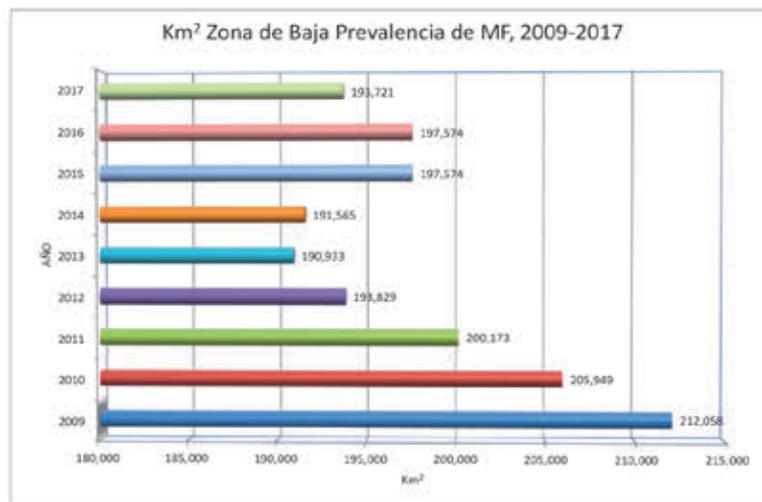
¹⁶ Programa Moscas de la Fruta-DGSV, reportes internos.

dicho estatus en 33,077 y 6,556 km² en 2017, respectivamente. En Guerrero, donde la producción de mango es importante, la ZBP en 2012 era de 11,686 km² y en 2017 bajó a 3,721 km², reconociéndosele la diferencia de estas superficies como ZL (Programa Nacional de Moscas de la Fruta-DGSV, reportes internos).



Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA, Informes anuales 2009-2017.

Figura VI.2 Exportaciones de mango a los EUA por entidad federativa de 2009 a 2017



Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA, reportes internos

Figura VI.3 Superficie de Baja Prevalencia de moscas de la fruta nativas durante 2009- 2017

Lo relevante es que a través de los estatus fitosanitarios logrados de ZL y ZBP, la CNMF propició la producción de frutales sanos y su exportación. Ejemplos claros son el mango, del que se exportaron 424,072 ton en 2017; la naranja y toronja cuyas exportaciones alcanzaron las 98,576 ton en dicho año; y la papaya 164,007 ton (SAGARPA, 2017). La

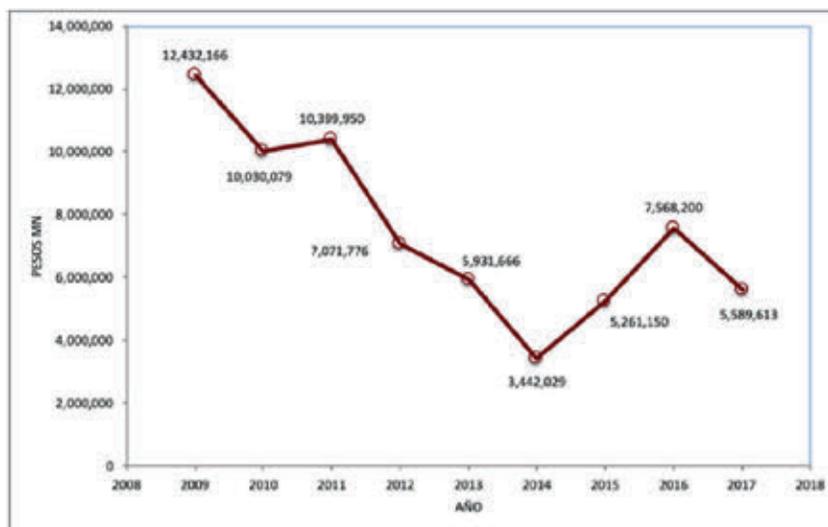
mayoría de los Coordinadores de la campaña entrevistados considera que es gracias a las actividades de la CNMF y, en general del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, que las exportaciones de frutas y hortalizas mexicanas se efectuaron y crecieron, señalando que si se ampliaran las acciones fitosanitarias a huertos de ciruela, granada roja, higo, carambola y mamey, su producción y potenciales exportaciones también podrían ser exitosas.

Una actividad que jugó un papel importante en el mantenimiento de ZL de moscas de la fruta nativas, fue la atención oportuna de las detecciones de uno o más individuos adultos o en estado inmaduro de moscas de la fruta de interés cuarentenario, que pudo volverse como foco de infestación, y con lo que se evitó la pérdida de dicho estatus fitosanitario (Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA, Ver. 3, 2017); esto a través del Plan de Emergencia en Zonas Libres de moscas de la fruta del género *Anastrepha*. Se registraron 56 detecciones o eventos en ZL en 2012 y 21 en 2017, las cuales al haber disminuido generaron ahorros en los costos de los planes de acción que implicó su control. El gasto para la CNMF por esta actividad fue de \$2,890,229 en los últimos 6 años; sin embargo, este costo no se considera relevante, comparado con los beneficios que representó para los productores el haber mantenido las superficies de ZL en los estados.

Por otro lado, la CNMF avanzó en hacer más efectivo el control químico, lo cual se realizó mediante la aplicación de cebo selectivo -que incluye el componente insecticida como el malatión o el spinosad (GF-120)- y el uso más extensivo de las estaciones cebo, generando una disminución en la cantidad de producto insecticida aplicado a nivel nacional. En el 2009, la campaña requirió de 128,445 litros de malatión (CE y UBV) y de GF120, reduciendo a cerca de la mitad el volumen del insecticida en el 2012 (56,857 litros aplicados) y a alrededor de la tercera parte (42,302 litros aplicados) en 2017, disminuyendo el costo de los insecticidas. En 2009 la CNMF gastó \$12.4 millones en la adquisición del producto para el cebo selectivo, \$3.4 millones en 2014 y \$5.6 millones en 2017 (Fig. VI. 4).

Esta disminución en la cantidad de insecticidas aplicada mediante la CNMF también es relevante, por la disminución en el impacto que pudo tener en la salud de la población que está expuesta a los mismos en las áreas productoras o urbanas, donde la CNMF realizó el control o supresión de poblaciones de moscas de la fruta. Así mismo, por el menor impacto ambiental, al disminuir los efectos en el suelo, agua y en la fauna benéfica asociada a las moscas de la fruta. Esta tecnología de las estaciones cebo, ya está siendo adoptada por los propios productores quienes comentaron¹⁷ su mayor efectividad en el control de las moscas de la fruta, la reducción en el número de aplicaciones del cebo selectivo y, por ende, la disminución en los costos de manejo de sus huertos.

¹⁷ En entrevistas realizadas para esta evaluación, en septiembre 2018.



Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA, reportes internos.

Figura VI.4. Costo de los insecticidas utilizados en la aplicación de cebos selectivos para el control químico de la CNMF

La Técnica del Insecto Estéril y el uso de estaciones cebo con productos selectivos de menor impacto ambiental, así como el de sus atrayentes, se le pueden atribuir tanto al PM como a la CNMF. A la CNMF se le puede reconocer también el desarrollo tecnológico que tuvo en el control biológico, mediante la liberación de parasitoides, y el tratamiento postcosecha de irradiación para poder exportar frutos (mango y guayaba, principalmente) provenientes de ZBP de las moscas nativas del género *Anastrepha*.

De las actividades arriba mencionadas, los beneficiarios directos fueron los productores de frutales, cuyos cultivos fueron atendidos por la CNMF. El número de productores beneficiados vario de 2009 a 2017 (Figura VI.5), siendo de 117,802 en 2009, 101,788 en 2013 y 91,461 en 2017; lo que correspondió a una contracción del 22% en 2017 con respecto a 2009, y a un promedio anual durante el periodo de 133,652.

Por otro lado, es claro que el gobierno federal invirtió cantidades importantes de recursos monetarios en la CNMF, estableciendo esquemas de transferencia de tecnología a los productores; sin embargo, en algunos casos, los productores beneficiados de este instrumento de política pública y los gobiernos de los estados se quedaron cortos en los compromisos establecidos. Así mismo, parecería que la campaña en algunos estados se politizó, pasando a segundo término la problemática de las moscas de la fruta.



Fuente: Elaboración propia con datos de los Informes anuales y Planes de trabajo de la CNMF.

Figura VI.5 Productores beneficiados con la CNMF

VII. VIGILANCIA FITOSANITARIA MEDIANTE EL TRAMPEO PREVENTIVO CONTRA MOSCAS EXÓTICAS DE LA FRUTA

El Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) fue implementado por la SAGARPA, a través del SENASICA, en 1996. Actualmente opera en los 32 estados de la República Mexicana con recurso del Incentivo de Prevención de Plagas Fitosanitarias Reglamentadas del Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, teniendo como objetivo detectar oportunamente mediante su sistema de trampeo, la posible entrada de especies de moscas de la fruta exóticas de importancia cuarentenaria de los géneros *Ceratitis*, *Bactrocera*, *Anastrepha* y *Rhagoletis*. Así mismo, establecer el procedimiento para activar el dispositivo nacional de emergencia.

Entre estas moscas se encuentran principalmente la del Mediterráneo *Ceratitis capitata*, la mosca Oriental de la fruta *Bactrocera dorsalis*, la mosca del melón *B. (Zeugodacus) cucurbitae*, la mosca del Caribe *Anastrepha suspensa*, mosca de la manzana *Rhagoletis* spp. Además, mosca del durazno (*B. zonata*), mosca de la carambola (*B. carambolae*) y la mosca europea de la cereza (*R. cerasi*). Los hospedantes potenciales de las moscas exóticas incluyen, entre otros, al aguacate, mango, guayaba, café, uva, fresa, zarzamora, arándano, frambuesa, cítricos, durazno, manzano, plátano, melón, sandía, pepino, calabaza, tomate, jitomate y carambola. Por lo anterior, la presencia de cualquiera de estas moscas en territorio mexicano limitaría las exportaciones de dichas frutas y hortalizas.

El USDA-APHIS¹⁸ menciona que las moscas de la fruta de la familia Tephritidae se encuentran entre las plagas de frutas y hortalizas más destructivas del mundo, representando el mayor riesgo para los Estados Unidos de América las de los géneros *Anastrepha*, *Bactrocera* y *Ceratitis*. Las moscas de la fruta tefritidas pasan sus etapas larvales alimentándose y creciendo en más de 400 plantas hospedantes. La introducción de estas plagas a la Unión Americana causaría pérdidas económicas por la destrucción y el deterioro de los productos hospedantes por las larvas, así como por los costos asociados a la implementación de medidas de control y la pérdida de mercados debido a las restricciones en el envío de estas frutas y hortalizas. El daño extenso y el amplio rango de hospederos de las moscas de la fruta tefritidas, son obstáculos al comercio cuando estas plagas se establecen en zonas de cultivo de sus hospedantes.

El SENASICA mantiene una vigilancia permanente para evitar posibles entradas de moscas exóticas de la fruta al país, a través del TPMEF, el cual coordina la Dirección General de Sanidad Vegetal a través del Programa Nacional de Moscas de la Fruta en 23 estados y a partir de del 2014, el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria tiene a cargo 9 estados (Morelos, Tlaxcala, Querétaro, Puebla, México, Colima, Ciudad de México,

¹⁸ USDA-APHIS. 2018. Fruit Flies. The Fruit Fly Exclusion and Detection Programs.

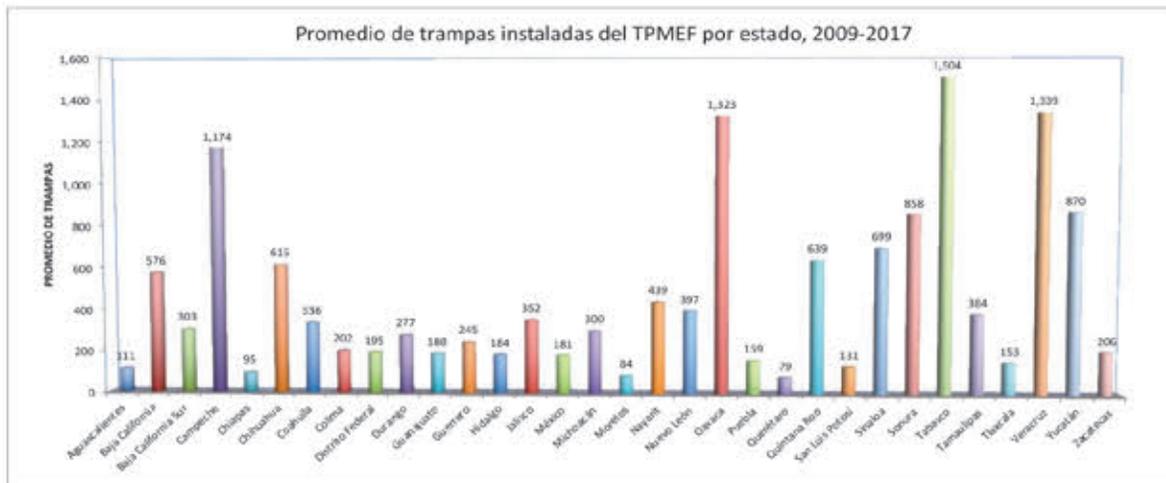
Guanajuato e Hidalgo). Mediante este sistema se mantuvo un total de 132,747 trampas instaladas a nivel nacional (Fig. VII.1), reduciendo con ello los riesgos de establecimiento y dispersión de estas plagas en territorio nacional.

Según la figura VII.2, el mayor número de trampas instaladas estuvo en Tabasco (1,504), Veracruz (1,339), Oaxaca (1,323), Campeche (1,174), Yucatán (870) y Sonora (858); en el resto de los estados se operaron menos trampas



Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA, reportes internos.

Figura VII.1 Número de trampas instaladas mediante el TPMEF en México



Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA, reportes internos.

Figura VII.2 Promedio de trampas instaladas por estado mediante el TPMEF durante 2009-2017

El TPMEF opera mediante la instalación y revisión de varios tipos de trampas, como la Jackson, multilure y esfera roja, con atrayentes específicos como el trimedlure, cuelure, metil eugenol, proteína hidrolizada y acetato de amonio (Cuadro VII. 1).

Cuadro VII.1 Trampeo para moscas exóticas de la fruta

Especie de Mosca de la Fruta	Tipo de trampa	Atrayente	No. Trampas/ ha		Revisión y servicio de trampas (d)
			Área urbana	Área comercial	
<i>Anastrepha</i> spp.	McPhail o Multilure	Proteína hidrolizada o Torula	1 c 50 ha	1 c 50 ha	7-14**
<i>Ceratitis capitata</i>	Jackson	Trimedlure	1 c 150 ha	1 c 100 ha	14-28*
<i>Bactrocera dorsalis</i>	Jackson	Metil eugenol	1 c 250 ha	1 c 250 ha	14
<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Jackson	Cuelure	1 c 250 ha	1 c 250 ha	14
<i>Rhagoletis</i> spp.	Pherocon-AM	Acetato de amonio	1 c 50 ha	1 c 100 ha	14

*La presentación sólida del Trimedlure se cambia cada 28 días. Fuente: NOM-076-FITO-1999. **El Manual Técnico de Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta, sugiere cambio de PH o Torula cada 14 días.

Las actividades de este sistema de trampeo están reguladas por la NOM-076-FITO-1999 (SAGARPA, 2000), que se refiere al Sistema preventivo y dispositivo nacional de emergencia contras moscas exóticas de la fruta (Publicada en el DOF el 3 de abril de 2000). Las disposiciones de esta norma aplican a todo el territorio nacional, especificando que deben establecerse los controles necesarios no solamente en las áreas de producción (huertos comerciales y de traspatio) de los frutos hospederos de las moscas de la fruta, sino también en áreas urbanas, parques nacionales, reservas ecológicas y zonas silvestres¹⁹.

Por otro lado, según el cuadro VII.2, del presupuesto total ejercido por el TPMEF durante 2009-2017, el 72% en promedio, se destinó al trampeo de *C. capitata*, tomando en cuenta los graves daños que puede ocasionar esta plaga en más de 260 hospedantes hortofrutícolas de importancia económica en México, 19% a *Bactrocera* spp., 6% a *Anastrepha* spp., y 3% a *Rhagoletis* spp.

A través del TPMEF no se registraron detecciones de moscas exóticas de importancia cuarentenaria durante 2009-2017, manteniéndose México como país libre de estas plagas. Por lo anterior, no fue necesario implementar acciones de control fitosanitario ni realizar gastos adicionales para la atención de detecciones y/o brotes. Sin embargo, el 24 de abril

¹⁹ DGSV-SENASICA-SAGARPA. 2017. Manual técnico del trampeo preventivo contra moscas exóticas de la fruta. Versión 3, emisión 05/2017. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/estrategia-operativa-moscas-exoticas-de-la-fruta-78809>

de 2019, el TPMEF detectó la entrada de la *Bactrocera scutellata* a Manzanillo, Colima, siendo necesario instrumentar el DNE para erradicar la plaga, lo que ha implicado a la fecha un costo de alrededor de US\$1,650 millones y aún está en proceso de erradicación. De no haberse detectado, dicha plaga podría haberse establecido en el estado y dispersado hacia otras áreas de producción relevantes de Sinaloa, incrementando los costos de producción para su combate, con el respectivo incremento en uso de plaguicidas, y el establecimiento de cuarentenas de países que están libres de ella.

Cuadro VII.2 Presupuesto ejercido por el TPMEF por especie de mosca exótica

PORCENTAJE DEL PRESUPUESTO EJERCIDO POR EL TRAMPEO PREVENTIVO CONTRA MOSCAS EXOTICAS DE LA FRUTA POR PLAGA OBJETIVO										
Plaga objetivo	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	Promedio anual
<i>C. capitata</i>	70	70	70	70	69	69	74	76	79	72%
<i>Anastrepha</i> spp.	8	8	7	7	8	7	7	7	0	6%
<i>Bactrocera</i> spp.	19	19	19	19	19	20	17	17	18	19%
<i>Rhagoletis</i> spp.	3	3	3	3	3	3	2	0	3	3%

Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA, reportes internos.

No obstante, el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria interceptó algunas moscas exóticas en las muestras de fruta que retuvieron de pasajeros, las Oficinas de Inspección de Sanidad Agropecuaria ubicadas en aeropuertos del país durante 2009-2017 (Cuadro VII.3). Gracias a dichas intercepciones, se evitaron posibles diseminaciones de la plaga al interior del país, evitando con ello obstaculizar la exportación de frutas y hortalizas hacia los países libres de estas plagas, y protegiendo así un total de 1.9 millones de hectáreas de los principales productos hortofrutícolas hospedantes, cuya producción anual se estimó en 22 millones de toneladas (SIAP, 2017).

Cuadro VII.3 Diagnósticos positivos de moscas exóticas de la fruta determinados por el CNRF

Diagnósticos positivos de moscas exóticas de la fruta del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria									
Año 1/	País de procedencia	Punto de ingreso	Lugar de detección 2/	Producto	Fecha de recepción	Número de muestra		Observaciones sobre la muestra	Patógeno
						Orden	Muestra		
2013	Colombia	CdMx	OISA del AICM	Mango	15/11/13	48967	13P0045118	Retenido a pasajero	<i>Ceratitís capitata</i>
	USA	Jalisco	OISA Guadalajara	Aceitunas	05/11/13	48350	13P0043683	Retenido a pasajero	<i>Bactrocera oleae</i>
	USA	CdMx	OISA del AICM	Nuez	05/11/13	48391	13P0043769	Retenido a pasajero	<i>Rhagoletis suavis</i>
2016	USA	CdMx	OISA del AICM	Guayaba	17/10/16	106947	16P0048308	Retenido a pasajero	<i>Ceratitís capitata</i>
2017	Cuba	CdMx	OISA del AICM	Guayaba	10/04/17	127494	17P0006485	Retenido a pasajero	<i>Anastrepha suspensa</i>
	Jamaica	Quintana Roo	OISA Cozumel	Almendra	27/07/17	135276	17P0020058	Retenido a pasajero	<i>Anastrepha suspensa</i>
	Cuba	CdMx	OISA del AICM	Guayaba	15/05/17	126079	17P0008874	Retenido a pasajero	<i>Anastrepha suspensa</i>
	Chile	CdMx	OISA del AICM	Fruta fresca	25/04/17	128074	17P0007293	Retenido a pasajero	<i>Ceratitís capitata</i>
	España	Quintana Roo	OISA Cozumel	Mandarina	06/12/17	177540	17P0040948	Retenido a pasajero	<i>Ceratitís capitata</i>

1/ De 2009 a 2012, y en 2014, no se determinaron moscas exóticas de la fruta en las muestras recibidas.

2/ Las OISA son las Oficinas de Inspección de Sanidad Agropecuaria del SENASICA.

Fuente: Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria del SENASICA.

De esta manera, se evitó la necesidad de implementar planes de emergencia con acciones de control fitosanitario y realizar gastos para la atención de posibles brotes y/o detecciones. Sin embargo, estas intercepciones excluyen al estado de Chiapas y el sur de Tabasco en donde, como se mencionó antes, si se registraron entradas de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* durante 2009-2017, por su cercanía con los frentes de infestación en Guatemala, región fronteriza con México.

En general, el PM, TPMEF y la CNMF, al reducir y/o eliminar las pérdidas potenciales y daños a las frutas y hortalizas hospedantes, han propiciado incrementos en su productividad, la sanidad y calidad de los mismos en beneficio del consumo nacional y la exportación; lo cual ha beneficiado a los productores de los cultivos hospedantes de moscas de la fruta, al empleo en el campo, al menor impacto negativo al ambiente y al desarrollo técnico-científico sobre prácticas de manejo de plagas.

Los productores beneficiados con el TPMEF (que incluye a la mosca del Mediterráneo) aumentaron de 853,590 en 2009 a más de un millón en 2017 (Figura VII.3), equivalente a un incremento del 23% y a un promedio anual de 1.1 millones durante el periodo 2009-2017.



Fuente: Elaboración propia con datos de los Informes anuales y Planes de trabajo del TPMEF.

Figura VII.3 Productores beneficiados con el TPMEF

No obstante, si bien el PM y el TPMEF beneficiaron tanto a los pequeños como a los grandes productores, con la CNMF no ha sido el mismo caso. Al haberse enfocado a apoyar el establecimiento y mantenimiento de sitios o áreas de producción libres o en baja prevalencia de las moscas nativas del género *Anastrepha*, a fin de asegurar mejor participación e involucramiento de los productores organizados en el desarrollo de sus actividades, así como mayor posibilidad de exportación, la campaña apoyó principalmente a los grandes y medianos productores, quienes no necesariamente aportaron recursos complementarios a la campaña. Un mayor beneficio para los productores pequeños

mediante este instrumento de política pública, requeriría de modificar las reglas de la Campaña, dedicando mayores recursos a su capacitación y entrenamiento sobre las actividades técnicas de la misma.

VIII. ESTRUCTURA DE BENEFICIOS DE LOS PROGRAMAS/CAMPAÑA CONTRA MOSCAS DE LA FRUTA

Para diversificar el consumo de la población y satisfacer las necesidades alimenticias y nutricionales de los países, el intercambio comercial de productos agrícolas entre los mismos ha aumentado de manera sustancial. Como consecuencia la regulación fitosanitaria que deben cumplir los productos para evitar la introducción y dispersión de plagas y enfermedades de importancia económica y cuarentenaria de una nación a otra, también se ha incrementado y fortalecido.

Las frutas y hortalizas mexicanas han podido exportarse exitosamente a mercados como el de Estados Unidos de América, Canadá, y en menor grado a Japón y algunos europeos. Esto gracias a que se tienen establecidas normas fitosanitarias exigentes, a través de los programas/campaña contra moscas de la fruta que tiene establecidos el SENASICA-SAGARPA (PM, TPMEF y CNMF). El ingreso al país y potencial establecimiento de las moscas exóticas de la fruta incrementaría a los productores de frutas y hortalizas sus costos de producción y, al país, el costo de los programas de erradicación respectivos, al mismo tiempo que limitaría la posibilidad de exportar dichos productos frescos a países libres de estas plagas.

En este capítulo se presenta la estructura de los beneficios, directos e indirectos, derivados de la operación del PM, TPMEF y CNMF durante el periodo 2009-2017.

De acuerdo con Enkerlin (2008), entre los beneficios directos de programas de moscas de la fruta que operan bajo un manejo integrado de plagas (MIP) destacan:

- El incremento en superficie cosechada, rendimientos y producción de las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta.
- La disminución de costos de producción al reducirse la aplicación de insecticidas e incrementarse la eficiencia en el control de estas plagas.
- El aumento en la comercialización de los productos hortofrutícolas para el consumo nacional y la exportación, al aumentar el volumen y la calidad de los frutos.

Entre los indirectos señala el autor:

- La retención-creación de empleo en la producción hortofrutícola.
- Ahorro en salud pública al disminuir las intoxicaciones con agroquímicos convencionales, de los que están expuestos a ellos;
- Disminución de residuos tóxicos por insecticidas en los productos hortofrutícolas, agua y aire.
- Menor rechazo de productos de exportación por niveles de residuos de insecticidas.
- Reducción de efectos negativos a polinizadores.

- Menor afectación a la producción y exportaciones de miel, al disminuir la eliminación de abejas por la aplicación indiscriminada de insecticidas tradicionales.
- Conservación de enemigos naturales y menor presencia de plagas secundarias.
- Aumento en la producción de cultivos orgánicos.

A los anteriores beneficios hay que agregar el impacto positivo que tiene el consumo de frutas y hortalizas en la salud de la población. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), "las frutas y verduras son componentes importantes de una alimentación sana" porque contribuyen a prevenir "enfermedades cardiovasculares y determinados cánceres del sistema digestivo". Menciona que el efecto protector del consumo de frutas y verduras proviene de su contenido de antioxidantes y micronutrientes entre los que destacan los "flavonoides, carotenoides, la vitamina C y el ácido fólico, además de la fibra alimentaria". Que "estas y otras sustancias bloquean o suprimen la acción de los carcinógenos y, por su acción antioxidante, previenen las lesiones oxidativas del ADN²⁰. Del estudio realizado por la OMS derivó que "una baja ingesta de frutas y verduras da lugar a aproximadamente el 19% de los cánceres gastrointestinales, el 31% de las cardiopatías isquémicas y el 11% de los accidentes cerebrovasculares a nivel mundial. En total, se atribuyeron al bajo consumo de frutas y verduras 2.7 millones de defunciones (4.9%) y 26.7 millones de años de vida con salud (AVAD) perdidos (1.8%). De la carga atribuible a ese bajo consumo, aproximadamente el 85% se debía a enfermedades cardiovasculares, y el 15% a cánceres. Alrededor del 43% de la carga de morbilidad recaía en las mujeres".

En esta evaluación se tomó en cuenta el comportamiento de 26 frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por moscas de la fruta (la del Mediterráneo, algunas otras exóticas y las nativas del género *Anastrepha*), consideradas de importancia económica por el volumen y valor de su producción, la mano de obra que emplean sus cultivos y las divisas que generan al país sus exportaciones. Las exportaciones mexicanas de estos productos hortofrutícolas se han incrementado significativamente en la última década. En la cuantificación de los beneficios se consideraron a los especificados en la metodología: 22 hospedantes de la mosca del Mediterráneo (10 clasificados como primarios y 12 secundarios), así como a 12 de las moscas nativas, 8 de los cuales son hospedantes de ambas plagas, y 4 solo de las especies de *Anastrepha* (guanábana, mamey, marañón y zapote). Como entre las moscas exóticas se encuentra la del Mediterráneo y la *Bactrocera cucurbitae*, entre los hospedantes seleccionados ya se atiende a los principales de esta plaga.

²⁰ OMS. 2002. Informe sobre la salud en el mundo 2002 – Reducir los riesgos y promover una vida sana. Capítulo 4, Cuantificación de algunos riesgos importantes para la salud. pp 64-65.

VIII.1 Beneficios directos

VIII.1.1 Producción de los hortofrutícolas hospedantes

A continuación se presenta el comportamiento de producción, superficie cosechada y rendimientos de los hospedantes seleccionados. De acuerdo a las cifras del Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la superficie cosechada nacional del conjunto de hospedantes de moscas de la fruta seleccionados ascendió a 1.67 millones de hectáreas en 2017, a las cuales 7 frutas y hortalizas aportaron el 85% de esta superficie (1.5 millones de ha): café cereza 638,603, naranja 320,794, mango 188,644, chiles verdes 160,438, limón persa 86,706, manzana 53,619 y tomate rojo 50,226. Según el cuadro VIII.1, la producción nacional de los 26 hospedantes mencionados creció 3% en promedio al año durante el periodo 2009-2017, aumentando de 16.5 millones de toneladas en 2009 a 21.7 millones en 2017.

Los cultivos con mayor crecimiento en producción fueron el arándano en 42%, fresa 12%, frutillas (frambuesa, mora y zarzamora) 10% y pepino 9%; seguidos con crecimientos del 6 al 3% por el chile verde, guanábana, tomate rojo, uva, chayote, mandarina, mango, manzana, papaya y sandía. La producción de toronja se mantuvo constante y la de los siguientes cultivos tuvieron crecimientos negativos durante el periodo: café cereza (-6%), chabacano (-5%), durazno y zapote (-2%) y marañón (-1%).

La superficie cosechada nacional de arándanos y fresa mostró una tendencia creciente, aumentando de 190 hectáreas en 2009 a 3,334 en 2017 la primera y de 6,678 a 13,850 ha la segunda, y aunque la de las frutillas mostró algunos altibajos creció de 666 ha en 2009 a 12,561 en 2017 (figura VIII.1).

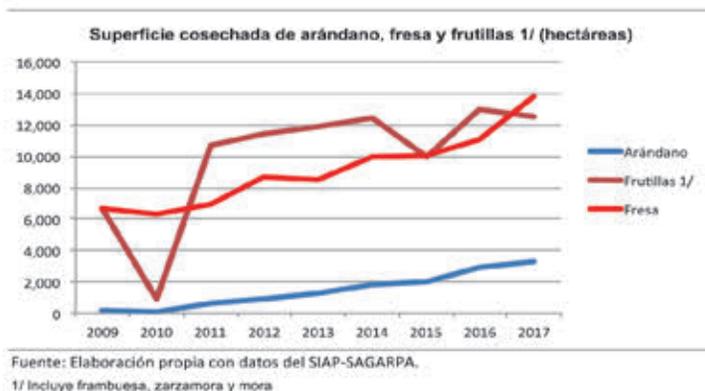


Figura VIII.1 Superficie cosechada nacional de arándano, fresa y frutillas

Cuadro VIII.1 Producción de los hospedantes seleccionados de moscas de la fruta

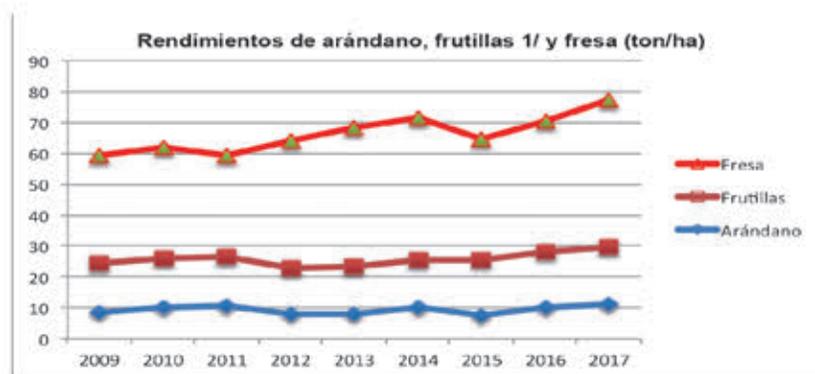
PRODUCCION NACIONAL DE LOS PRINCIPALES HOSPEDANTES DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA (TON)										
Cultivo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Crecimiento 2/
Arándano	1,556	1,059	6,704	7,191	10,160	18,031	15,489	20,067	36,700	42%
Café/cebreza	1,436,559	1,332,263	1,287,643	1,336,882	1,257,583	1,166,026	1,026,252	824,082	835,380	-6%
Chabacano	1,333	1,291	863	1,130	596	922	1,087	848	833	-5%
Chayote	148,375	144,413	178,229	162,855	164,198	163,346	163,744	184,963	190,848	3%
Chile verde	1,981,564	2,335,560	2,131,740	2,379,736	2,294,400	2,732,635	2,782,341	3,279,910	3,256,875	6%
Cirueta	68,492	70,202	70,677	65,379	63,194	71,172	72,207	77,931	83,607	2%
Durazno	198,085	227,422	167,285	162,866	161,268	173,464	176,303	176,909	163,796	-2%
Frutillas 1/	115,961	14,344	135,563	139,803	128,976	152,922	123,091	246,512	270,399	10%
Fresa	233,041	226,657	228,900	360,426	379,464	458,972	382,625	468,248	658,436	12%
Guanábana	17,419	17,796	20,050	19,527	19,841	20,780	16,621	23,716	28,854	6%
Guayaba	289,259	305,228	290,659	295,398	298,062	302,718	294,423	309,094	324,666	1%
Mamey	16,306	15,477	16,357	16,720	17,499	17,586	18,321	18,863	19,731	2%
Marañón	4,108	4,406	4,260	4,423	4,360	4,227	4,288	3,603	3,767	-1%
Mandarina	223,718	213,507	231,167	272,426	323,617	297,326	291,078	269,350	285,867	3%
Mango	1,509,272	1,632,649	1,536,654	1,465,190	1,603,810	1,451,890	1,775,507	1,888,187	1,958,491	3%
Manzana	561,493	584,655	630,533	375,045	858,608	716,885	750,325	716,931	714,149	3%
Melón	547,327	559,116	556,027	574,213	561,953	526,990	561,891	593,717	605,134	1%
Naranja	4,193,484	4,051,632	4,075,678	3,666,790	4,409,968	4,533,428	4,515,520	4,603,253	4,629,758	1%
Papaya	707,347	616,215	634,369	712,917	764,514	836,370	883,503	951,922	961,768	3%
Pepino	433,641	477,366	425,433	640,508	637,395	707,632	817,800	886,270	956,005	9%
Pera	24,871	24,980	25,160	21,573	24,144	24,444	24,679	26,952	27,929	1%
Sandía	1,007,155	1,036,795	1,002,019	1,033,524	953,244	946,458	1,020,269	1,199,648	1,331,508	3%
Tomate rojo	2,043,815	2,277,791	1,872,482	2,838,370	2,694,358	2,875,164	3,058,329	3,349,154	3,469,707	6%
Toronja	431,671	400,934	397,267	415,471	425,433	424,678	424,315	438,057	441,873	0%
Uva	274,628	307,147	281,145	375,298	350,421	335,739	369,951	351,310	415,889	5%
Zapote	20,272	17,997	18,387	17,885	17,378	16,740	17,167	14,678	16,687	-2%
Total	15,491,031	16,696,902	16,229,249	17,361,546	18,425,244	18,976,508	19,637,214	20,935,173	21,728,659	3%

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)-SAGARPA. <http://inube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

1/ Incluyen frambuesa, mora y zarzamora

2/ Es el crecimiento anual promedio

Por su parte, los rendimientos promedio anuales de arándano fluctuaron en el rango de las 7.63 a 11.01 ton/ha durante el periodo; mientras que los de las frutillas de 14.54 a 18.81 ton/ha y los de la fresa de 32.80 a 47.54 ton/ha (Figura VIII.2).

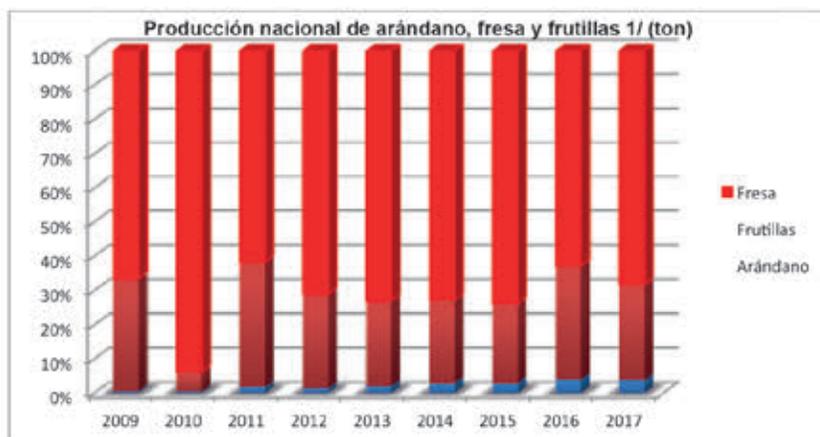


Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA

1/ Incluye frambuesa, zarzamora y mora

Figura VIII.2 Rendimientos de arándano, fresa y frutillas

La producción de fresa aumentó de 233,041 toneladas en 2009 a 658,436 en 2017, abarcando cerca del 75% del volumen total de este tipo de frutos, "berries" (Figura VIII.3); la de frutillas creció de 115,961 toneladas en 2009 a 270,399 en 2017, y la de arándano de 1,595 a 36,700 ton, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA
1/ Incluye frambuesa, zarzamora y mora

Figura VIII.3 Producción nacional de arándano, fresa y frutillas

México mantuvo el tercer lugar entre los principales países productores de fresa a nivel mundial, durante 2012-2017; mientras que con frambuesa pasó del 7° lugar en 2012 al 4° en 2017, y con arándano del 6° al 3°, respectivamente. China fue el líder, aportando el 41% a la producción mundial de fresa, mientras que Rusia alrededor del 20% a la producción de frambuesa y Estados Unidos el 48% a la producción de arándano²¹.

Los principales estados productores de fresa en 2017 fueron Michoacán (con el 74% de la producción nacional en 2017, equivalente a 484,936 ton), Baja California (91,770 ton) y Guanajuato (57,667 ton); mientras que Jalisco aportó el 72% a la producción nacional de frambuesa (86,060 ton) y Michoacán el 18% (21,620 ton), otros estados el resto. A las 36,700 toneladas de producción nacional de arándano de 2017, Jalisco contribuyó con 14,563 ton, Michoacán con 8,861 ton y Sinaloa con 6,149 ton; otros estados con volúmenes más pequeños.

Por el contrario, la superficie cosechada nacional de café cereza, hospedante primario y reservorio de la mosca del Mediterráneo en Guatemala región limítrofe con México, mostró una clara tendencia a la baja, disminuyendo de 765,697 hectáreas en 2009 a 638,603 en 2017 (Figura VIII.4). Los rendimientos promedio anuales del café cereza también disminuyeron, de 1.88 ton/ha en 2009 a 1.31 en 2017 (Figura VIII.5). Este comportamiento puede reflejar tanto el efecto de las distintas plagas que atacan el cultivo del café cereza²², como las caídas internacionales del precio del café verde (por ser una “commodity”) lo cual

²¹ SIAP-SAGARPA. 2018. Atlas Agroalimentario 2012-2017, México.

²² SENASICA-SAGARPA. 2017. El Programa de Trabajo Anual de Vigilancia Epidemiológica del cultivo de café en el estado de Oaxaca tiene bajo vigilancia a: la roya del cafeto, broca, nematodo lesionador de la raíz, ojo de gallo, mancha de hierro, minador de la hoja, phoma-quema, mal de hilachas, barrenador de ramas, ácaro rojo, cochinilla, antracnosis, nematodo agallador, crespeta y barrenador de ramas.

desmotiva a los productores a cosecharlo o a venderlo; el sector cafetalero mexicano también enfrenta ciertos problemas sociales.



Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA

Figura VIII.4 Superficie cosechada nacional de café cereza

Según el presidente de la AMCEE²³, "muchos productores de café guardan el grano como forma de ahorro, en espera de mejores precios, aunque con el actual panorama, terminarán perdiendo". Señaló que los que más pierden son los pequeños caficultores, quienes representan el 90% de los existentes en México, así como los más de 500 mil trabajadores agrícolas que emplea el sector cafetalero en 480 municipios de los estados productores.

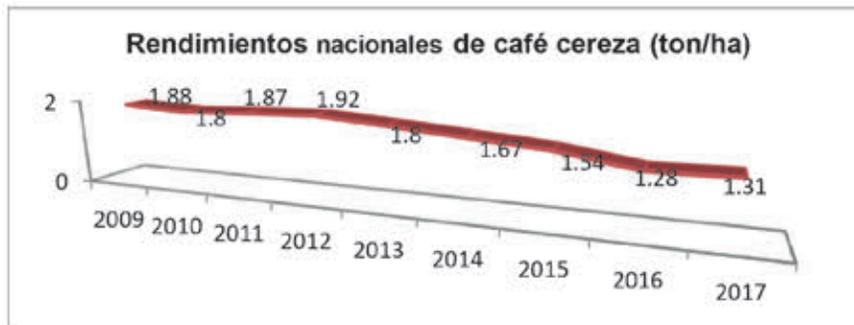


Figura VII.5 Rendimientos de café cereza

En respuesta a lo anterior, la producción nacional de café cereza cayó de 1.43 millones de toneladas en 2009 a 1.25 millones en 2013 y a 835 mil en 2017 (Figura VIII.6). Los principales estados productores de café en 2017 fueron, en orden de importancia, Chiapas, Veracruz y Puebla, los cuales contribuyeron con el 79% a la producción nacional. México pasó de ocupar el 10º lugar como productor mundial de café en 2012, al 11º en 2017 (SIAP-SAGARPA. 2018).

²³ Agronoticias. 2018. Caída en precios de café pone en jaque a productores mexicanos. 6 de septiembre



Figura VIII.6 Producción nacional de café cereza

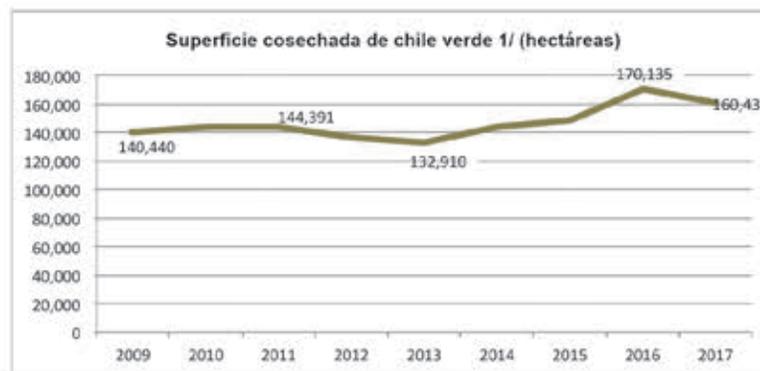
Por su parte, la superficie cosechada nacional de chabacano y durazno, aunque no ha sido significativa, también disminuyó durante el periodo, al igual que su producción; mientras que la ciruela (*Prunus domestica*) mantuvo su superficie cosechada en alrededor de 14,500 hectáreas, con rendimientos anuales de 4.2 a 5.7 ton/ha y producción de 68 mil a 83 mil toneladas de 2009 a 2017. La superficie cosechada de manzana también mostró tendencia a la baja, reduciéndose de cerca de 57 mil hectáreas en 2009 a 53.6 en 2017; sus rendimientos anuales erráticos en el rango de las 6.4 a 13.6 ton/ha, con producción de entre 375 mil y 859 mil toneladas. La superficie cosechada de pera se mantuvo alrededor de las 4 mil hectáreas, con rendimientos estables cercanos a los 6.2 ton/ha y producción anual alrededor de 25 mil toneladas. Este comportamiento responde a que el durazno, chabacano, ciruela, manzana y pera nacionales no compiten en precio y diversidad de variedades, con los importados procedentes de Estados Unidos y Chile.

Por otro lado, la superficie cosechada nacional de las distintas variedades de chile verde se incrementó de 140,440 hectáreas en 2009 a 160,438 en 2017 (Figura VIII.7), aumentando los rendimientos promedio anuales de 14.1 a 20.5 ton/ha en dichos años, dando como consecuencia crecimientos en producción de 1.98 millones de toneladas en 2009 a 2.38 en 2012 y 3.3 millones en 2017 (Figura VIII.8). Estos incrementos en producción responden tanto a la alta tradición que existe en los consumidores mexicanos por el consumo de chiles en diferentes maneras, como a la demanda internacional por esta hortaliza.

México mantuvo el segundo lugar entre los principales productores de chile verde en el periodo 2012-2017; China el primero²⁴. De las distintas variedades de chiles que se cultivan en México, el chile jalapeño es el que se produce en mayor volumen, seguido del

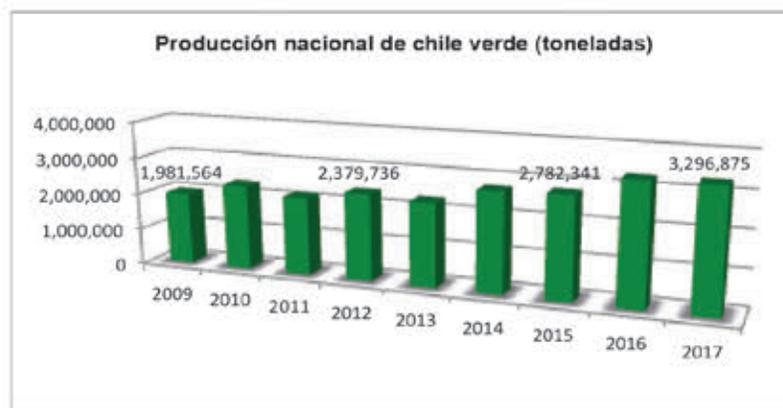
²⁴ SIAP-SAGARPA. 2018. Atlas agroalimentario 2012-2018. México.

morrón y el poblano. El 61% de la producción nacional del chile en 2017 provino de Chihuahua (820,626 ton), Sinaloa (771,191 ton) y Zacatecas (417,218 ton) y en menor medida de San Luis Potosí, Sonora, Jalisco, Michoacán y otros estados.



Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.
1.- Incluye el chile morrón

Figura VIII.7 Superficie cosechada nacional de chile verde



Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.

Figura VIII.8 Producción nacional de chile verde

Por otro lado, los cultivos tropicales de guanábana, mamey, marañón y zapote, que son solamente de consumo nacional y hospedantes de las moscas nativas del género *Anastrepha*, mostraron una ligera tendencia creciente en su superficie cosechada (oscilando en un promedio anual de alrededor de las 2,500, 1,350, 1,400 y cerca de 2 mil hectáreas, respectivamente) durante el periodo 2009-2017; la producción de los tres primeros, aumentó ligeramente, mientras que, la de zapote tendió a la baja. La guanábana registró rendimientos anuales de altas y bajas (en el rango de 6.8 a 10 ton/ha), el mamey y zapote más estables (en el rango de 12 a 13.2 ton/ha y de 8.9 a 9 ton/ha,

respectivamente), y en marañón éstos fueron decrecientes (en el rango de 2.5 a 3.5 ton/ha). Es importante destacar que a la guanábana (pulpa, semillas y hojas) se le han identificado distintos usos y propiedades; con la pulpa se preparan jugos, licuados, aguas frescas, helados, dulces, mermeladas, yogures, ensaladas y cocteles. "También es una opción para prevenir padecimientos como el cáncer, hipertensión arterial, estreñimiento, fatiga, diabetes, resfriados, enfermedades del corazón, y dolores musculares, entre otros"²⁵, por lo que la producción de este fruto debe ser estimulado y su sanidad atendida por la CNMF.

Por su parte, la superficie cosechada nacional de guayaba se mantuvo entre las 20 y 22 mil hectáreas, con rendimientos promedio anuales de 13.2 a 14.8 ton/ha y producción entre las 289 mil y cerca de 325 mil toneladas en el periodo 2009-2017. Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas fueron los principales estados productores de guayaba, aportando en conjunto el 93-94% a la producción nacional anual (Cuadro VIII.2). La guayaba ha sido una fruta que a los mexicanos gusta mucho. México se movió del 5º lugar en 2012 al 4º en 2017, entre los principales productores de guayaba del mundo (SIAP-SAGARPA. 2018).

Cuadro VIII.2 Principales estados productores de guayaba

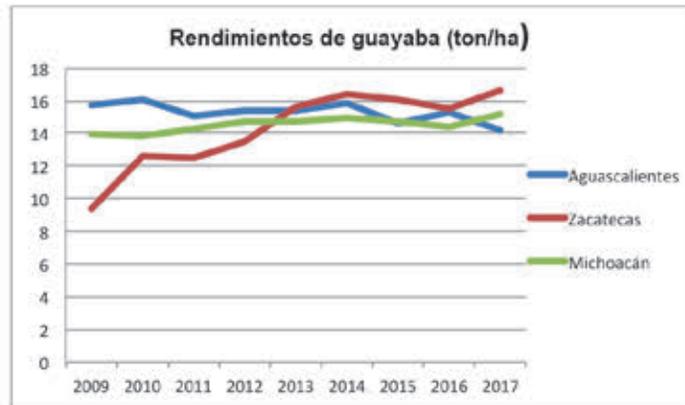
PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE GUAYABA (TON)						
Año	Michoacán	Aguascalientes	Zacatecas	Producción		
				Tres estados	nacional	3 estados / nacional
2009	124,946	106,288	37,781	269,015	289,299	93%
2010	127,820	108,148	48,222	284,191	305,228	93%
2011	131,093	94,661	44,698	270,452	290,659	93%
2012	133,621	95,770	46,903	276,294	295,398	94%
2013	136,737	95,362	47,580	279,679	298,062	94%
2014	137,121	98,189	49,864	285,174	302,718	94%
2015	136,728	90,155	48,463	275,346	294,423	94%
2016	147,286	94,845	46,708	288,839	309,094	93%
2017	164,835	87,784	50,336	302,955	324,666	93%

Fuente: SIAP-SAGARPA. <http://hube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Los rendimientos de Aguascalientes fueron en general los más altos durante el periodo (entre 14.2 y 16 ton/ha), aunque los de Zacatecas los superaron a partir del 2013, creciendo de 9.4 ton/ha en 2009 a 16.6 ton/ha en 2017 (Figura VIII.9).

En cuanto a los cítricos dulces (mandarina, naranja y toronja), la superficie cosechada nacional disminuyó ligeramente de 370 mil hectáreas en 2009 a 360 mil en 2017, representando la naranja entre el 89 y 90% del total de estos frutos (Figura VIII.10).

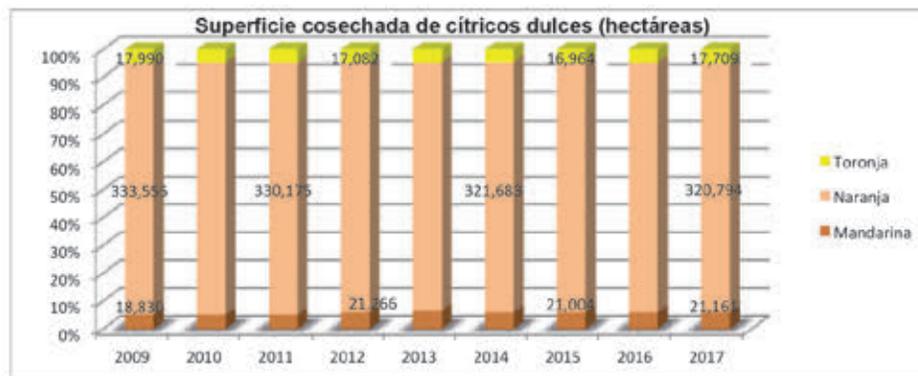
²⁵ SAGARPA. 2016. Guanábana: exótica, deliciosa y saludable. México.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.

Figura VIII.9 Rendimientos en los principales estados productores de guayaba

Los rendimientos promedio de la mandarina oscilaron en el rango de las 11.4 a 14 toneladas por hectárea en el periodo, los de naranja de 11.3 a 14.6 ton/ha, mientras que los de la toronja de 22.8 a 26.5 ton/ha.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

Figura VIII.10 Superficie cosechada nacional de cítricos dulces

La producción conjunta de los cítricos dulces aumentó de 4.8 millones de toneladas en 2009 a 5.4 millones en 2017 (Figura VIII.11), mostrando la de los tres frutos incrementos en el periodo, y nuevamente la naranja abarcando la mayor proporción del total (86%). Tradicionalmente la población mexicana ha consumido la naranja tanto en jugo como en fruta fresca, y en mucho menor medida el jugo procesado. México ocupó el 5º lugar entre los principales países productores de naranja del mundo de 2012 a 2017 (Brasil el 1º), y el 4º con toronja (China el 1º)²⁶.

Entre los cinco principales estados productores de mandarina y naranja en México, durante el periodo 2009-2017, estuvieron Veracruz, Nuevo León, San Luis Potosí,

²⁶ SIAP-SAGARPA 2018. Atlas Agroalimentario 2012-2018. México.

Tamaulipas y Sonora, aportando Veracruz alrededor de la mitad de la producción de mandarina y dos-terceras partes de la de naranja (Cuadro VIII.3); en conjunto estos 5 estados contribuyeron con aportaciones del 77% al 96% a la producción nacional de mandarina, y del 80% al 84% a la de naranja.



Figura VIII.11 Producción nacional de cítricos dulces

Las 5 entidades federativas más importantes en la producción de toronja fueron Veracruz (con alrededor del 60% de la producción nacional anual), Michoacán, Tamaulipas, Nuevo León y Sonora, contribuyendo en conjunto con el 84% al 94% del total nacional.

Según la Figura VIII.12, Sonora registró los rendimientos de mandarina más altos durante el periodo 2009-2017 (entre 11.6 y 20.7 ton/ha), seguida de Veracruz (entre 12.1 y 16.6 ton/ha) y Tamaulipas (entre 11.7 y 15.6 ton/ha); mientras que Nuevo León y San Luis Potosí los tuvieron más bajos. Los mayores rendimientos de naranja también estuvieron en Sonora (de 22.5 a 28.6 ton/ha), después en Tamaulipas (de 15.9 a 28 ton/ha), siguiendo Veracruz, Nuevo León y San Luis Potosí (Figura VIII.13); mientras que en los de toronja, Veracruz y Sonora registraron los más altos (entre las 29 y 36.6 ton/ha) (Figura VIII.14).

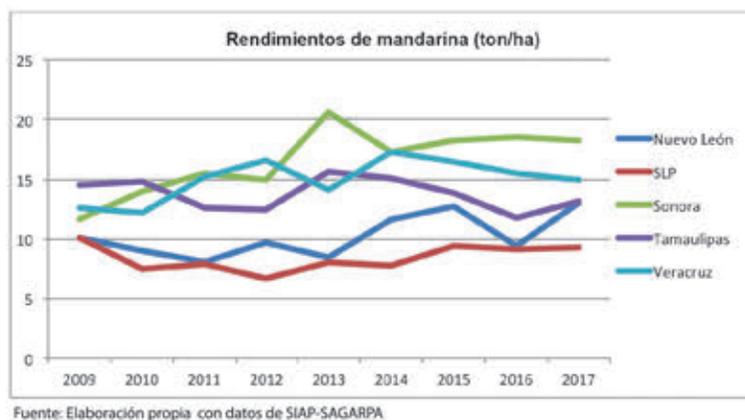
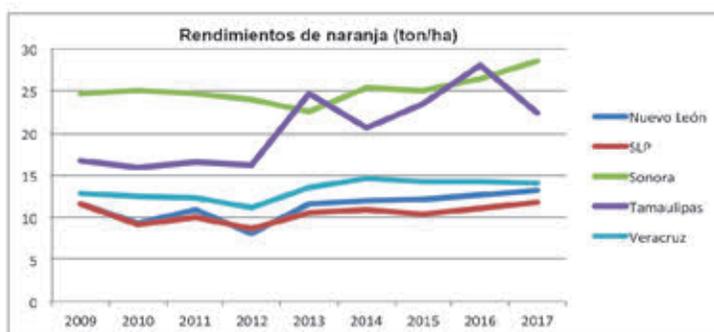


Figura VIII.12 Rendimientos de mandarina en los principales estados productores

Cuadro VIII.3 Principales estados productores de cítricos dulces

PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE CITRICOS DULCES (toneladas)								
Año	Nuevo León	SLP / Michoacán 1/	Sonora	Tamaulipas	Veracruz	Producción		
						5 estados	nacional	5 estados / nacional
MANDARINA								
2009	35,892	15,892	583	54,235	102,046	208,646	223,718	93%
2010	32,110	17,440	868	55,164	98,952	204,534	213,507	96%
2011	27,869	16,514	2,140	49,189	124,487	220,180	231,187	95%
2012	34,230	13,907	2,062	48,886	135,092	234,177	272,426	86%
2013	29,782	18,365	2,847	100,652	118,337	269,983	323,617	83%
2014	41,488	18,510	2,563	12,473	154,595	229,629	297,326	77%
2015	45,751	22,212	3,059	11,618	147,345	229,985	291,078	79%
2016	34,156	21,665	3,642	9,823	139,653	208,939	269,350	76%
2017	47,379	22,007	5,416	11,061	133,994	219,857	285,867	77%
NARANJA								
2009	296,973	296,973	167,371	539,526	2,058,040	3,358,881	4,193,484	80%
2010	236,493	393,133	185,730	512,933	2,006,225	3,334,515	4,051,632	82%
2011	271,955	374,481	163,096	544,922	1,982,952	3,337,405	4,079,678	82%
2012	204,750	324,213	142,985	522,573	1,789,224	2,983,746	3,666,790	81%
2013	294,164	402,195	122,807	747,870	2,143,561	3,710,597	4,409,968	84%
2014	305,295	412,193	138,713	596,891	2,353,870	3,906,751	4,533,428	84%
2015	313,439	337,717	142,445	668,935	2,336,427	3,796,962	4,515,520	84%
2016	328,503	348,970	153,499	689,961	2,368,501	3,887,434	4,603,253	84%
2017	335,109	368,136	178,182	669,512	2,331,660	3,882,598	4,629,758	84%
TORONJA								
2009	17,734	59,559	17,500	29,083	256,064	379,940	431,671	88%
2010	20,069	56,566	17,518	29,359	238,186	361,702	400,934	90%
2011	22,443	48,834	20,687	35,125	235,776	362,865	397,267	91%
2012	26,426	40,500	20,221	35,542	261,549	384,238	415,471	92%
2013	33,581	50,303	17,442	45,033	251,970	398,329	425,433	94%
2014	36,281	47,918	14,866	48,202	250,353	391,620	424,878	92%
2015	26,201	49,566	16,689	46,544	248,927	387,927	424,315	91%
2016	27,705	45,319	15,721	54,488	258,997	402,230	438,057	92%
2017	34,902	64,806	12,093	52,205	242,409	406,417	441,873	92%

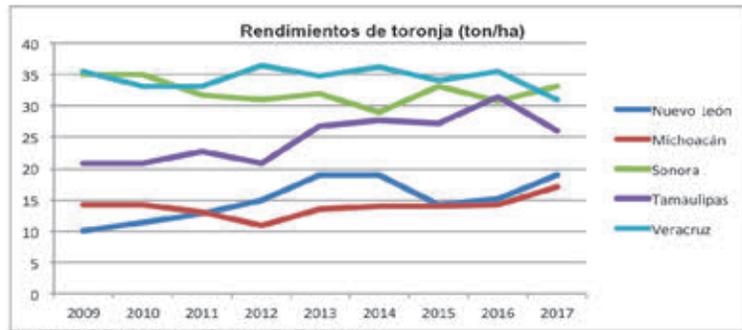
1/ Las cifras de producción de mandarina y naranja corresponden a San Luis Potosí, mientras que las de toronja a Michoacán.
Fuente: SIAP-SAGARPA. <http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

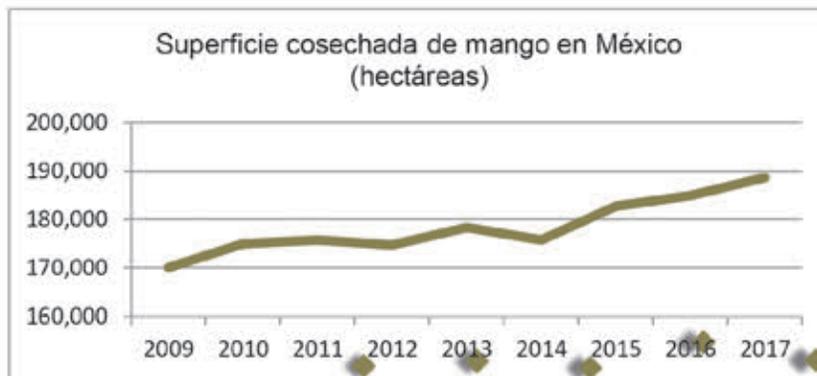
Figura VIII.13 Rendimientos de naranja en los principales estados productores

Por su parte, la superficie cosechada nacional de mango aumentó de 170 mil hectáreas en 2009, a 178 mil en 2013 y más de 188 mil en 2017 (Figura VIII.15). Los rendimientos de este fruto crecieron de 8.88 ton/ha en 2009 a 10.38 en 2017, mientras que la producción de 1.51 millones de toneladas a 1.96 millones, respectivamente (Figura VIII.16).



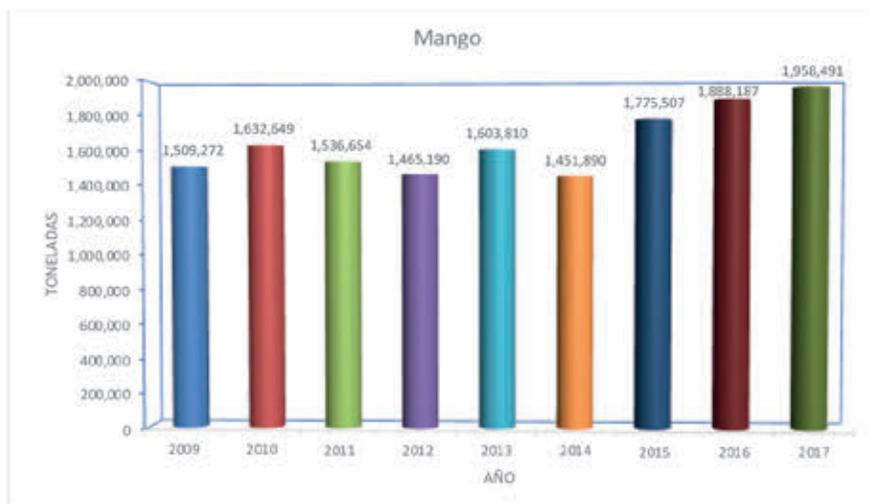
Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

Figura VIII.14 Rendimientos de toronja en los principales estados productores



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA

Figura VIII.15 Superficie cosechada nacional de mango (hectáreas)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.

Figura VIII.16 Producción nacional de mango

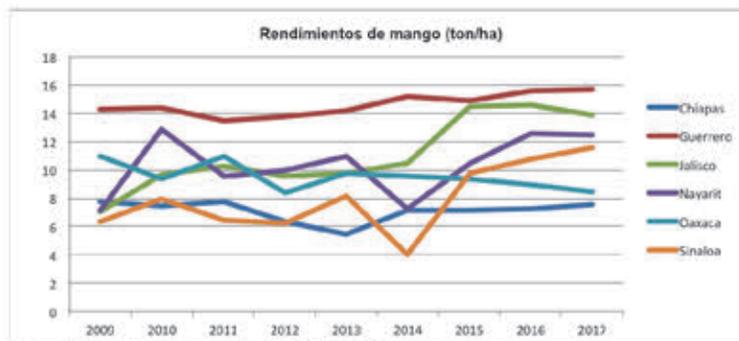
México ocupó el 5º lugar entre los principales países productores de mango del mundo en 2012 y el 4º en 2017; la India el 1º, aportando 5 de cada 100 toneladas producidas a nivel mundial (SIAP-SAGARPA. 2018). Los principales estados productores de mango durante el periodo 2009-2017 fueron, en orden de importancia, Guerrero, Sinaloa, Nayarit, Chiapas, Michoacán, Oaxaca y Jalisco, aportando en conjunto a la producción nacional entre el 77% y 81% al año (Cuadro VIII.4).

Cuadro VIII.4 Principales estados productores de mango

Año	PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE MANGO (toneladas)						Producción		
	Chiapas	Guerrero	Jalisco	Nayarit	Oaxaca	Sinaloa	6 estados	nacional	6 estados / nacional
	2009	188,635	353,662	37,521	148,793	191,088	163,855	1,083,553	1,509,272
2010	184,859	352,779	51,653	292,585	165,440	210,037	1,258,354	1,632,649	77%
2011	193,042	329,940	56,552	229,697	191,171	178,987	1,179,388	1,536,654	77%
2012	162,922	336,870	71,475	249,803	138,084	178,213	1,137,367	1,465,190	78%
2013	143,304	352,806	72,842	266,875	165,053	235,772	1,236,653	1,603,810	77%
2014	196,166	364,318	78,143	175,210	160,705	110,889	1,085,430	1,451,890	75%
2015	215,009	356,291	112,551	252,394	146,029	302,092	1,384,366	1,775,507	78%
2016	238,430	372,283	113,608	311,218	141,083	339,530	1,516,151	1,888,187	80%
2017	264,827	375,328	106,912	323,754	148,401	369,488	1,588,710	1,958,491	81%

Fuente: SIAP-SAGARPA. <http://mube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Según la figura VIII.17, el estado que mayores rendimientos tuvo de mango durante 2009-2017 fue Guerrero (entre 13.5 y 15.6 ton/ha), seguido de Jalisco, Nayarit y Sinaloa a partir de 2015; mientras que Chiapas registró los más bajos a lo largo del periodo (entre 5.4 y 7.7 ton/ha).



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

Figura VIII.17 Rendimientos de mango en los principales estados productores de mango

Respecto a las cucurbitáceas, la superficie cosechada nacional de chayote aumentó de 2,300 a 3 mil hectáreas en el periodo 2009-2017, con rendimientos anuales entre las 60 y 63.7 ton/ha; la producción se incrementó de 148 mil toneladas en 2009 a 191 mil en 2017. Gran parte de esta producción fue absorbida por el mercado nacional, pues hay hábito entre los mexicanos a consumir esta hortaliza.

Por su parte, la superficie cosechada nacional de melón se mantuvo alrededor de las 20 mil hectáreas, con rendimientos crecientes de 26.5 a 30.9 ton/ha durante el periodo de análisis, así como producción de 547,327 toneladas en 2009 a poco más de 605 mil en 2017. Así mismo, la de sandía mostró altas y bajas, con un promedio anual de 38,843 hectáreas; la producción de este fruto fue de 1.06 millones de toneladas, con rendimientos de 23.5 a 32.1 ton/ha. La superficie cosechada nacional de pepino mostró una tendencia creciente a lo largo del periodo, aumentando de 14,721 hectáreas en 2009 a 20,180 en 2017; sus rendimientos también se incrementaron sostenidamente de 29.7 ton/ha en 2009 a 47.37 en 2017, por lo que la producción creció más del doble en el periodo, de 433,461 a 956,005 toneladas en dichos años. El consumo de pepino, melón y sandía ha sido habitual en la dieta de los mexicanos.

La ejecución del PM y del TPMEF ha sido clave en la protección de los cultivos de cucurbitáceas. Un ejemplo reciente de la contribución del TPMEF fue la detección de la entrada transitoria de *Bactrocera scutellata* en Manzanillo, Colima, el 2 de febrero de 2018²⁷, la cual de no haberse identificado oportunamente, hubiera puesto en riesgo las 47 mil hectáreas sembradas de pepino, melón y calabaza. Gracias al plan de acción implementado (que incluyó la delimitación de los brotes, eliminación de los frutos hospedantes para evitar su propagación, y la instalación de un cerco sanitario para confinar la plaga y evitar que surgiera en otras partes del estado), la erradicación de brotes de esta mosca exótica ha sido alcanzada estando en curso la declaratoria oficial²⁸.

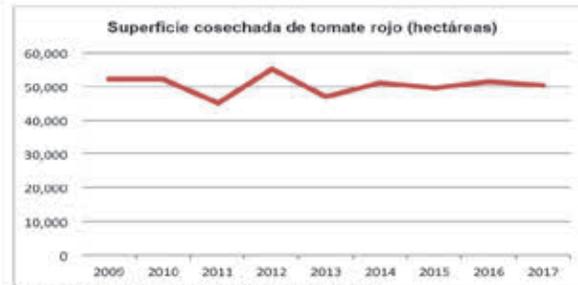
Por su parte, la superficie cosechada de papaya osciló entre las 14,223 y 16,869 hectáreas al año, con incrementos sustanciales en rendimientos (en el rango de las 29.6 a 47.6 ton/ha), generando incrementos de producción de 707,347 toneladas en 2009 a 961,768 en 2017. Para la población mexicana, en general, el consumo de papaya ha sido una tradición. México ocupó el 5º lugar entre los principales productores de papaya en 2012 y el 3º en 2017 (la India fue el líder)²⁹. Los principales estados productores de este fruto fueron Oaxaca, Colima, Chiapas y Veracruz.

Por otro lado, la superficie cosechada nacional de tomate rojo osciló entre las 45 y 55 mil hectáreas durante 2009-2017 (Figura VIII.18); sus rendimientos promedio crecieron de 39 a 69 ton/ha en dichos años y la producción de 2 a 3.5 millones de toneladas (Figura VIII.19).

²⁷ SENASICA-SAGARPA. 2018. Detección de *Bactrocera scutellata* en el municipio de Manzanillo, Colima. Jueves, 10 de mayo. NAPPO.

²⁸ DGSV-SENASICA. 2018. Plan de acción contra *Bactrocera scutellata*, (Hendel) en el territorio nacional.

²⁹ SIAP-SAGARPA. 2018. Atlas Agroalimentario 2012-2018. México.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

Figura VIII.18 Superficie cosechada nacional de tomate rojo

En los últimos años ha estado creciendo la producción del tomate rojo, así como la de otras hortalizas, bajo agricultura protegida en diferentes estados. Durante la temporada 2012-2013 se sembraron en Sinaloa 5,594 hectáreas bajo este esquema, correspondiendo 2,466 a diferentes variedades de tomate; 1,701 a chile bell; 1,243 a pepino y 102 a berenjena³⁰. Esto permitió a Sinaloa no solamente obtener mayores rendimientos y calidad del tomate, sino ofrecerlo al mercado en diferentes épocas del año. Según el CEO de AMHPAC³¹, alrededor del 50% de la superficie protegida del país proviene de Sinaloa (22%), Jalisco (15%) y Baja California (12%), el resto de distintos estados entre los que destacan los del Bajío y oeste de la República Mexicana, en donde cuentan con lo último en tecnología (control climático y riego automatizado). Señala que el 80% de las frutas y hortalizas cultivadas bajo esquemas de protección, incluyendo las orgánicas, se destina a la exportación (Estados Unidos de América y en menor medida Canadá) y el 20% restante se queda en el país.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

Figura VIII.19 Producción nacional de tomate rojo

³⁰Moreno, G.T. y Cortez, M.E. 2015. Tomate. En SENASICA-INIFAP-SAGARPA. Agenda Técnica Agrícola de Sinaloa. Segunda edición. México.

³¹Jordan Okumura. 12 de agosto 2016. Alfredo Díaz Belmontes, CEO de AMHPAC, discute crecimiento del segmento agricultura protegida en México.

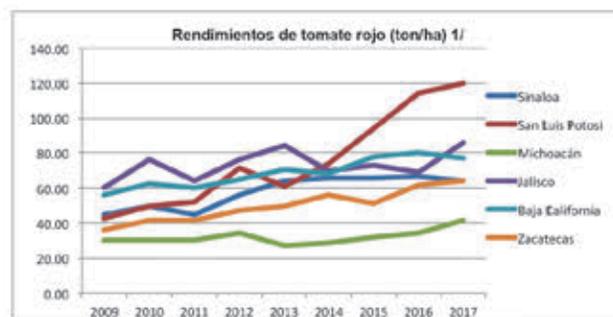
Los principales estados productores de tomate rojo (jitomate) fueron Sinaloa, San Luis Potosí, Michoacán, Jalisco, Baja California y Zacatecas, los que en conjunto aportaron entre 58% y 64% (de poco más de un millón a 2.1 millones de toneladas) a la producción nacional durante el periodo 2009-2017 (Cuadro VIII.5). México ocupó el 10º lugar como productor mundial de tomate rojo durante este periodo, aportando el 2.3% a la producción global durante 2012-2017; China contribuyó con la tercera parte (SIAP-SAGARPA. 2018).

Cuadro VIII.5 Principales estados productores de tomate rojo

Año	Producción de tomate rojo de los principales estados productores (ton)						Producción		
	Sinaloa	San Luis Potosí	Michoacán	Jalisco	Baja California	Zacatecas	6 estados	nacional	6 estados / nacional
2009	668,303	112,150	140,185	115,544	180,135	95,121	1,311,437	2,043,815	64%
2010	687,057	98,093	155,354	140,802	221,626	144,361	1,447,293	2,277,791	64%
2011	345,011	108,614	148,081	136,540	162,325	134,369	1,034,940	1,872,482	55%
2012	1,039,368	116,137	171,039	156,660	189,636	139,131	1,811,970	2,838,370	64%
2013	983,288	141,108	96,435	134,437	196,453	143,905	1,697,626	2,694,358	63%
2014	849,342	196,011	169,769	158,561	135,741	151,692	1,661,117	2,875,164	58%
2015	849,342	221,561	223,678	161,805	220,848	145,234	1,822,468	3,098,329	59%
2016	924,153	306,621	235,785	158,232	226,062	191,654	2,042,507	3,349,154	61%
2017	937,796	340,836	253,576	219,134	179,574	193,363	2,124,279	3,469,707	61%

Fuente: SIAP-SAGARPA. <http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Según la figura VIII.20, la tendencia creciente más pronunciada de los rendimientos del tomate rojo se registró en San Luis Potosí durante el periodo de referencia (crecieron de 42.8 ton/ha en 2009 a 119.7 en 2017) y después en Zacatecas (el aumento fue de 26.2 a 64.6 ton/ha, respectivamente); mientras que en Jalisco se movieron en el rango de 60 a 85.8 ton/ha, en Sinaloa de 45 a 66.8 ton/ha, en Baja California de 55.8 a 80.3 ton/ha y en Michoacán de 30.1 a 41.5 ton/ha. Parecería que el incremento en los promedios de los rendimientos se debe a que en estas cifras el SIAP agrupa a la producción de tomate a cielo abierto, con la de agricultura protegida; claramente los de invernadero son más elevados.



1/ Son el promedio entre agricultura a campo abierto y protegida.
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.

Figura VIII.20 Rendimientos de tomate rojo en los principales estados productores

Por su parte, la superficie cosechada de uva aumentó de 25,755 hectáreas en 2009 a 30,814 ha. en 2017 y su producción de 274,828 a 415,889 toneladas, respectivamente, con rendimientos crecientes en el rango de 10.33 a 13.5 ton/ha. Sonora es por mucho el principal productor de uva del país, aportando en 2017 el 91% a la producción nacional (310,926 ton), seguida en menor grado de Zacatecas (15,125 ton), Aguascalientes (5,924 ton) y Baja California (5,839 ton). México no es un importante productor de uva a nivel mundial, en 2017 ocupó el 29º lugar, contribuyendo con menos del 1% al total global; China fue el líder, aportando una quinta parte a la producción de uva del mundo³².

Al proteger el PM, el TPMEF y la CNMF a los cultivos de las frutas y hortalizas, hospedantes de las moscas de la fruta nativas y exóticas durante el periodo 2009-2017, se estimularon los incrementos mencionados en superficie cosechada, rendimientos y producción, y aunque no todos se exportaron o lo hicieron en bajos volúmenes, los consumidos por la población mexicana fueron de mayor sanidad y calidad (sin residuos adicionales de insecticida y sin larvas de moscas de la fruta). Además, al haber estado operando en el país el PM, el TPMEF y la CNMF durante este periodo, se evitó la pérdida potencial en estos productos hortofrutícolas, que en ausencia de dichos programas/campaña se hubiera dado por la infestación de dichas plagas. Esta pérdida hubiera sido de entre el 1-5% para chayote, pepino, sandía, melón, tomate rojo, chiles verdes, fresa y uva; del 25-30% para mango y cítricos dulces; 10-15 para café cereza, chabacano, ciruela, manzana y durazno; del 15% para marañón o anacardo; del 20-25% para pera; del 25-30% para guanábana, mamey y chico zapote; y del 60% para guayaba.

En cuanto al valor de la producción del conjunto de los 26 hospedantes de las moscas de la fruta, éste mostró un crecimiento anual promedio del 9% (términos nominales) de 2009 a 2017 (Cuadro VIII.6). Esto reflejó en cierta medida la demanda que enfrentaron estos productos hortofrutícolas.

El valor de la producción de arándano, las frutillas (frambuesa, mora y zarzamora) y fresa registró crecimientos anuales sobresalientes (de 80%, 25% y 23%, respectivamente), seguidos por el pepino, mandarina, guanábana, manzana y chile verde, con tasas de crecimiento anuales muy altos (entre el 16 y 11%). Con menores crecimientos en el valor promedio anual de la producción, aunque todavía significativos (del 9 al 4%) estuvo, el chayote, toronja, ciruela, limón persa, naranja, papaya, tomate rojo, mango, pera, sandía, guayaba, melón, mamey y uva.

³² SIAP-SAGARPA. 2018. Atlas Agroalimentario 2012-2018. México.

Cuadro VIII.6 Valor de la producción de los hospedantes de moscas de la fruta

VALOR DE LA PRODUCCION NACIONAL DE LOS PRINCIPALES HOSPEDANTES DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA (Millones de pesos nominales)										
Cultivo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Crecimiento 2/
Arándano	11	21	156	319	466	937	870	1,653	2,150	80%
Café/¿ereza	5,347	5,728	6,816	8,648	6,060	5,594	5,341	4,524	4,906	-1%
Chabacano	9	9	6	7	6	6	7	5	5	-6%
Chayote	303	362	405	403	449	442	486	576	655	9%
Chile verde	11,039	13,225	12,099	13,284	14,620	17,896	22,585	24,142	29,125	11%
Ciruela	215	226	297	261	258	323	362	357	440	8%
Durazno	1,335	1,529	1,206	1,188	1,290	1,330	1,381	1,396	1,341	0%
Frambuesa 1/	590	662	746	683	1,068	1,403	2,462	3,911	4,496	25%
Fresa	1,953	2,103	2,515	4,336	4,174	5,472	5,779	7,827	12,642	23%
Guanábana	82	80	88	88	104	144	103	160	246	13%
Guayaba	950	1,146	1,191	1,305	1,259	1,292	1,331	1,371	1,617	6%
Mamey	63	76	72	70	67	64	72	90	97	5%
Mandarina	208	236	281	360	383	421	446	595	681	14%
Mango	3,992	4,348	4,060	4,110	4,622	4,848	5,439	6,018	7,434	7%
Manzana	2,333	3,253	3,123	3,009	4,265	4,206	4,322	4,659	6,231	12%
Marañón	17	18	17	19	20	20	19	18	17	0%
Melón	1,750	1,817	1,758	2,279	2,172	2,545	2,321	2,954	2,947	6%
Naranja	4,161	4,877	5,904	6,024	5,512	6,727	6,834	7,898	8,622	8%
Papaya	2,543	2,618	2,541	2,656	3,063	3,602	3,993	4,708	4,948	8%
Pepino	1,405	2,010	2,128	2,421	3,364	3,569	3,999	4,815	5,502	16%
Pera	69	78	88	63	97	87	101	121	128	7%
Sandía	2,617	2,676	2,477	2,469	2,510	2,603	3,007	3,827	4,615	7%
Tomate rojo	12,233	14,887	10,337	13,146	15,046	15,736	20,640	23,871	25,483	8%
Toronja	538	539	637	718	647	643	745	961	1,151	9%
Uva	4,914	4,220	4,737	7,094	5,937	4,532	5,312	5,704	7,280	4%
Zapoto	63	57	58	65	59	59	62	58	69	1%
Total	58,741	66,799	63,742	75,026	77,516	84,499	98,021	112,220	132,831	9%

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)-SAGARPA. <http://nube.siap.gob.mx/cierreaagricola/>

1/Incluyen Frambuesas, mora y zarzamora
2/ Es el crecimiento anual promedio

VIII.1.2 Exportaciones de las frutas y hortalizas hospedantes

La diversidad de condiciones agroclimáticas existentes han facilitado al país la producción de las frutas y hortalizas que demanda el mercado exterior; sin embargo, la operación de los programas/campaña contra moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF), ha sido fundamental para que México haya podido concurrir con productos sanos y de calidad a los mercados más exigentes durante el periodo 2009-2017. Mediante el PM, México contó con el estatus de país libre de la mosca del Mediterráneo durante el periodo de análisis; con la CNMF cubrió el 51.3% de la superficie nacional (equivalente a 1'005,637.8194 km²)³³; mientras que a través del TPMEF, se mantuvo una vigilancia epidemiológica fitosanitaria en todos los estados de la República Mexicana, que evitó las posibles entradas y establecimiento de alguna de estas plagas que atacan a los cultivos hortofrutícolas y que pudieran causarles daños importantes.

³³ Fuente: Perspectivas de la CNMF 2018. <http://sinavef.senasica.gob.mx/mdf/>. Fecha consulta: 7 DE JUNIO DE 2018.

De acuerdo al cuadro VIII.7, las exportaciones mexicanas del conjunto de los 26 hospedantes hortofrutícolas de moscas de la fruta aumentaron de 3.2 millones de toneladas en 2009 a 5 millones en 2017, correspondiendo a un crecimiento del 36% y a un promedio anual de 4 millones de toneladas en el periodo analizado.

Las exportaciones de arándano tuvieron el mayor crecimiento promedio durante 2009-2017 (51%), seguido de la ciruela *Prunus domestica* (25%), frutillas (16%), manzana (15%), naranja (14%), guayaba (12%) y chile verde (10%); mientras que el chabacano dejó de exportarse a partir de 2011 y el café verde mostró crecimientos negativos. Las exportaciones de fresa, toronja, mango, marañón, pepino, uva y tomate rojo registraron crecimientos anuales también muy buenos (promedio del 4 al 9%).

Las exportaciones de café verde fueron erráticas con tendencia a la baja, variando de 128,746 toneladas en 2009 a 160,771 ton. en 2012, 79,961 ton. en 2016 y 110,968 ton. en 2017 (Figura VIII.21). El 70% de las exportaciones tuvieron como destino Estados Unidos de América y Bélgica en 2017, adquiriendo la Unión Americana el 53% de las mismas (58,305 ton) (SIAP-SAGARPA. 2018).

Cuadro VIII.7 Exportaciones mexicanas de los hospedantes seleccionados de moscas de la fruta

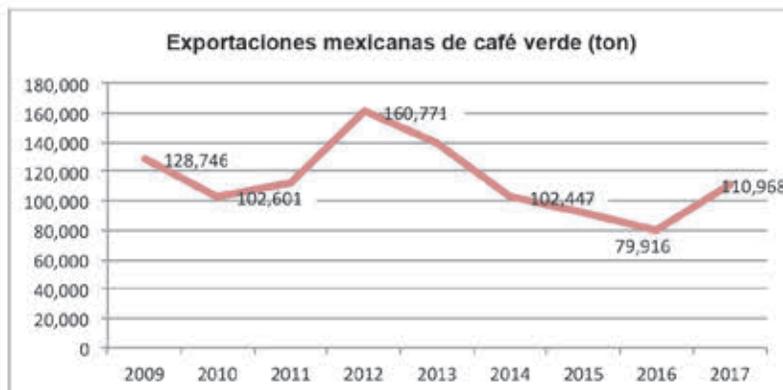
EXPORTACIONES MEXICANAS DE LOS PRINCIPALES HOSPEDANTES DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA (TON)										
Cultivo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Crecimiento 3/
Arándano	424	1,133	2,304	4,182	5,436	8,077	10,760	17,107	17,295	51%
Café verde 1/	128,746	102,601	112,452	160,771	140,090	102,447	91,998	79,916	110,968	-2%
Chabacano	37	702	0	16	0	0	0	0	0	-100%
Chile verde	212,284	297,235	285,346	364,185	370,171	371,803	384,961	443,861	516,290	10%
Ciruela	13	17	16	25	16	35	35	68	100	25%
Durazno	1,133	1,902	138	795	928	520	30	885	1,172	0%
Frambuesa 2/	71,729	63,519	70,799	88,117	92,049	110,340	122,185	130,507	266,816	16%
Fresa	82,958	87,208	104,478	152,791	149,159	158,243	139,624	155,093	185,024	9%
Guayaba	4,306	5,531	5,203	6,752	7,604	8,051	9,297	11,959	12,340	12%
Marañón	19	4	6	35	26	31	20	38	35	7%
Mandarina	4,339	2,617	2,584	1,222	1,870	2,151	2,649	5,008	5,761	3%
Mango	227,244	269,446	273,122	282,620	312,548	278,988	320,264	357,203	423,184	7%
Manzana	252	304	613	261	269	305	313	1,656	910	15%
Melón	27,421	34,114	32,289	25,068	21,322	20,384	21,213	15,057	29,551	1%
Naranja	24,069	23,031	16,462	21,949	29,186	48,998	49,223	55,943	75,535	14%
Papaya	136,652	123,243	104,815	108,461	115,152	131,391	146,217	168,703	162,867	2%
Pepino	510,871	516,366	517,468	560,829	605,261	625,960	674,247	716,049	777,979	5%
Pera	0	0	0	13	31	30	40	45	64	na
Sandía	555,052	509,265	541,895	563,091	632,746	666,988	717,462	772,662	869,603	2%
Tomate rojo	1,111,339	1,494,589	1,472,383	1,449,412	1,462,860	1,380,615	1,402,936	1,578,227	1,561,775	4%
Toronja	10,656	18,697	17,009	18,747	17,575	14,325	20,014	22,047	22,514	9%
Uva	128,167	171,325	137,531	167,854	149,647	152,541	163,524	155,668	195,948	5%
Total	3,239,722	3,724,860	3,898,915	3,979,209	4,115,959	4,084,236	4,279,026	4,689,718	5,037,749	5%

Fuente: SE, Balanza Comercial de Mercancías de México 2003 - 2017 SNIEG; Información de Interés Nacional. <http://www.economia-snci.gob.mx/siavi4/fraccion.php>, y FAO Statistics para 2019-2016. Atlas Agroalimentario 2009-2018 para las cifras de 2017.

1/ Puede incluir las exportaciones de café tostado, aunque la fuente no lo especifica.

2/ Incluye mora y zazzamora.

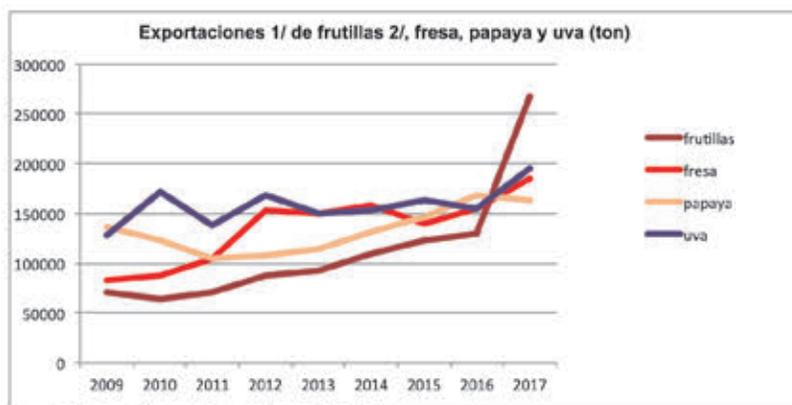
3/ Es el crecimiento anual promedio.



Fuente: Elaboración propia con cifras de FAO Statistics y Atlas Agroalimentario 2012-2018.

Figura VIII.21 Exportaciones mexicanas de café verde

Por otro lado, de acuerdo a la figura VIII.22, las exportaciones de frutillas (frambuesa, mora y zarzamora) aumentaron más del triple, de 71,729 toneladas en 2009 a 266,816 ton. en 2017. La producción nacional de frutillas creció de 115,961 toneladas en 2009 a 270,399 ton. en 2017, indicando que casi la totalidad de lo que se produjo en el país, se exportó.



Fuente: Elaboración propia con datos del SNIEG.

1/ Estos hortofrutícolas son hospedantes de la mosca del Mediterráneo.

2/ Incluye frambuesa, mora y zarzamora.

Figura VIII.22 Exportaciones mexicanas de frutillas, fresa, papaya y uva

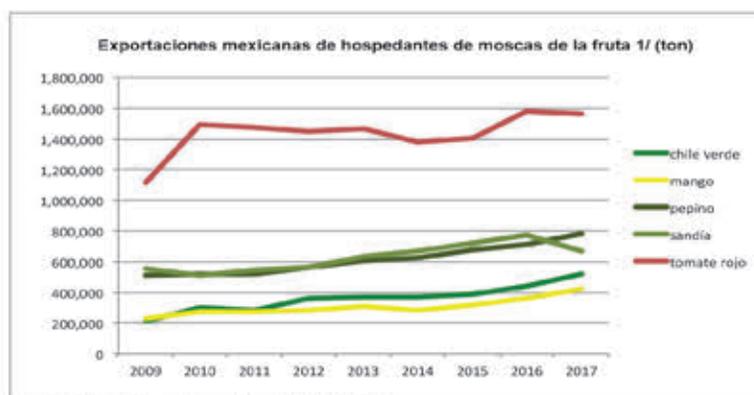
Las exportaciones de fresa crecieron más del doble, de 82,958 toneladas en 2009 a 185,024 ton. en 2017 (Figura VIII.22). 26% de las exportaciones de frutillas tuvieron como destino a Estados Unidos de América en 2017 (70,250 ton), así como el 96% de las de fresa (alrededor de dos-terceras partes como fruta fresca y el resto congelada)³⁴.

³⁴ SIAP-SAGARPA. 2018. Atlas Agroalimentario 2012-2018, México.

Por su parte, las exportaciones de papaya aumentaron de 136,652 toneladas en 2009 a 162,867 ton. en 2017 (Figura VIII.22), equivalente a un incremento anual promedio del 2%. El principal comprador de este fruto fue Estados Unidos de América, adquiriendo el 34% de las exportaciones totales en 2017, equivalente a alrededor de 56 mil toneladas (SIAP-SAGARPA. 2018). El volumen exportado de papaya en 2017 (162,867 ton) correspondió al 17% de la producción nacional, la restante mayoría (83%) tuvo como destino el mercado doméstico.

Las exportaciones de uva aumentaron de 128,167 toneladas en 2009 a 195,948 ton. en 2017, teniendo como principal destino a la Unión Americana³⁵.

De acuerdo a la figura VIII.23, el tomate rojo registró los mayores volúmenes exportados durante el periodo 2009-2017 (entre 1.11 y 1.56 millones de toneladas), seguido, en menores cantidades, por el mango, chile verde, pepino y sandía, los cuales oscilaron en el rango de 200 mil a cerca de 800 mil toneladas. Estados Unidos de América fue el principal comprador de estos productos hortofrutícolas y, en mucho menor medida, Canadá y otros países (SIAP-SAGARPA. 2018). De las 424 mil toneladas exportadas de mango en 2017, el 87% (367,000 ton) se destinó a la Unión Americana y el 10% a Canadá (43,000 ton).



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

1/ Estos hortofrutícolas son hospedantes de la mosca del Mediterráneo y el mango también de las moscas nativas.

Figura VIII.23 Exportaciones mexicanas de chile verde, mango, pepino, sandía y tomate rojo

Por otro lado, el valor de las exportaciones del conjunto de frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta, aumentó de US\$3,155 millones en 2009, a US\$6,180 millones en 2017 (Figura VIII.24), equivalente al 49% de crecimiento y a un incremento anual promedio del 8% durante el periodo de análisis.

³⁵ SIAP-SAGARPA. 2018. Atlas Agroalimentario 2012-2018. México



Figura VIII.24 Valor de las exportaciones de hospedantes de moscas de la fruta

El valor de las exportaciones de arándano mostró el incremento anual promedio más alto (69%), seguido de naranja (17%), fresa y frutillas (16%), mango (14%), guayaba y anacardo (13%); en menores porcentajes el resto de los hospedantes de las moscas de la fruta (con crecimientos negativos en valor, el chabacano, melón y sandía).

El valor de las exportaciones de café verde presentó un comportamiento de altas y bajas, variando de US\$358 millones en 2009, a US\$722 en 2012, US\$298 en 2016 y US\$383 en 2017 (Figura VIII.25).

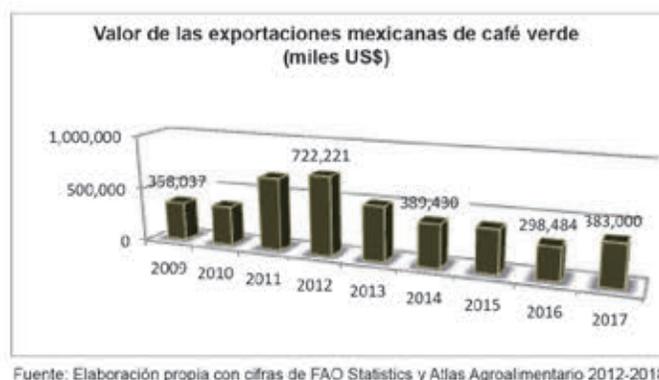
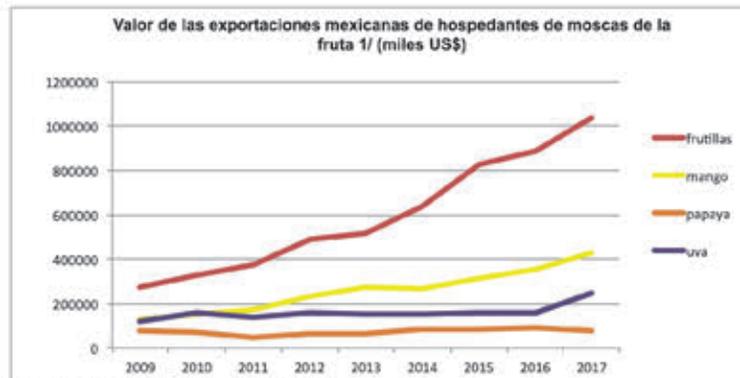


Figura VIII.25 Valor de las exportaciones mexicanas de café verde

Según la figura VIII.26, el valor de las exportaciones de frutillas aumentó de US\$270 millones en 2009 a US\$1,036 millones en 2017, el de papaya creció ligeramente (de US\$75.8 millones en 2009 a US\$80 millones en 2017), y el de uva se duplicó en el periodo de estos 9 años; mientras que el del mango se incrementó de US\$128 a US\$429 millones en dichos años.



Fuente: Elaboración propia con datos del SNIEG.

1/ Estos hortofrutícolas son hospedantes de la mosca del Mediterráneo y el mango también de las moscas nativas.

Figura VIII.26 Valor de las exportaciones mexicanas de frutillas, papaya, uva, y mango

Por su parte, el valor de las exportaciones de chile verde creció más del doble (de US\$224.7 millones en 2009 a US\$502.8 millones en 2017), lo que lo ubicó en el primer lugar como exportador mundial de esta hortaliza, aunque por el volumen exportado, ocupó el 2º en 2017³⁶ (Figura VIII.27). El valor de las exportaciones de pepino aumentó de US\$273.3 a US\$510.4 millones en dichos años y el de fresa más del triple (de US\$183.6 millones en 2009 a US\$675.2 millones en 2017); mientras que el del tomate rojo creció cerca del 50% (de 1,183 a 1,739 millones de dólares en dichos años), habiendo superado los dos mil millones en 2011.

Finalmente, si bien las exportaciones de las frutas y hortalizas antes señaladas, beneficiaron en primer término a los exportadores y productores de las mismas, también el país se benefició, porque a través de ellas, ingresaron a México US\$43,147 millones nominales de divisas durante el periodo 2009-2017, equivalentes a un promedio anual de US\$4,794 millones, las cuales contribuyeron a fortalecer el valor del peso frente al dólar estadounidense (el cual, a pesar de este ingreso de divisas, se devaluó cerca del 50% en el periodo).

³⁶ SIAP-SAGARPA. 2018. Atlas Agroalimentario 2012-2018, México.

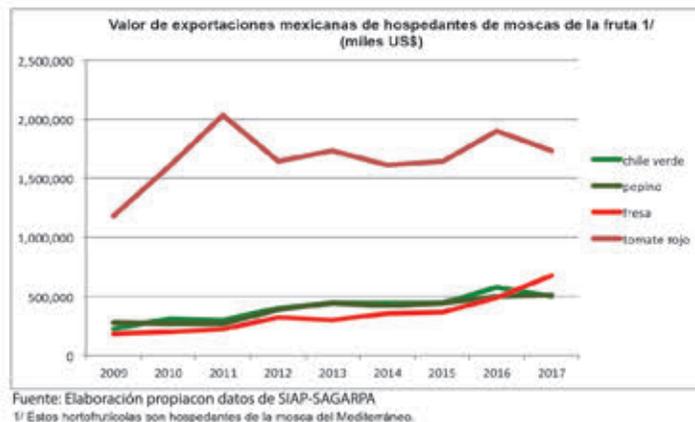


Figura VIII.27 Valor de las exportaciones mexicanas de chile verde, pepino, fresa y tomate rojo

VIII.2 Beneficios indirectos

Entre los beneficios indirectos se considera el impacto en el empleo mantenido y generado a través de los programas/campaña de moscas de la fruta; el ahorro en el impacto negativo que la exposición a los insecticidas pudiera tener en la salud de la población rural; y el menor impacto ambiental por el uso innecesario de insecticidas en la producción de las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta, representado por: la cantidad y tipo de insecticida utilizado, el efecto en enemigos naturales o agentes de control biológico, impacto en la polinización y en la apicultura.

A continuación se detallan estos beneficios indirectos.

VIII.2.1 Impacto en el empleo

Considerando que el PM, TPMEF y la CNMF contribuyeron a los crecimientos antes señalados en la superficie cosechada, rendimientos, producción y exportaciones de las frutas y hortalizas hospedantes durante 2009-2017, se puede inferir, entonces, que dichos programas/campaña propiciaron el mantenimiento e incremento en el empleo de las actividades productivas de la mayoría de los cultivos hortofrutícolas seleccionados.

Las frutas y hortalizas son los cultivos que más mano de obra requieren en su proceso productivo, ofreciendo empleo a pobladores de las zonas productoras, de las comunidades aledañas y de regiones más lejanas. Según Ayala *et al.*, (2012), la agricultura de exportación de hortalizas se asocia a la contratación de jornaleros de las regiones rurales, mencionando que Sinaloa, estado productor de distintas frutas y hortalizas cuyos cultivos son intensivos en mano de obra, atrae a la población migrante de otros estados que busca empleo, para sus actividades agrícolas. Agrega que los grandes productores han logrado

administrar con eficiencia el uso de la fuerza de trabajo con el de maquinaria dentro de sus procesos de cultivo, manteniendo la misma cantidad de mano de obra a pesar del incremento en los rendimientos, porque en la cosecha utilizan básicamente mano de obra, debido a que dicha actividad no se ha mecanizado.

Carton de Grammont (2003) señala que las innovaciones agronómicas pueden incrementar, disminuir, o mantener el nivel de empleo, así como exigir una mayor calificación de la mano de obra, o continuar utilizando mano de obra descalificada para tareas puntuales. Menciona que las nuevas variedades de tomate rojo, y las tecnologías modernas, permiten homogeneizar la cosecha, reduciendo el número de veces que se requiere cosechar (de ocho hasta tres veces) pero aumentando el número de jornaleros a ocupar en la cosecha, debido al incremento en rendimientos (de 22 ton/ha a cielo abierto hasta 120 ton/ha en agricultura protegida).

Salcedo *et al.* (2009) estimaron la pérdida de 136.7 millones de jornales y 510 empleos federales permanentes al año, con valor de US\$9,289 millones, si el PM no hubiera operado en México durante el periodo 1978-2008. También estimaron en 2010, la pérdida de 1.7 millones de jornales y 265 empleos federales permanentes con valor de US\$139 millones, de no haber atendido la CNMF las zonas productoras de cítricos dulces en seis estados del país durante 1994-2008; y 2.4 millones de jornales más 114 empleos federales permanentes con valor de US\$114.8 millones, de no haber atendido las áreas productoras de mango en 4 entidades federativas.

Según el cuadro VIII.8, la zarzamora, frambuesa y arándano son los cultivos que mayor número de jornales demandaron por hectárea, sobre todo en la cosecha, selección y empaque durante 2009-2017; le siguieron la fresa y el tomate rojo (tanto a cielo abierto como en agricultura protegida); después la uva; chiles verdes; café cereza; pepino; papaya; limón persa; y en menor medida el resto de los cultivos hospedantes de las moscas de la fruta.

El impacto de la creación y mantenimiento de empleo, se cuantifica en la presente evaluación, tomando en cuenta los jornales arriba señalados y la cantidad de hectáreas cultivadas de los hospedantes seleccionados durante el periodo 2009-2017, así como la creación de empleos permanentes creados por el PM, el TPMEF y por la CNMF.

Cuadro VIII.8 Jornales por hectárea demandados por los hospedantes de moscas de la fruta

Jornales por hectárea de los hospedante de moscas de la fruta 1/			
Hospedante	Promedio	Hospedante	Promedio
Arándano 2/	1,297	Marañón	52
Café cereza	122	Naranja y mandarina	35
Chayote	41	Papaya	107
Chiles verdes	163	Pepino	109
Durazno y chabacano	34	Sandía	81
Fresa	857	Tomate rojo	508
Guayaba	92	Toronja	35
Mamey	36	Toronja	167
Mango	106	Frambuesa y zarzamora	514 a 4,654
Manzana, pera y ciruela	247		

1/ 22.4 jornales equivalen a un empleo

2/ El arándano de Michoacán representa alrededor del 10% de la producción nacional; los jornales reportados por FIRA son en microtúnel con riego por goteo y maceta.

3/ Cifras de Michoacán en donde se produce alrededor del 80% de la zarzamora a nivel nacional. Este cultivo requiere 514 jornales en mantenimiento (en microtúnel y maceta), pero incluyendo cosecha (que es la actividad que más mano de obra demanda), selección y empaque, el número de jornales asciende a 4,654 según cifras de FIRA 2018, para Ciénega de Chapala-Contepec, Mich.

Fuente: Elaboración propia con datos de FIRA, INIFAP, Delegaciones estatales de la SAGARPA y Coordinadores de la CNMF.

VIII.2.2 Impacto en salud de la población rural

De acuerdo a la FAO/OMS (2003), la ingesta insuficiente de frutas y hortalizas está entre las 10 principales causas de muertes al año, estando suficientemente sustentado que su consumo adecuado contribuye a prevenir muchas enfermedades y a favorecer la buena salud de las personas. En este contexto, en la medida que mediante los programas/campaña de moscas de la fruta, se incrementa la producción de frutas y hortalizas sanas y de calidad, y el consumo per cápita de los mismos aumenta entre los mexicanos, el nivel nutricional de la población mejora.

EL USDA³⁷ señala que una dieta rica en frutas y verduras se asocia con menores tasas de obesidad, enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. Recomienda que la mitad de los alimentos en cada porción, sean frutas y verduras. Por otro lado, Enkerlin (2005) señala que las frutas y hortalizas saludables son aquellas en las que se reduce

³⁷ USDA. 2018. Start with small Changes, make half your plate fruits and vegetables.

considerablemente la aplicación de agroquímicos en el tratamiento de plagas y enfermedades, como ocurre mediante el control autocida (técnica del insecto estéril (TIE)) que se lleva a cabo dentro del manejo integrado de plagas (MIP) del PM y de la CNMF. Además, como a través de la TIE se reduce de manera sustancial la aplicación de insecticidas, los posibles casos de intoxicación del personal agrícola que realice un manejo deficiente de dichos productos químicos, disminuye. Así mismo, la TIE propicia un trato más amigable al ambiente.

Ortega, *et al.* (2017), refiriéndose al control de riesgos para la salud generados por los plaguicidas organofosforados en México señalan que, la mayor parte de los estudios sobre el tema se ha enfocado a las exposiciones agudas. Esto se refleja en la instrumentación de programas de vigilancia epidemiológica para casos de intoxicación por plaguicidas; pero que el conocimiento sobre los efectos crónicos de estas sustancias es muy limitado. Entre las medidas para disminuir los riesgos a la salud de acuerdo a la Ley Federal de Metrología y normalización mencionan al MIP, mayor capacitación a agricultores y trabajadores, la difusión de información, la educación ambiental, la necesidad de diseñar e instrumentar programas de monitoreo de residuos de plaguicidas en alimentos, y de vigilancia epidemiológica de intoxicaciones. Justamente, bajo un MIP en áreas amplias es que opera el PM en México y la CNMF.

En el control de las diferentes moscas de la fruta, generalmente se utiliza un cebo compuesto por proteína hidrolizada y un insecticida. Hasta el 2002 se utilizaron principalmente cebos a base de organofosforados como malatión, dimetoato y tricolorfon, insecticidas que por implicar una mediana-alta toxicidad, llegaron a causar problemas de intoxicación a los humanos y a organismos no objetivo. A partir del 2003 y dentro del PM y la CNMF, se empieza a usar el spinosad (GF-120), que, por ser una sustancia menos tóxica, minimiza los efectos secundarios al ambiente y a la fauna benéfica. Sin embargo, por su mayor costo, la mayoría de los productores no la utilizarían, en caso de que estas plagas invadieran y se llegaran a establecer en el territorio nacional, prefiriendo los organofosforados que son más económicos, y están fácilmente disponibles en el mercado.

Relatores especialistas de Derechos Humanos de las Naciones Unidas³⁸, consideran que el uso excesivo de pesticidas es peligroso para la salud humana y para el medio ambiente, así como engañoso afirmar que es vital para garantizar la seguridad alimentaria. Mencionan investigaciones que mostraron que los pesticidas fueron responsables de cerca de 200 mil muertes al año por envenenamiento agudo, indicando que alrededor del 99% de las mismas ocurrieron en países en desarrollo donde las regulaciones de salud, seguridad y medio ambiente eran más débiles. Anotaron que "sin regulaciones estrictas y armonizadas sobre la producción, venta y niveles aceptables de uso de pesticidas, los

³⁸ UN News. 2017. UN human rights experts call for global treaty to regulate dangerous pesticides.

efectos negativos de estos productos se acentúan en comunidades pobres y vulnerables de países que tienen mecanismos de aplicación menos estrictos".

De acuerdo con la Secretaría de Salud (2016), "desde la remoción de los insecticidas de cloruros orgánicos, los insecticidas organofosforados se han convertido en los insecticidas de mayor utilización. Actualmente, más de cuarenta de ellos están registrados en México para uso, y todos conllevan el riesgo de toxicidad".

En México se sigue recomendando el malatión para controlar plagas del mango. Noriega-Cantú *et al.* (2014) señalan que, de acuerdo a la Guía para el manejo de mango Manila y Ataulfo de la Costa de Guerrero –Folleto para productores No.16 del INIFAP-SAGARPA-, en el control de plagas como trips y mosca de la fruta, se recomienda la aplicación de 1 L de malatión 1000, por cada 100 árboles. El Manual Técnico para las Operaciones de Campo de la CNMF, Sección II: Control Químico, ver. 3. (2017), señala que la proporción de producto en aplicaciones terrestres es de 1 de malatión, 4 de proteína hidrolizada y 95 de agua. Sin embargo, también menciona para el control de moscas de la fruta, colocar 25 estaciones cebo por hectárea (colocadas principalmente en las orillas, en cada dos líneas en el interior del árbol), agregando a cada una, 250 ml de proteína hidrolizada, Cera Trap.

Martínez-Valenzuela (2017), al referirse al uso de plaguicidas en el norte de Sinaloa, señala que "existen diversos estudios que asocian estrechamente efectos de la exposición a los plaguicidas y sus metabolitos, con enfermedades en humanos, por lo cual consideran minimizar o evitar las exposiciones a sus residuos y vapores". Menciona que, si bien los plaguicidas protegen los cultivos, la aseveración de que su aplicación es segura, ignora los indicadores de acumulación que revelan su presencia. En la entrevista que este autor realizó al doctor Jesús Manuel Coronel, coordinador clínico de salud de la zona norte del IMSS en Sinaloa, comentó que "de las incapacidades otorgadas a trabajadores agrícolas que han sufrido intoxicaciones con plaguicidas, 7 de cada 10 personas presentan secuelas principalmente del tipo neurológico, siendo el retraso mental una de las que requiere incapacidad permanentemente."

Garza y Cervantes (2015) apuntan que, debido a su bajo costo, la comercialización de insecticidas aumentó y, con ello, el número de casos por intoxicación reportados entre los agricultores mexicanos. Que el uso de insecticidas organofosforados está documentado como altamente persistente en México. Señalan que el registro de intoxicaciones agudas por plaguicidas varió de 1,576 casos en 1993, a 7,032 en 1996 y a 4,606 en 2001; con casos específicos por el uso de insecticidas organofosforados en Tejupilco, Estado de México y en Tixtla, Guerrero.

Solo el 11% de los Coordinadores de la CNMF entrevistados³⁹ señaló conocer algunos casos recientes de intoxicación de trabajadores por exposición a los insecticidas en áreas productoras de frutas y hortalizas. Mencionaron la intoxicación de 6 personas en el Estado de México, una en Baja California, otra en Zacatecas y una más en Oaxaca. Es importante señalar que como en muchos otros países, en México no se dispone de estadísticas confiables del número de casos de intoxicaciones; por lo general, están subestimados.

Según el Center for Ecogenetics & Environmental Health de la Universidad de Washington (2012), el malatión y clorpirifos son insecticidas tóxicos, que todavía se utilizan en los Estados Unidos de América para combatir plagas de frutas, vegetales y trigo, principalmente. La forma más común en que la mayoría de los niños y adultos se ven expuestos a los pesticidas, es ingiriéndolos como residuos en los alimentos. Los trabajadores agrícolas que aplican estos productos están en riesgo de intoxicaciones agudas y crónicas, así como las personas que viven cerca de los campos de cultivo, por su exposición a la pulverización, spray o rocío aéreo de los pesticidas. Las intoxicaciones agudas generan náuseas, dolores abdominales, diarrea, mareos, ansiedad y confusión, efectos que pueden llegar a ser graves, aunque suelen ser reversibles; siendo un problema persistente entre los trabajadores agrícolas y los que manipulan los plaguicidas. Esta fuente menciona que, estudios sobre personas que manipularon estos tipos de insecticidas mostraron que, exposiciones a dosis menores e intoxicaciones crónicas, se asociaron a problemas respiratorios, trastornos de memoria, enfermedades de la piel, depresión, abortos, defectos de nacimiento, cáncer y enfermedades neurológicas como la de Parkinson. Un estudio con una muestra representativa a nivel nacional mostró aumento de probabilidad de ADD/ADHD (Déficit de Atención e Hiperactividad) en niños de 8-15 años en los que se encontraron residuos de estos insecticidas en su orina.

Bejarano (2017) señala que “el no actuar para reducir o sustituir el uso de plaguicidas químicos tiene un alto costo”, incluyendo los daños a la salud humana a corto y largo plazos, así como los costos ambientales asociados con la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad (incluidos los polinizadores). Destaca la necesidad de implementar medidas más apropiadas para mitigar los riesgos, tales como la restricción de ciertos usos, el cambio de formulaciones, el retiro voluntario, o la prohibición de uso por la autoridad competente. Sin embargo, menciona que “habría que considerar que el cumplimiento de las medidas de restricción de uso o formulación de plaguicidas altamente peligrosos sería poco viable en países como México, donde los mecanismos gubernamentales de inspección y vigilancia se encuentran muy debilitados y son poco o nada confiables.

³⁹ Personal técnico a quien se le aplicó encuesta dentro de este estudio.

Este mismo autor señala que de acuerdo al reporte de PNUMA, las intoxicaciones por plaguicidas en Europa cuestan US\$15 millones al año, debido al gasto en hospitalizaciones y US\$3.9 millones por pérdida de trabajo. En Estados Unidos de América los costos anuales son de US\$1,100 millones en servicios públicos de salud, US\$1,500 millones por la resistencia de las plagas a los plaguicidas, US\$1,400 millones por daños a los cultivos, US\$2 mil millones por contaminación del agua subterránea, y US\$ 2,200 millones por la pérdida de aves. Junto con otros gastos, el costo ambiental y social causado por los agro-tóxicos asciende a un total de US\$10 mil millones al año. En América Latina los estudios de este tipo son más escasos; no obstante, en el Estado de Paraná, Brasil, se calcula que, por cada dólar gastado en plaguicidas se gasta US\$1.28 en servicios de salud y por ausencia laboral por intoxicación ocupacional.

No obstante, de acuerdo al USDA-APHIS⁴⁰, los riesgos potenciales tanto ecológicos como a la salud humana por el uso del malatión son mínimos, debido a la baja probabilidad de exposición de las personas y el medio ambiente, si se cumplen los requisitos de la etiqueta y el patrón de uso propuesto. Señala que no es de esperarse riesgos de salud adversos para los trabajadores de campo, por el bajo potencial de exposición al malatión durante las aplicaciones, si se siguen las instrucciones de la etiqueta y utilizan los equipos de protección personal adecuados. El peor de los casos implica la exposición accidental al malatión durante la aplicación (mezcla y carga) por parte de los trabajadores; sin embargo, en la evaluación cuantitativa de la exposición accidental a dicho producto, no se encontró un nivel de riesgo preocupante. Agrega además que, debido a que los tratamientos con malatión dentro del programa se restringen a las plantaciones comerciales, existe un proceso de notificación que ocurre antes y después del tratamiento, periodo en el que se implementa la entrada restringida al área de aplicación.

Pimentel (2005) menciona que el costo a la salud humana por el uso de insecticidas y otros productos tóxicos utilizados en Estados Unidos de América, era de US\$1,228.5 millones al año, incluyendo los costos de hospitalización por envenenamiento, tratamiento, salarios perdidos por incapacidad, y tratamiento de posible cáncer como consecuencia del efecto permanente de plaguicidas. En un estudio realizado por la FAO/IAEA (2015), se menciona también que el costo estimado en la salud humana, por la aplicación de productos químicos en Madeira, Portugal, se reduciría en US\$26,297, si se implementara un programa de manejo integrado de la mosca del Mediterráneo en dicha isla.

Tomando como base que, por cada 100,000 personas expuestas al malatión, habría 93 intoxicadas (MMWR. 1999) y suponiendo que un 12.5% de la población rural estaba expuesta a dicho insecticida -la mitad experimentaron problemas neurológicos que

⁴⁰ USDA-APHIS. 2018. Draft Human Health and Ecological Risk Assessment for Malathion in Exotic Fruit Fly Applications.

requerirían atención médica, a un costo de US\$90 por persona (Enkerlin and Mumford 1997). Salcedo *et al.* (2009) estimaron que el impacto para México hubiera sido de 43,441 personas intoxicadas con afectación neurológica, equivalente a un costo anual de US\$175,484, de no haber operado el PM durante 1978-2008. Bajo el mismo criterio dichos autores (2010) estimaron el costo de 1,673 personas intoxicadas cuyo tratamiento hubiera ascendido a US\$314,340 en 6 estados productores de cítricos dulces, de no haberse instrumentado la CNMF durante el periodo 1994-2008; y de 496 personas intoxicadas con costo del tratamiento de US\$84 mil, en 4 entidades federativas productoras de mango.

Según el cuadro VIII.9, la población rural en México aumentó de 24.3 millones en 2005, a 26 en 2010 y a 27.5 en 2015, lo que correspondió al 24% de la total nacional en 2005 y 23% en 2010 y 2015, respectivamente. Estos valores de la población rural se consideran en el cálculo de los impactos en salud, por exposición a los insecticidas.

Cuadro VIII.9 Población rural en México y su porcentaje en la total

Población nacional, rural y urbana (millones de habitantes)					
Año	Población rural		Población urbana		Población total
	Número de personas	Porcentaje de la total	Número de personas	Porcentaje de la total	Número de personas
2005	24.3	24%	79	76%	103.3
2010	26	23%	86.3	77%	112.3
2015	27.5	23%	91	76%	119.5

Fuente: Elaboración Propia con datos del INEGI

VIII.2.3 Ahorro de impactos negativos al ambiente

Reducir las aplicaciones de agroquímicos en los cultivos genera efectos positivos no solo a los agricultores y quienes consumen los productos, sino también a los suelos de cultivo, aguas subterráneas y plagas secundarias (menor incidencia), lo cual trae consigo mejoras al ambiente. Así mismo, una menor aplicación de insecticidas mantiene la calidad y producción de miel de abeja en niveles adecuados, y permite la polinización óptima de la flora de ciertos cultivos.

En el PM y en la CNMF, mediante el MIP, se ha reducido sustancialmente el uso del cebo con el insecticida malatión, lo cual también ha minimizado los daños al medio ambiente. El GF-120 Naturalyte 0.02 CB, cebo de origen natural, se permite en la agricultura orgánica y es mucho menos tóxico para la fauna benéfica. Sin embargo, por ser más costoso, la mayoría de los productores aún no se deciden por usar dicho producto.

Leyva *et al.* (2017) en su registro de uso de plaguicidas en Sinaloa, mediante el inventario de envases vacíos, la identificación de ingredientes activos y volúmenes aplicados, identificaron 63 insecticidas (<50%) clasificados como peligrosos, entre los que se

encontró al malatión. Señalan que este insecticida es muy tóxico para las abejas, y que se sigue aplicando al mango en el Valle de Culiacán. También identificaron como altamente peligroso al paratión metílico, el cual se está utilizando en el Valle del Carrizo, Sinaloa. Que estos dos productos deben eliminarlos del mercado o sustituirlos por otros menos peligrosos porque generan intoxicaciones y afectan al ecosistema.

Pérez-Olvera *et al.* (2017) apuntan que el uso de plaguicidas representa un riesgo a la salud humana y al ambiente, porque contaminan los suelos, agua, sedimentos y aire; y que sus impactos en la salud y el ambiente no siempre se reconocen. Que en las zonas noroeste y centro de México (Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Baja California, Guanajuato y Jalisco) se consumen cantidades importantes de plaguicidas de todo tipo, para producir granos y una gran variedad de hortalizas de exportación, entre las que se encuentra el tomate rojo, cucurbitáceas y chiles. Que el consumo de plaguicidas en México fue de 95,000 toneladas en 2006; y entre los plaguicidas más comúnmente utilizados están: lambda cialotrina (36%), furadán (32%), malatión (26%), metam sodio (16%), y dimetoato (10%).

De acuerdo con el CFDA (2003), una invasión de la mosca del Mediterráneo al estado de California, USA, traería consigo impactos ambientales negativos, por la posible aplicación de insecticida a gran escala que tendría que realizarse en la erradicación de dicha mosca, no obstante, el manejo integrado que se ha desarrollado contra otras plagas y lo cual ha reducido el riesgo químico en las granjas convencionales. Menciona que la producción de alimentos orgánicos también enfrentaría altos costos, reducciones severas en rendimientos y una alta necesidad de tratamientos de protección a los cultivos. Sin embargo, actualmente el riesgo que dicho evento ocurra es mínimo debido a la liberación continua de moscas del Mediterráneo estéril en las áreas de riesgo de incursión en la Bahía de Los Ángeles, lo cual representa un uso preventivo de la TIE (Dowell *et al.*, 2000).

De acuerdo al USDA-APHIS (1993) el malatión es un producto que impacta negativamente al ambiente, en particular: eliminando a enemigos naturales y, con ello afectando el control que estos ejercen sobre las plagas; eliminando a polinizadores; impactando negativamente a la apicultura; y contaminando al suelo y al agua.

Según FAO/IAEA (2005), la ampliación del actual programa de control de la mosca del Mediterráneo con TIE, en la isla de Madeira, Portugal, generaría ahorros ambientales y de salud superiores a los 690 mil euros al año. Señala que actualmente se aplican más de 2,000 litros de insecticidas en la producción de frutas en la isla, equivalentes a un costo anual superior a los dos millones de euros (incluyendo la aplicación del Departamento de Producción de Frutales y la de los agricultores individuales), además del impacto ambiental y de salud que incluyen: costos solventados por el gobierno para monitoreo y prevención de daños por pesticidas; costo de salud de los que aplican los pesticidas y de los

consumidores de los productos; y costos extras por el control de otras plagas que proliferan, debido a la destrucción de sus enemigos naturales.

Salcedo *et al.* (2009) estimaron que, gracias a la instrumentación del PM en México durante el periodo 1978-2008, hubo un ahorro de US\$641 millones por la innecesaria aplicación de 17 millones de litros de malatión. Los mismos autores (2010) estimaron que gracias al MIP, la CNMF se ahorró durante 1994-2008 la aplicación de un millón de litros de la mezcla de insecticida y proteína hidrolizada, con valor de US\$58 millones en los cultivos de cítricos dulces de 6 estados del país (Baja California, Guerrero, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas); y de 345,627 litros de dicha mezcla con valor de US\$23 millones, en el cultivo de mango de 4 entidades federativas (Guerrero, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas).

VIII.2.3.1 Impacto en enemigos naturales

En los sistemas naturales como el agrícola, la fauna benéfica controla a los organismos fitófagos, manteniendo sus poblaciones por debajo de un nivel que no genere daño económico. Las aplicaciones de ciertos insecticidas, como los organofosforados, generalmente reducen drásticamente las poblaciones de agentes de control biológico o enemigos naturales, lo que trae consigo una explosión de los organismos plaga.

La DGSV-SENASICA ha dado mucha atención al control biológico de plagas de frutas y hortalizas de importancia económica, siendo el más exitoso la Técnica del Insecto Estéril (TIE) que ha venido operando desde hace cerca de 40 años dentro del manejo integrado de plagas del PM y posteriormente dentro del MIP de la CNMF. Dentro de dicho manejo también ha producido y liberado parasitoides para el control biológico de dichas moscas de la fruta, así como contra la mosca prieta de los cítricos y del áfido del manzano *Eriosoma lanigerum*, por mencionar algunos. Barrera *et al.* (2008) señalan que para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) se introdujo el parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*, presentándose en condiciones confinadas un parasitismo del 89% y en campo abierto niveles del 56%.

Pimentel (2005) estimó que el manejo de los cultivos se incrementó en US\$520 millones al año, debido al control y pérdidas relacionadas con plagas surgidas a consecuencia de la destrucción de sus enemigos naturales. Menciona que el costo de producción de frutales, como los seleccionados en esta evaluación, se incrementa en, por lo menos un 20%, sólo por la aplicación de medidas de control de las plagas secundarias; aumentando en más el costo, si se tratara de vectores de virus, como los áfidos en melón.

El USDA (2001) señala que en los programas de erradicación que emplean numerosas aplicaciones secuenciales de malatión, se espera un trastorno substancial de los agentes

de control biológico existentes en la zona objetivo. Hace referencia a estimaciones en los niveles de mortalidad de cierta fauna benéfica debido a las aplicaciones aéreas de malatión utilizadas en el manejo de la mosca del Mediterráneo, las cuales fueron del 100% en todas las regiones consideradas (Cuadro VIII.10).

Cuadro VIII.10 Porcentajes de mortalidad estimados con la aplicación aérea de malatión en siete regiones de la Unión Americana

Porcentaje estimado 1/ de mortalidad de organismos benéficos expuestos a la aplicación de malatión en el manejo de mosca del Mediterráneo, por vía aérea, en siete regiones ecológicas de los Estados Unidos							
Especie	Ecoregión 1	Ecoregión 2	Ecoregión 3	Ecoregión 4	Ecoregión 5	Ecoregión 6	Ecoregión 7
Mosca adulta	100	100	100	100	100	100	100
Abeja melífera	100	100	100	100	100	100	100
Avispa	100	100	100	100	100	100	100

1/ La estimación se basó en un escenario de exposición rutinaria al insecticida.

Ecoregión 1-Valle y costa de California; 2-Cuenca y cordillera del Suroeste; 3-Valle bajo del Río; 4-Sureste y planicie costera del golfo; 5-Delta del Misisipi; Florida; 7-Bosque de la marina del pacífico.

Los Coordinadores de la CNMF entrevistados señalaron que, hay un bajo impacto en la fauna benéfica por el uso de malatión en cebos selectivos, dado que no se trata de aplicaciones generalizadas, y porque dichos cebos no son atractivos a otros insectos. El uso de cebos-insecticidas es mucho mejor para protección de fauna benéfica y en general del medio ambiente que la aplicación de los insecticidas sin cebo y en cobertura amplia. Sin embargo, continúa habiendo un efecto sobre la fauna benéfica si se compara con el uso de la TIE en donde el impacto es prácticamente nulo. El punto es que, en caso de establecerse estas plagas en el país, una fracción importante de los agricultores continuarían con las aplicaciones de insecticida de manera convencional, es decir, sin cebo y en cobertura amplia, causando grandes daños a la salud humana, fauna benéfica y al medio ambiente.

El costo del manejo de plagas secundarias que quedan libres del efecto regulador de sus enemigos naturales es difícil cuantificarlo, porque varía por cultivo y condiciones geográficas particulares, al relacionarse con la cantidad, frecuencia y tipo de insecticida aplicado. Los enemigos naturales (parasitoides y depredadores) son responsables de la mayor parte del control de las principales plagas de los cultivos, y la aplicación de insecticidas elimina a dichos agentes biológicos, dejando sin control a las plagas secundarias que afectan a las frutas y hortalizas. Por ello se requiere incrementar el uso de insecticidas, para controlar a las plagas secundarias.

Salcedo *et al.* (2009 y 2010) estimaron el efecto de plagas secundarias en México, en ausencia del PM y de la CNMF, calculando hasta en un 20% de incremento en costos de producción de los hospedantes primarios de la mosca del Mediterráneo y de las moscas nativas del género *Anastrepha*. El costo por mayor uso de insecticidas hubiera sido de

US\$4,072 millones, de no haber operado el PM durante 1978-2008; y de US\$138 millones de no haber atendido la CNMF (de 1994 a 2008) las áreas productoras de cítricos dulces en seis estados del país, y de US\$47.6 millones a las zonas productoras de mango en 4 entidades federativas.

VIII.2.3.2 Impacto en polinización

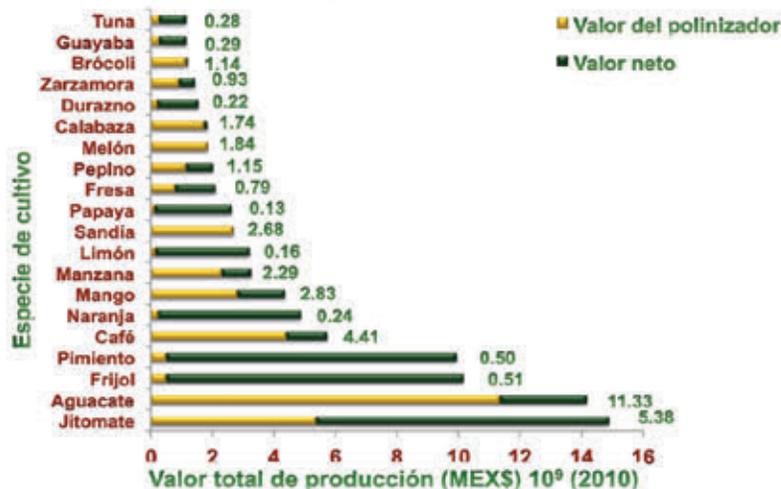
De acuerdo con el USDA⁴¹, uno de cada tres bocados de comida en los Estados Unidos depende de las abejas melíferas y otros polinizadores. Las abejas melíferas polinizan cultivos cuyo valor anual asciende a US\$15 mil millones, incluidas cerca de 130 frutas y verduras.

Quesada (2016) comenta que, de los 115 cultivos de frutas y verduras del planeta, 75% por ciento de su polinización depende principalmente de las abejas. Estima que el valor económico de la polinización es de 2.9 billones de pesos, equivalentes al 10% de la producción agrícola mundial. La figura VIII.28, tomada del estudio realizado por el Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica (LANASE) de la UNAM en Morelia destaca a 20 cultivos de importancia económica, dependientes de la polinización de abejas, cuya proporción de la polinización en el valor neto de su producción varía por cultivo. Los cultivos con proporción más alta son, en orden de importancia, el melón, sandía, calabaza, brócoli, café, manzana, mango, aguacate, jitomate y zarzamora.

El USDA (2018) apunta que la mayoría de las plantas atacadas por moscas exóticas de la fruta son polinizadas por insectos como las abejas (*Apis* spp.), Abejorros (*Bombus* spp.), abejas solitarias (Hymenoptera: Apidae), avispa (Hymenoptera: Vespidae, Sphecidae, Chrysididae, y Chalcididae) y moscas (Diptera). Que la dependencia de las abejas en la polinización, en lugar de otros polinizadores, varía significativamente de un cultivo a otro; los cítricos, pepinos y sandías dependen en un 90% de las abejas, mientras que las calabazas y calabacitas en solo 10% por ciento. También menciona que “las abejas parecen ser uno de los invertebrados terrestres más sensibles al spinosad”; pero que la toxicidad por contacto de este producto disminuye rápidamente después de que las aplicaciones se secan. Que los estudios sobre abejas melíferas y abejorros expuestos a residuos de spinosad en alfalfa, fresas, almendras, cítricos y kiwis muestran una falta de impacto en los polinizadores a las aplicaciones que se producen, cuando las abejas están inactivas y después de que los residuos han sido degradados. La baja tasa de aplicación de spinosad en la formulación del cebo que se usa para el control de la mosca de la fruta no presenta riesgos para la alimentación de abejas, el desarrollo de la cría de abejas y la condición de la colmena.

⁴¹ USDA / Natural Resources Conservation Service. 2015. Conservation Work for Honey Bees.

20 cultivos dependientes de polinizadores de mayor importancia económica



LANASE UNAM Morelia



Figura VIII.28 Valor de la polinización de abejas en cultivos de importancia económica

Además, que el GF-120 NF Naturalyte fue diseñado específicamente para reducir el atractivo de las abejas (USDA, 2018); los estudios para probar el efecto de este producto y sus componentes durante el forrajeo de éstas, bajo un período de alto de estrés nutricional, indicaron que los olores de los atrayentes de mosca de la fruta en el cebo, son efectivos para repeler las abejas. De lo anterior se determinó que “el GF-120 representa un riesgo mínimo para las abejas melíferas.” Cabe destacar que este producto es el que se está utilizando actualmente en México dentro del MIP del PM y en áreas libres de la CNMF para la eliminación de entradas transitorias y brotes, respectivamente.

No obstante, Bejarano (2017) destaca que, en base al catálogo de plaguicidas de COFEPRIS de 2016, que contiene los registrados ante la secretaría de Salud de los únicos cuya importación, comercialización y uso están permitidos en México, el 45% de los plaguicidas tienen una toxicidad alta en abejas, pudiendo causar su muerte a dosis mayores de 2 microgramos por abeja, según la EPA de Estados Unidos. Por su parte, las UN News (2017) mencionan que al uso de insecticidas neonicotinoides “se le acusa de ser responsable de un colapso sistemático en el número de abejas en todo el mundo”, dado que el 71% de los cultivos es polinizado por ellas.

Por su parte, solo el 7% de los Coordinadores de la CNMF⁴² manifestó que si hay quejas de los apicultores por el impacto que tienen los insecticidas en las abejas, y el 18% apuntó que los costos de producción suben, por el manejo de las plagas secundarias que trae consigo el uso irracional del cebo selectivo con malatión sobre parasitoides de otras plagas de los mismos hospedantes de las moscas de la fruta nativas.

En evaluaciones realizadas por Salcedo *et al.* (2009 y 2010), se asumió hasta un 20% de reducción en el volumen y valor de la producción de frutas y hortalizas hospedantes primarios de moscas de la fruta, a consecuencia de una eliminación importante de polinizadores, estimando la pérdida de 859 mil toneladas frutas y hortalizas con valor de US\$118 millones, en ausencia del PM durante el periodo 1978-2008; así como de 2.5 millones de toneladas de cítricos con valor de US\$255 millones, de no haber operado la CNMF de 1994 a 2008 en 6 estados del país (Baja California, Guerrero, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas), y de 694,737 toneladas de mango con valor de US\$143 millones en 4 entidades federativas (Guerrero, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas).

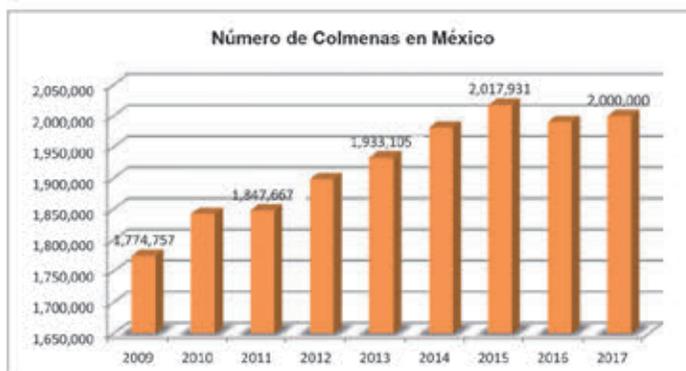
VIII.2.3.3 Impacto en apicultura

El mantenimiento de la actividad apícola es importante para el país, no solamente por el efecto positivo que propician las abejas melíferas en la polinización de los cultivos de frutas y hortalizas, sino por el beneficio que la producción y exportaciones de la miel y cera de abeja genera a los productores y exportadores; además, de su contribución a la generación de divisas al país.

La población de colmenas en México aumentó de 1.77 millones en 2009 a 2.02 millones en 2015, disminuyendo a 2 millones en 2017 (Figura VIII.29). Según la SAGARPA, 42,000 familias dependen de la apicultura en el país, generando alrededor de 100 mil empleos al año (CNF. 2018).

De acuerdo a cifras del SIAP, la producción de miel de abeja aumentó de 56 toneladas en 2009 a 61,881 ton. en 2015, para después disminuir a 56,358 ton. en 2016 y a 51,065 ton. en 2017; mientras que su valor aumentó de US\$1,648 millones en 2009, a US\$2,190 en 2017 (Cuadro VIII.11). Por su parte, la producción de cera de abeja disminuyó de 2,218 ton en 2009 a 1,618 en 2017, en tanto que su valor se incrementó de US\$113 a US\$116 millones, respectivamente.

⁴² Entrevistados dentro de este estudio.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.

Figura VIII.29 Población nacional de colmenas

Cuadro VIII.11 Volumen y valor de la producción nacional de miel y cera de abeja

AÑO	Miel de abeja		Cera de abeja	
	Producción (toneladas)	Valor de la producción (millones de pesos)	Producción (toneladas)	Valor de la producción (millones de pesos)
2009	56,071	1,648	2,218	113
2010	55,684	1,726	2,016	106
2011	57,783	1,914	1,966	112
2012	58,602	2,003	1,868	116
2013	56,907	2,169	2,010	140
2014	60,624	2,284	1,862	116
2015	61,881	2,400	1,439	89
2016	55,358	2,279	1,844	118
2017	51,065	2,190	1,618	116

Fuente: SIAP-SAGARPA

México ocupó el 9º lugar entre los principales países productores de miel de abeja en 2012 y el 8º en 2017⁴³. Los principales estados productores de miel en 2017 fueron, en orden de importancia, Jalisco, Chiapas, Veracruz y Yucatán, aportando en conjunto cerca de la mitad de la producción nacional. De acuerdo a la SAGARPA (2018), la apicultura genera además de la miel y cera de abeja, otros productos como polen, jalea real, propóleos y apitoxina; a esta última se le han encontrado propiedades nutricionales y terapéuticas benéficas a la salud de la población.

Según el cuadro VIII.12, las exportaciones de miel de abeja aumentaron de 26,984 toneladas en 2009 a 42,161 ton. en 2015, para después disminuir drásticamente a 27,723 ton. en 2017. Su valor creció de US\$81 millones a US\$156, y después bajó a US\$105 en dichos años. Las exportaciones de cera de abeja crecieron de 4.41 toneladas en 2009 a 22.61 ton. en 2013, disminuyendo a 4.5 ton. en 2017; su valor siguió el mismo

⁴³ SIAP-SAGARPA. Atlas Agroalimentario 2012-2018. México.

comportamiento. El 41% de las exportaciones mexicanas de miel tuvieron como destino a Alemania y el 19% a EEUU; el 40% restante a otros países (SIAP-SAGARPA. 2018).

Dichas exportaciones han contado con el apoyo del SENASICA, en la certificación de que la miel de abeja no contenga contaminantes físicos, químicos o microbiológicos que afecten la calidad del producto o la salud de quienes la consumen⁴⁴. En su laboratorio del CENAPA, se realizan las pruebas que verifican que la miel orgánica cumple con los estándares de inocuidad que demanda el mercado internacional.

Cuadro VIII.12 Volumen y valor de las exportaciones mexicanas de miel y cera de abeja

AÑO	Miel de abeja		Cera de abeja	
	Exportaciones (toneladas)	Valor de exportaciones (US\$ millones)	Exportaciones (toneladas)	Valor de exportaciones (US\$ miles)
2009	26,984	81	4.41	0.80
2010	26,512	85	0.67	2.93
2011	26,888	90	4.17	22.41
2012	32,040	101	0.00	0.02
2013	33,458	112	22.61	13.07
2014	39,152	147	19.06	163.70
2015	42,161	156	6.08	65.80
2016	29,098	94	2.12	23.10
2017	27,723	105	4.50	44.74

Fuente: Secretaría de Economía

Por otro lado, Salcedo *et al.* (2009 y 2010) cuantificaron el impacto en la apicultura, de no haber operado el PM durante 1978-2008 y la CNMF de 1994 a 2008, asumiendo una reducción en el volumen y valor de la producción de miel y cera de abeja, como resultado del efecto negativo de las aplicaciones de malatión a las abejas en forrajeo. Estimaron una pérdida de 450 mil toneladas de miel y 30 mil toneladas de cera de abeja con valor de US\$433 millones en ausencia del PM; así como de 1,811 ton de miel y cera con valor de US\$2.3 millones de no haber atendido la CNMF las zonas productoras de cítricos en seis estados del país (Baja California, Guerrero, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas), y de 1,663 ton de miel y cera con valor de US\$2.2 millones de no haber atendido las áreas productoras de mango en cuatro entidades federativas (Guerrero, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas).

⁴⁴ SAGARPA. 2018. Se incrementa en el primer semestre del año la exportación de miel mexicana en más del 11%. Promueve SENASICA certificación de miel de abeja sin contaminantes.

IX. ESTRUCTURA DE COSTOS DE LOS PROGRAMAS/CAMPAÑA CONTRA MOSCAS DE LA FRUTA

Para el manejo fitosanitario del Programa Moscamed (PM), la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF) y el Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) se ejerció un gasto de US\$317.76 millones nominales durante el periodo 2009-2017 (Cuadro IX.1), correspondiendo el 58% de este gasto al PM, el 36% a la CNMF y el 6% restante al TPMEF. El mayor gasto del Programa Moscamed refleja el hecho de que México mantiene el estatus fitosanitario de Área Libre de la mosca del Mediterráneo; mientras que la CNMF con el 36% del gasto ejercido total, alcanzó estatus de ZL en el 51.3% del territorio nacional. Esto ha permitido al país incrementar las exportaciones de frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta. Por su parte, el TPMEF ejerció el 6% del costo total de los tres programas/campaña. Las variaciones en gasto de un año a otro reflejan, principalmente, el comportamiento del tipo de cambio peso/dólar.

Cuadro IX.1 Gasto ejercido por el PM, TPMEF y la CNMF

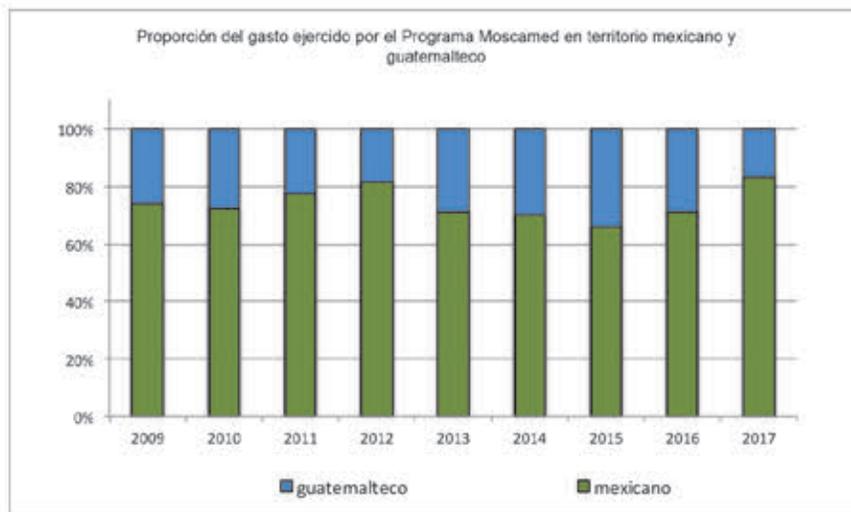
GASTO EJERCIDO POR LOS PROGRAMAS/CAMPAÑA DE MOSCAS DE LA FRUTA EN MEXICO				
Año	(millones de dólares nominales)			
	PM	CNMF	TPMEF	Gasto total
2009	17.94	11.24	1.66	30.83
2010	20.47	11.12	1.77	33.35
2011	17.87	10.97	2.14	30.98
2012	24.61	12.57	2.21	39.38
2013	23.08	14.1	2.44	39.62
2014	21.99	14.96	2.68	39.63
2015	19.51	11.86	2.23	33.6
2016	17.45	14.03	1.89	33.38
2017	22.32	12.15	2.52	36.99
Total	185.25	112.99	19.52	317.76
Del total	58%	36%	6%	100%

Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA.

Por otro lado, como parte de la estrategia regional contra la mosca del Mediterráneo, México, Guatemala y los Estados Unidos de América trabajan conjuntamente en el PM, a través de un Acuerdo Cooperativo Trilateral. Lo anterior, para mantener alejada a la plaga de la frontera con México y, con ello, disminuir los riesgos de entrada de la plaga a territorio mexicano, estadounidense y a las áreas libres de plaga en el norte y occidente de Guatemala. Para ello, el país ha estado haciendo aportaciones al PM, mediante la operación en Guatemala de una red extensa de trampeo, aspersiones de insecticida-cebo y liberaciones de moscas estériles.

Según la Figura IX.1, dicha aportación correspondió a un promedio anual de US\$5.28 millones, equivalente a cerca del 25.7% del promedio anual del gasto ejercido por el PM durante 2009/2017 (US\$20.6 millones). Como resultado, en 2015, el frente de infestación de la plaga en Guatemala llegó a estar más allá de los 100 km de la frontera con México, lo que disminuyó a un bajo histórico el número de entradas de la Moscamed al estado de Chiapas y sin reportes de entradas de plaga en los estados de Tabasco y Campeche.

Sin embargo, por condiciones climáticas favorables a la mosca del Mediterráneo y adversas a la cosecha del café, quedando en las plantaciones sustrato disponible para el desarrollo de la plaga, aunado a la disminución de acciones de control fitosanitario en territorio guatemalteco debido a una reducción de las aportaciones de los otros países cooperantes y a la pérdida sustancial del valor peso-dólar, el frente de infestación se acercó nuevamente a la frontera de México, incrementándose de manera significativa el número de entradas de la plaga a territorio mexicano. Como resultado, en 2017 el gasto se concentró más en México, llegando a ser superior al 80%. Lo anterior lleva a señalar que las acciones fitosanitarias se desarrollaron, donde el avance de la plaga lo requirió.



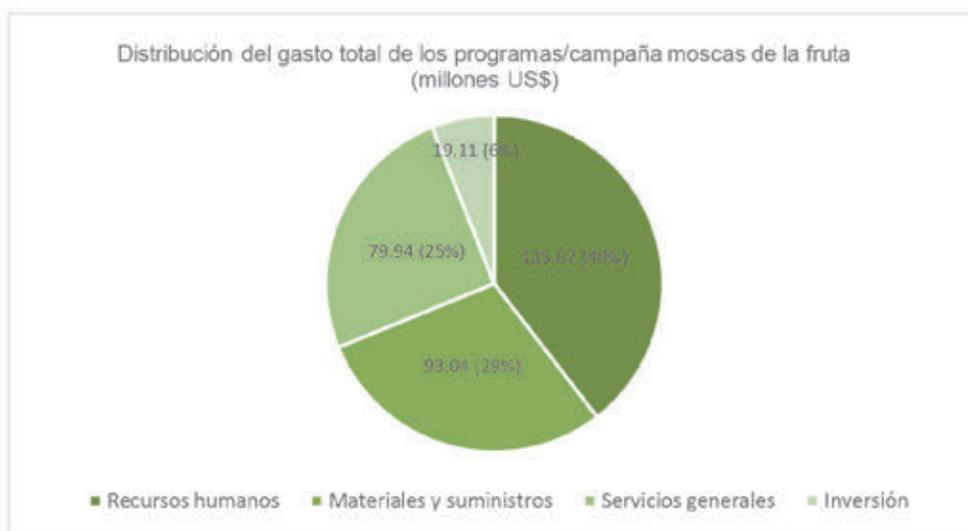
Fuente: Elaboración propia con datos del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA.

Figura IX.1 Gasto ejercido por el Programa Moscamed en México y Guatemala

El presupuesto ejercido por los programas/campaña de moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF) se distribuyó entre los capítulos 1000 (gastos de personal), 2000 (materiales y suministros), 3000 (servicios generales) y 5000 (inversión). Los gastos de personal que incluyen sueldos, prestaciones y cuotas al IMSS, entre otros, de quienes realizan las actividades del manejo integrado de las plagas (moscas de la fruta), representaron el 40% durante el periodo 2009-2017 (US\$125.67 millones); mientras que la adquisición de

materiales y suministros, como los que se requieren en las operaciones de campo, laboratorio de taxonomía y en las plantas productoras de moscas estériles y parasitoides el 25% (US\$79.94 millones); los servicios generales que incluyen rentas, electricidad, teléfono, pasajes y viáticos, así como el mantenimiento de maquinaria, equipo, vehículos e inmuebles el 29% (US\$93,04 millones); y la inversión o adquisición de bienes como equipo de computo, de oficina, maquinaria y equipo, vehículos, y en inmuebles (el centro de empaque, por ejemplo) el 6% restante, equivalente a US\$19.11 millones (Figura IX.2).

El gasto en recursos humanos de los programas/campaña incluyó el del personal técnico de las plantas productoras de mosca estéril, centros de empaque, y los que operan en campo (actividades fitosanitarias), que en conjunto representaron la mayoría. Así mismo, el personal directivo que coordina el MIP de los programas/campaña y el administrativo que tramita lo necesario en los CESV de las entidades federativas y en las oficinas centrales de Chiapas y CdMx (en promedio su costo fue de US\$285,832 al año, equivalente a 0.84% del total).



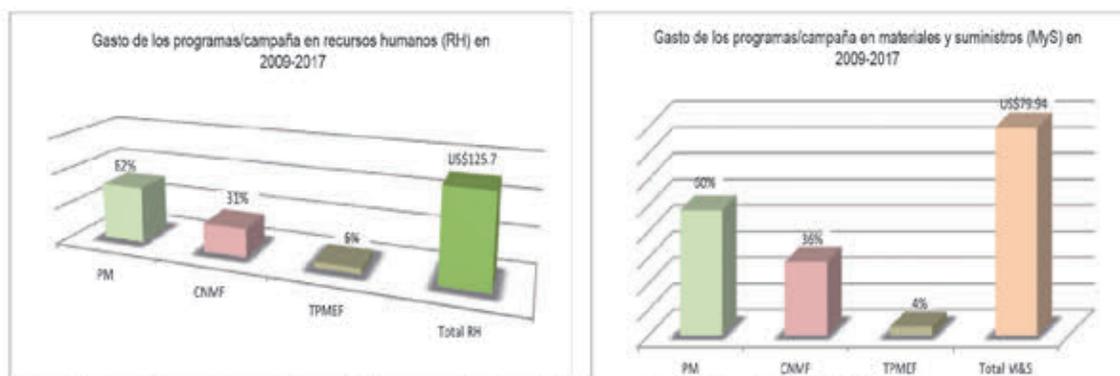
Fuente: Elaboración propia con datos del Programa Nacional de Moscas de la Fruta DGSV-SENASICA.

Figura IX.2 Presupuesto ejercido por capítulo de gasto durante 2009-2017

De acuerdo a la Figura IX.3, el 62% del gasto total en recursos humanos en 2009-2017 correspondió al PM (US\$78.3 millones), 31% a la CNMF (US\$39.2 millones) y 6% al TPMEF (US\$8.1 millones). El gasto de la nómina del personal directivo y administrativo del Programa Nacional de Moscas de la Fruta (PM, la CNMF y el TPMEF) fue en promedio de US\$285,832 anuales, equivalente a US\$2.57 millones en 2009-2017, no representado

más del 0.84% del presupuesto total en el periodo. Del total de materiales y suministros, el 60% correspondió al PM (US\$48.1 millones), el 36% (US\$28.4 millones) a la CNMF y el 4% (US\$3.4 millones) al TPMEF.

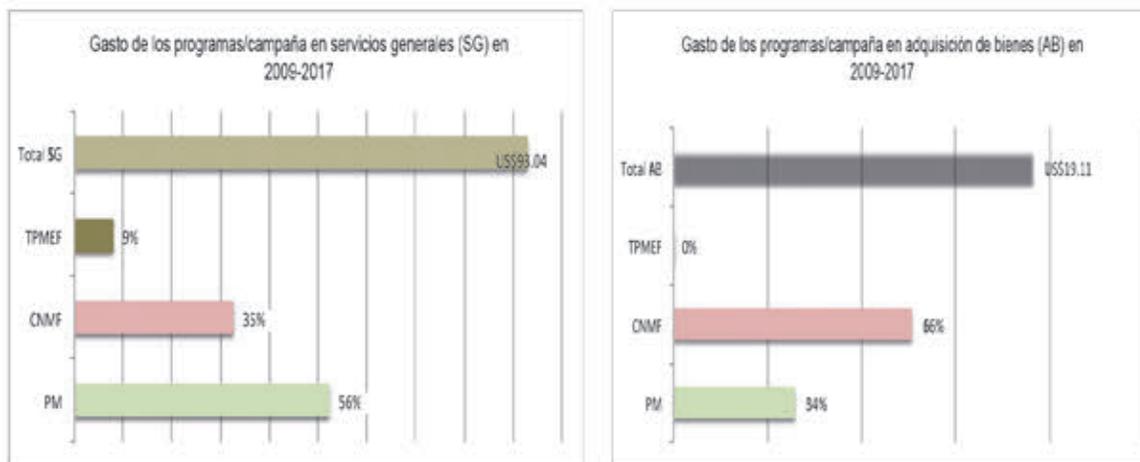
Si bien por un lado, el gasto en recursos humanos de los programas/campaña de las moscas de la fruta representaron un costo, por el otro, generaron una importante cantidad de empleo al país, y especialmente en Chiapas donde están establecidas las plantas de producción y esterilización de mosca del Mediterráneo y dos de las nativas del género *Anastrepha* (*A. ludens* y *A. obliqua*), además del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*, el centro de empaque Moscamed y en donde se desarrollan las actividades de campo del PM, para mantener libre de la mosca del Mediterráneo a México.



Fuente: Elaboración propia con datos del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA

Figura IX.3 Proporción del gasto de los programas/campaña de moscas de la fruta en el total de recursos humanos y materiales-suministros

Del gasto total en servicios generales (Figura IX.4), el PM ejerció alrededor del 56% (US\$52.4 millones), la CNMF 35% (US\$32.7 millones) y el TPMEF el 9% (US\$7.9 millones) durante 2009-2016; mientras que del total de la adquisición de bienes o inversión, el 66% correspondió a la CNMF (US\$12.7 millones) y el 34% al PM (US\$6.4 millones). En el TPMEF no hubo inversión (Figura IX.4), lo cual se explica con el hecho de que las actividades fitosanitarias que desarrolla este programa se restringen al trampeo para la detección oportuna de entradas de moscas exóticas de la fruta, mientras que las de la CNMF además de la detección, incluyen el control de las moscas nativas.



Fuente: Elaboración propia con datos del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA

Figura IX.4 Proporción del gasto de los programas/campaña en servicios generales y adquisición de bienes

El PM, TPMEF y la CNMF crearon en promedio 1,391 empleos al año durante el periodo 2009-2017, lo que correspondió a una capacidad de gasto total de US\$125.67 millones (promedio de US\$13.96 millones anuales). De estos empleos, el PM ocupó el 46% (promedio de 646 al año), la CNMF el 44% (611 al año) y el TPMEF 6% (80); además del 4% (55 plazas en promedio al año) correspondiente al personal que manejó y supervisó la ejecución de estos programas/campaña fitosanitarios (Cuadro IX.2).

Cuadro IX.2 Empleos generados por los programas/campaña de moscas de la fruta

Empleos generados por los Programas/Campaña moscas de la fruta					
AÑO	PM	CNMF	TPMEF	Dirección/ supervisión	Total
2009	643	654	78	53	1,428
2010	722	663	79	54	1,518
2011	690	658	77	55	1,480
2012	686	638	75	56	1,455
2013	673	655	77	56	1,461
2014	608	559	78	60	1,305
2015	540	569	81	62	1,252
2016	626	571	97	52	1,346
2017	625	528	75	49	1,277
Prom. Anual	646	611	80	55	1,391
Proporción del total	46%	44%	6%	4%	100%

Fuente: Integración propia con datos del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA.

Cabe señalar que la tendencia a la baja en la plantilla del PM hasta 2015, aumentó nuevamente en 2016 y 2017, respondiendo a la presión de la plaga en la frontera con Guatemala (se incrementó el número de entradas transitorias con respecto a los años

anteriores). Prácticamente todo el empleo generado por el PM está radicado en el estado de Chiapas, ya que es ahí donde se presentan las entradas transitorias y brotes de la mosca del Mediterráneo.

Además, el PM también contrata personal eventual para atender eventos extraordinarios de la plaga (entradas de plaga categorizadas como brotes severos) que no es posible manejar con el personal permanente, y la cantidad varía dependiendo del número de eventos que hubo necesidad de controlar, los cuales no están incluidos en el Cuadro IX.2. Para el manejo de estas entradas de plaga se ejecutó el “Protocolo para la erradicación de entradas transitorias en área libre de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) en Chiapas, sur de Tabasco y Guatemala”. Las actividades que comprende varían en función del escenario de transitoriedad, de la duración de los ciclos de vida de la plaga, de las condiciones agroecológicas del lugar y de la situación social en la región correspondiente.

Por ejemplo, para atender la entrada de plaga “01” de 2016 en el Ejido Francisco Sarabia de Comitán, Chiapas, se incrementó gradualmente el número de trampas instaladas (de 6 a 72), las cuales fueron revisadas durante 34 semanas, acumulándose un total de 1,991 revisiones; se tomaron 125 muestras en dicho periodo; se colectaron y destruyeron 8 toneladas de fruta mediante el control mecánico; y se instalaron 1,261 estaciones cebo y 291 con Ceratrap; además de instalarse 36 diseminadores de esporas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*. Estas actividades implicaron la contratación de una cantidad importante de personal eventual⁴⁵.

Por su parte, la CNMF generó empleo en 26 estados del país, concentrándose en Chiapas el 40% durante el periodo 2009-2017 (245 del promedio anual de 611), ya que ahí está ubicada la planta de producción de moscas estériles del género *Anastrepha* y su parasitoide. Sin considerar los trabajadores de la planta, Chiapas junto con 6 estados más (Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas) concentraron más de la mitad del gasto ejercido por la CNMF en recursos humanos.

El TPMEF tiene a sus empleados distribuidos en todo el país, generalmente de 1 a 3 por estado en promedio al año durante el periodo 2009-2017, aunque en los del sur se concentró un mayor número: 9 en Oaxaca, 6 en Campeche y Chiapas, y 5 en Yucatán y Tabasco.

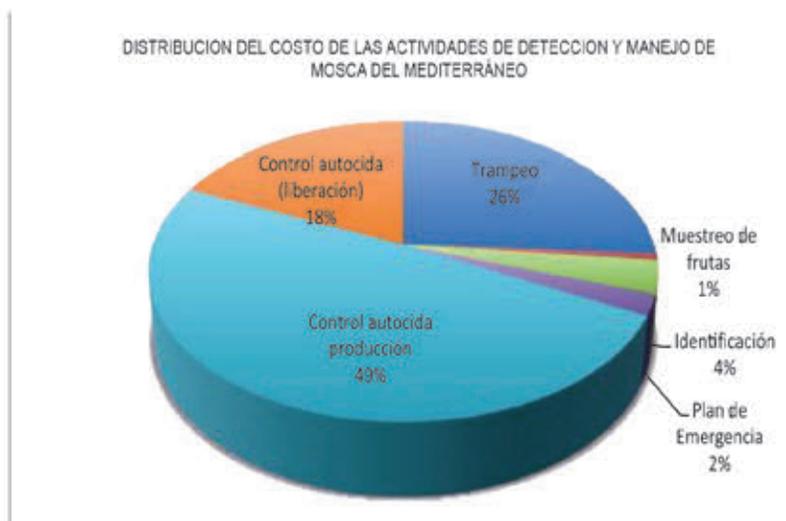
Por otro lado, como se mencionó en capítulos anteriores, los programas/campaña fitosanitarios de moscas de la fruta nativas y exóticas desarrollan varias actividades, que para fines de mostrar sus costos se engloban en actividades de: detección (trameo,

⁴⁵ Documento interno de trabajo del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA, 2016.

muestreo de frutos e identificación); de manejo fitosanitario (control mecánico y químico); control autocida y biológico (producción y liberación de moscas estériles y parasitoides); de divulgación; y administrativas.

Cabe aclarar que, como mediante el Trampeo Preventivo de Moscas Exóticas de la Fruta no se detectó ningún caso de incursión de plaga durante el periodo 2009-2017, no hubo necesidad de realizar actividades de manejo fitosanitario, por lo que el 100% del gasto ejercido en campo correspondió a trampeo.

En cuanto al PM y según la Figura IX.5, el costo de las actividades de detección representó alrededor del 31% del gasto ejercido (26% trampeo, 4% identificación y 1% muestreo de frutos); mientras que el control autocida el 67% (49% la producción de la mosca estéril y 18% su liberación en campo) y la ejecución del plan de emergencia, para atender las entradas de plaga al territorio nacional, cerca del 2% restante (control mecánico y químico).



Fuente: Elaboración propia con datos del PNMF-DGSSV.

Figura IX.5 Distribución del costo del PM por actividad fitosanitaria durante 2009-2017

Según el Cuadro IX.3, el costo promedio de atención de un evento de mosca del Mediterráneo (brote) en zona libre durante el periodo 2011-2017, considerando solamente las actividades de detección y manejo (no control autocida) fue de US\$3,816.50, con un máximo de US\$9,532.21 en 2012 y un mínimo de US\$823.3 en 2016.

Cuadro IX.3 Costo promedio por entrada (brote) de mosca del Mediterráneo en Chiapas y Sur de Tabasco durante 2009-2017

Costo de las entradas de mosca del Mediterráneo		
Año	Número de eventos	Costo por evento (US\$) 1/
2011	31	2,576.54
2012	24	9,532.21
2013	97	5,916.08
2014	65	2,680.79
2015	20	2,251.70
2016	248	823.3
2017	303	2,934.90
Promedio anual		3,816.50

1/ El cálculo se obtuvo dividiendo el gasto total ejercido de acuerdo al protocolo para la erradicación de entradas de la mosca del Mediterráneo en área libre (excluyendo el del control autocida) entre el número de entradas al año.

Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA.

Por otro lado, del costo de la CNMF, el 52% correspondió a la producción y liberación de moscas estériles del género *Anastrepha* (*A. ludens* y *A. obliqua*) y su parasitoide (42% a la producción de insectos y 10% a su liberación) durante 2009-2017 (Figura IX.6).



Fuente: Elaboración propia con datos del PNMF-DGSV

Figura IX.6 Distribución del costo de la CNMF por actividad fitosanitaria durante 2009-2017

Como se mencionó antes, solamente en ciertos estados se liberaron moscas estériles y su parasitoide, básicamente en ZL y ZBP. *A. ludens* se liberó sistemáticamente en Nayarit, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas y en algunos años en Chiapas y Nuevo León; mientras que *A. obliqua* se liberó solamente en Nayarit y Sinaloa, y el parasitoide en Chiapas, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa. En las zonas donde los niveles de moscas nativas no lo permitieron, las actividades fueron principalmente de control

químico (insecticida cebo), el cual representó el 21% del costo total, 16% el trapeo, 5% control mecánico, 4% identificación y 1% control biológico. En zonas bajo control fitosanitario, la presencia de moscas fértiles y su alta incidencia es muy común.

Respecto al costo por manejo de eventos (brotes) de moscas nativas del género *Anastrepha* en zonas libres, al activarse los planes de emergencia se realizaron las siguientes acciones: de detección (trapeo y muestreo de fruta) y manejo (control químico, mecánico, biológico y autocida). El costo de estas acciones dependió también de la extensión de la zona afectada, la fructificación de los hospedantes y las condiciones agroecológicas del área de trabajo. Según el Cuadro IX.4, entre 2012 y 2017 se registraron 271 eventos de moscas del género *Anastrepha* en ZL; el costo de su erradicación promedio anual varió entre los US\$453 por evento en 2016 a US\$1,245 en 2014.

Por ejemplo, el control de un evento ocurrido en Ensenada, BC, en noviembre de 2014, costó alrededor de US\$21 mil porque la plaga persistió por un tiempo largo y se tuvieron que instalar 186 trampas, las cuales se revisaron 23,190 veces porque durante 61 días se tuvieron capturas. Además, se tomaron 8,695 muestras (equivalentes a más de una tonelada de frutos) en 604 sitios, se destruyeron cerca de 22 toneladas de frutos, se asperjaron 46,600 hectáreas con más de 40,858 litros de cebo tóxico vía aérea y 1,800 litros vía terrestre, colocando 7,516 estaciones cebo.

Cuadro IX.4 Costo promedio de las acciones de detección y manejo de eventos de moscas nativas del género *Anastrepha* en ZL

Costo de las entradas de moscas nativas del género <i>Anastrepha</i> en zonas libres		
Año	Número de eventos	Costo por evento (US\$) 1/
2012	56	736.84
2013	59	837.52
2014	69	1,244.55
2015	47	510.71
2016	35	452.97
2017	5	700.69
Promedio anual		747.21

1/ El cálculo se obtuvo dividiendo el gasto total ejercido por esta actividad entre el número de entradas al año.

Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA.

Cabe destacar que el costo de las actividades de detección y manejo de moscas nativas y exóticas, las cuales han permitido mantener al país libre de la mosca del Mediterráneo y las moscas nativas del género *Anastrepha* en las ZL, incluye la investigación que lleva a

cabo la subdirección de “Desarrollo de Métodos” del Programa Nacional de Moscas de la Fruta (PNMF). Dicho equipo no solo ha investigado sobre aspectos de la producción de moscas estériles y sus parasitoides, sino también ha generado tecnologías de trampeo y control, las cuales se reflejaron, de manera directa, en la producción chiapaneca y exportaciones de mango y papaya. El promedio anual de 41 técnicos y científicos que conforman el equipo, realizaron más de 100 aportaciones al programa moscas de la fruta durante 2009-2017, documentadas en alrededor de 50 publicaciones científicas. Ello propició en 2010 el reconocimiento del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) al PNMF como Centro de Colaboración (CC) del OIEA (IAEA Collaborating Center), y el establecimiento del Centro Internacional de Capacitación en Moscas de la Fruta (CICMF) dentro de las instalaciones de la Planta Moscafrut en Metapa de Domínguez, Chiapas.

En el CICMF se impartieron 18 cursos sobre moscas de la fruta (incluyendo a la mosca del Mediterráneo) durante el periodo de análisis, en los que participaron de 20 a 25 técnicos por curso, procedentes de México y países de Centro y Sudamérica, del Caribe, África, Asia y Europa. La cuota de inscripción de los nacionales la cubrieron ellos mismos; mientras que la de los extranjeros, el OIEA a través del Acuerdo CC. Con dichos recursos se cubrieron solamente los gastos de logística de los cursos, ya que el CICMF opera sin fines de lucro.

Por otro lado, el costo de las actividades de divulgación realizadas por el PM y la CNMF durante 2009-2017, para concientizar a los productores y público en general sobre la importancia y necesidad de llevar a cabo medidas de control contra las moscas de la fruta, fue de US\$370,947 en promedio al año. Al PM le correspondió el 92% del total, debido a los desafíos sociales que enfrentó en el periodo, principalmente en las comunidades donde se presentaron eventos de plaga (Cuadro IX.5).

Si bien en 2016-2017 aumentó el número de eventos, la reducción que se observa en el costo de esta actividad parecería corresponder al tipo de cambio, dado que los valores en pesos se convirtieron a US\$. Por su parte, el costo de divulgación para la CNMF solo representó el 8% del total, equivalente a un promedio anual de US\$1,693. En el TPMEF no se efectuaron dichas actividades.

Como se mencionó arriba, el costo de la producción de moscas estériles y su parasitoide es el mayor dentro del total de los programas moscas de la fruta; sin embargo, dicha actividad también es la que más empleos genera. Según el cuadro IX.6), durante 2009-2017, se produjo un promedio anual de 24,860 millones de mosca del Mediterráneo (de una capacidad instalada de 26 mil millones anuales); así como 10,850 millones de moscas estériles del género *Anastrepha* y 1.4 mil millones de parasitoides (capacidad instalada de 125 millones/año). Estas últimas correspondieron a 7.5 millones de *A. ludens* sexada

genéticamente (Cepa Tapachula 7), 60 millones de *A. obliqua* y 25 millones de puparios del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*.

Cuadro IX.5 Costo de las actividades de divulgación del PM y la CNMF durante 2009-2017

Costo de las actividades de divulgación de los programas/campaña moscas de la fruta (US\$)			
Año	PM	CNMF	PM/Total
2009	nd	22,966	na
2010	nd	34,595	na
2011	309,629	20,302	94%
2012	420,044	24,653	94%
2013	518,955	30,832	94%
2014	429,497	35,406	92%
2015	329,276	42,788	88%
2016	227,942	50,045	82%
2017	156,518	1,693	99%
Prom. anual	341,694	29,253	92%

Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA.

Cuadro IX.6 Producción anual de moscas estériles y su parasitoide en las plantas Moscamed y Moscafrut durante 2009-2017

Producción anual (millones)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Ceratitis capitata</i>	23,864	24,504	25,733	27,842	21,251	25,987	25,719	24,011	24,879
Parasitoide	1,591	1,565	1,532	1,496	1,451	1,054	1,262	1,342	1,327
<i>Anastrepha obliqua</i>	2,287	2,368	2,496	3,026	3,338	3,061	3,261	3,429	3,252
<i>Anastrepha ludens Bisexual</i>	9,506	9,812	9,465	7,197	6,716	6,114	3,427	4,041	3,163
<i>Anastrepha ludens cepa Tapachula 7</i>	0	0	0	115	883	790	3,204	3,014	3,674

Fuente: Programa Nacional Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA.

Sin duda, una de las innovaciones tecnológicas más importante en la producción de moscas estériles fue el desarrolló la cepa TSL (Sensibilidad Letal a la Temperatura) producto del sexado genético de mosca del Mediterráneo en los laboratorios del OIEA en Seibersdorf, Austria (en la década de los 90), con lo que fue factible producir únicamente machos (Caceres *et al.*, 2004). En 1994, mediante un proyecto de cooperación técnica se transfirió dicha cepa al PM, para su producción masiva en la planta del Pino en Guatemala. En 2002, México decidió no incluir una colonia de reproductores de la cepa TSL en la planta de cría masiva de Metapa de Domínguez, Chiapas, y en su lugar, importar de Guatemala diariamente los huevecillos de dicha cepa para con ellos producir sólo machos. Al no existir una colonia de reproductores, se eliminó el riesgo de escape a la zona libre de material fértil de la planta. Sin embargo, si bien esta medida benefició técnicamente al PM, también hizo totalmente dependiente a México de la producción del huevecillo en Guatemala, con lo riesgos que implica la movilización diaria de los huevecillos de territorio guatemalteco a Chiapas (factores climáticos y/o sociales). Una interrupción en el suministro de huevecillos, podría impedir que el país contara con este esencial insumo

para ejecutar la TIE y, con ello, poner en riesgo la producción y exportaciones de los productos hortofrutícolas hospedantes de la mosca del Mediterráneo.

Por ello y porque la actual planta moscamed estaba agotando su vida útil (más de 35 años de existencia), en 2013 el SENASICA-SAGARPA inició el proyecto de construcción de una nueva planta en Chiapas, que integrara una colonia de adultos reproductores TSL y permitirá la producción del huevecillo en México, con tecnología de punta para asegurar una producción de hasta 1000 millones de moscas estériles por semana. Considerando un presupuesto de alrededor de 750 millones de pesos (equivalentes a US\$58.7 millones), en marzo de 2015 inició la construcción de la planta mediante un financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Pero como sobre la marcha dicho presupuesto se incrementó, a la fecha no ha sido posible ponerla en operación, razón por la cual su costo no se incluyó en la presente evaluación. A mediados de 2018 la construcción del inmueble estaba concluida, pero faltaba equiparlo.

Entre los principales conceptos de gasto de las plantas que operaron en Chiapas durante 2009-2017 estuvieron: la siembra e incubación de huevecillos, el desarrollo de larvas, el marcado e irradiación de pupas, monitoreo del control de calidad y el envío de pupas al centro de empaque; además de la propia operación y administración de la planta. La plantilla de personal de la Planta Moscamed a lo largo del periodo varió de 69 a 145 trabajadores (técnicos y administrativos), mientras que la de la Planta Moscafrut de 178 a 197.

De acuerdo al cuadro IX.7, el costo de producción promedio de un millón de pupas de Mosca del Mediterráneo, fue el más bajo de las especies producidas (US\$220) y el del parasitoide el más alto (US\$870 por millón de puparios); mientras que el de las dos especies de *Anastrepha*, muy semejantes (*A. ludens* = US\$481 y *A. obliqua* = US\$470).

Cuadro IX.7 Costo de producción anual por millón de pupas en las plantas Moscamed y Moscafrut durante 2009-2017

Costo de producción por millón de pupas (US\$)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio
<i>Ceratitis capitata</i>	228	239	218	225	251	236	207	183	189	220
Parasitoide	955	1,004	998	919	870	992	681	600	815	870
<i>Anastrepha ludens</i>	469	517	507	364	366	382	559	497	667	481
<i>Anastrepha obliqua</i>	399	441	473	541	492	581	448	393	466	470

Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA

De aquí derivó un costo de producción anual promedio de US\$5,451 millones de *C. capitata*, de US\$1,227 millones del parasitoide, de US\$3,087 millones de *A. ludens* (es la que se produjo en mayor cantidad en la planta Moscafrut), y de US\$1,391 millones de *A. obliqua* (Cuadro IX.8).

Cuadro IX.8 Costo de producción anual de moscas estériles y su parasitoide en las plantas Moscamed y Moscafrut en 2009-2017

Costo de producción anual (millones US\$)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio
<i>Ceratitis capitata</i>	5,447	5,858	5,806	6,272	5,343	6,122	5,312	4,401	4,701	5,451
Parasitoide	1,519	1,571	1,529	1,375	1,262	1,046	859	804	1,081	1,227
<i>Anastrepha ludens</i>	4,458	5,076	4,798	2,619	2,461	2,338	1,916	2,008	2,109	3,087
<i>Anastrepha obliqua</i>	912.20	1,045	1,180	1,637	1,641	1,777	1,462	1,349	1,514	1,391

Fuente: Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA

Por otro lado, el costo de la liberación de moscas estériles para el conjunto de las cuatro especies fue de US\$28.95 millones durante 2009-2017, correspondiendo a la de *C. capitata* dentro del PM el 63%, a las especies de *Anastrepha* el 33% y al parasitoide el 4% restante (Cuadro IX.9). Se liberaron 158,000 millones de moscas del Mediterráneo estériles en territorio nacional, alrededor de 10,886 millones de parasitoides y cerca de 89,199 mil millones de especies de *Anastrepha*. De aquí deriva un costo promedio de liberación por millón de moscas del Mediterráneo de US\$71.

Cuadro IX.9 Costo anual de la liberación de moscas estériles y su parasitoide en territorio mexicano en el periodo 2009-2017

Año	<i>Ceratitis capitata</i>	<i>Anastrepha ludens</i>	<i>Anastrepha obliqua</i>	<i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	Total (US\$)
2009	1,126,269	568,935	354,267	151,254	2,200,724
2010	1,637,254	623,065	411,729	126,051	2,798,098
2011	1,822,628	743,166	474,189	160,192	3,200,176
2012	1,711,038	620,523	462,381	175,973	2,969,914
2013	2,316,994	546,838	500,876	106,629	3,471,337
2014	2,442,452	531,406	522,011	103,077	3,598,946
2015	2,200,767	460,997	492,916	143,134	3,297,814
2016	2,469,234	635,724	441,232	128,778	3,674,968
2017	2,566,129	651,413	482,432	40,418	3,740,391
Total	18,292,764	5,382,067	4,142,031	1,135,506	28,952,369

Fuente: Programa Nacional Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA

Específicamente sobre el costo total de la CNMF, y tomando en cuenta el cultivo de los frutales atendidos durante el periodo 2009-2017, un promedio anual estimado del 49% (equivalente a US\$5.47 millones) correspondió al mango, 29% (equivalente a US\$1.08 millones) a los cítricos dulces (mandarina, naranja y toronja), y el restante 22% a otros frutales (como la guayaba en Aguascalientes y Zacatecas). Es importante destacar que estas cifras estimadas partieron de los presupuestos ejercidos a nivel estado por los Comités Estatales de Sanidad Vegetal, tomando como referencia los porcentajes de la superficie atendida por la campaña en cada entidad federativa (Cuadro IX.10). Por tal razón, solo corresponden a los gastos de operaciones de campo, que incluyen la liberación

de moscas estériles y el parasitoide (recursos administrados por los CESV); pero no toman en cuenta, los costos de producción de dichos especímenes.

Respecto a inversiones, la planta productora de mosca estéril del Mediterráneo se construyó en 1977-1978 con un costo aproximado de US\$10 millones de esos años; mientras que el centro de empaque de adulto en frío, construido en 2009-2011 en Tapachula, Chis., tuvo un costo de US\$6.8 millones. En el complejo de dicha infraestructura se encuentran actualmente ubicadas las oficinas centrales de las operaciones de campo del Programa Moscamed. Por su parte, la Planta Moscafrut se construyó en 1992-1993 con un costo de US\$7.7 millones de esa época. Aunque existen centros de empaque de moscas nativas de la fruta y el parasitoide en diversos estados de la República Mexicana, solo el de Guerrero se construyó durante 2009-2017 y tuvo un costo aproximado de US\$634,700.

De acuerdo a las cifras reportadas (Cuadro IX.11), las inversiones de varios equipos dentro del PM fueron de US\$686,354 en promedio anual durante 2009-2017, representando un 33% del total, mientras que las de la CNMF el 68% restante, equivalente a US\$1.48 millones, en promedio.

Entre las inversiones estuvo equipo de transporte, laboratorio, oficina, computo y comunicaciones, entre otros; además de maquinaria y equipo para las operaciones de campo. El de transporte incluyó cajas refrigeradas para el transporte de las moscas estériles al aeropuerto de Tapachula, para su posterior liberación en los estados, así como camionetas para las operaciones de campo; estas representaron en conjunto US\$878,687 durante 2009-2017 (Cuadro IX.12).

Cuadro IX.10 Costo estimado de la CNMF por fruto y estado (US\$)

Estado	Presupuesto ejercido de la CNMF por mango (US\$)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total	Prom. anual
Chiapas	826,112	1,153,776	1,097,543	1,017,121	1,225,743	1,179,448	988,065	1,049,793	1,052,965	8,600,565	1,066,729
Colima	91,290	258,606	160,900	149,479	159,001	161,128	135,154	119,587	114,911	1,350,056	150,006
Guerrero	670,935	796,054	683,874	538,624	740,875	707,089	595,723	527,630	596,985	5,957,720	661,969
Jalisco	265,495	277,578	324,397	300,529	352,359	335,468	282,005	240,264	188,341	2,566,476	285,164
Michoacan	587,123	697,654	597,031	554,019	630,362	595,584	480,423	427,805	543,905	5,113,907	588,212
Nayarit	1,206,255	626,718	804,499	891,979	1,018,043	970,603	807,056	770,841	785,112	7,881,105	875,678
Oaxaca	170,392	300,902	321,800	300,529	350,762	336,693	280,322	366,805	337,621	2,765,826	307,314
Sinaloa	1,061,881	989,669	1,448,098	1,368,590	1,625,813	1,722,759	1,554,423	2,107,199	1,591,729	13,490,161	1,498,907
Otros	115,333	83,489	62,509	64,545	69,933	59,899	22,522	61,289	58,206	577,745	64,194
Total mango	5,014,814	5,174,456	5,500,600	5,265,416	6,172,931	6,068,632	5,145,694	5,671,223	5,269,775	48,303,561	5,478,173
Estado	Presupuesto ejercido de la CNMF por cítricos dulces (US\$)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total	Prom. anual
Mandarina											
Michoacan											
Nuevo Leon	107,952	128,275	109,774	101,865	115,902	109,508	88,334	78,659	100,373	940,643	104,516
San Luis Potosi	93,429	56,791	63,572	44,544	72,350	64,953	43,702	45,215	0	484,185	53,798
Sinaloa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonora	4,175	11,875	10,304	10,486	11,385	12,845	13,694	11,872	19,363	105,999	11,776
Tamaulipas	0	0	0	0	0	87,889	73,230	92,514	24,515	277,949	30,883
Veracruz	13,601	11,260	12,187	13,089	14,437	12,393	10,056	10,802	11,786	109,631	12,181
Otros	152,471	76,362	135,743	147,750	166,546	378,193	173,358	315,954	257,850	1,804,225	200,469
Total mandarina	219,157	209,876	212,650	189,583	237,071	309,092	247,321	266,245	177,660	2,068,656	229,851
Naranja											
Michoacan											
Nuevo Leon	776,436	922,606	789,539	732,658	833,617	787,626	635,332	585,748	718,641	6,762,204	751,356
San Luis Potosi	671,979	1,056,960	1,183,160	795,931	1,197,406	1,068,598	723,087	747,878	772,035	8,217,034	913,004
Sinaloa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonora	547,471	412,825	345,755	313,925	345,551	354,096	340,398	292,750	245,930	3,198,699	355,411
Tamaulipas	0	0	0	0	0	737,620	615,994	778,187	953,750	3,085,551	342,839
Veracruz	269,959	223,881	241,876	259,778	286,883	246,237	199,803	214,634	234,194	2,177,244	241,916
Otros	152,471	76,362	135,743	147,750	166,546	378,193	173,358	315,954	257,850	1,804,225	200,469
Total naranja	2,418,316	2,692,635	2,696,073	2,250,042	2,830,004	3,572,370	2,887,968	2,915,150	3,162,400	25,244,957	2,804,995
Toronda											
Michoacan	90,038	106,988	91,558	84,961	96,669	91,336	77,730	85,606	83,410	788,296	87,588
Nuevo Leon	53,508	63,581	54,411	50,491	57,449	54,279	43,784	38,988	49,843	465,334	51,815
San Luis Potosi	46,330	216	241	161	251	225	152	155	0	47,732	5,304
Sinaloa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonora	40,275	29,516	28,474	33,623	37,025	41,083	35,378	26,335	32,080	303,788	33,754
Tamaulipas	0	0	0	0	0	34,818	29,077	36,728	58,418	159,040	17,671
Veracruz	12,123	9,981	10,676	11,467	12,649	10,857	8,809	9,463	10,326	96,352	10,706
Otros										0	0
Total toronda	242,274	210,282	185,360	160,703	204,043	232,598	194,923	177,276	234,076	1,861,542	206,836
Total cítricos dulces	2,879,747	3,112,792	3,094,084	2,620,328	3,271,118	4,114,060	3,130,217	3,358,671	3,504,138	28,175,155	3,241,684
Ptto. asignado al total de frutales atendidos por la CNMF 1/	9,794,166	12,268,450	10,972,079	9,993,811	12,157,424	12,641,739	10,705,153	11,521,472	10,988,152	101,042,465	11,226,941
Ptto. de CNMF a principales estados productores de mango	5,014,814	5,174,456	5,500,600	5,265,416	6,172,931	6,068,632	5,145,694	5,671,223	5,269,775	48,303,561	5,478,173
Ptto. De CNMF a principales estados productores de cítricos dulces	2,879,747	3,112,792	3,094,084	2,620,328	3,271,118	4,114,060	3,130,217	3,358,671	3,504,138	28,175,155	3,241,684
Ptto a principales estados productores de mango /total a conjunto frutales atendidos	51%	42%	50%	53%	51%	48%	48%	49%	48%		49%
Ptto a principales estados productores de cítricos /total a conjunto frutales atendidos	29%	25%	28%	26%	27%	33%	29%	29%	33%		29%

1/ Considerados en esta evaluación (como guayaba en Aguascalientes y Zacatecas) y tomando en cuenta que la campaña opero en 26 estados en los últimos años.

2/ Gasto ejercido por los CESV para la CNMF en la realización de las actividades técnicas fitosanitarias en los estados del país donde opera.

Cuadro IX.11 Inversión del PM y la CNMF en el periodo 2009-2017

Programa/campaña	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Prom. anual	
	Inversiones en US\$/										% del total
Programa Moscamed 2/	1,684,997	464,319	55,960	2,189,783	395,935	502,427	350,347	259,055	264,367	686,354	32%
CNMF	900,437	1,114,018	1,296,521	1,935,790	1,300,758	1,900,103	967,587	2,209,844	1,046,606	1,407,963	65%
Centros de empaque moscafrut	58,192	215,833	56,722	50,071	201,152	45,453	14,420	17,767	16,571	75,131	3%
Total	2,643,626	1,794,170	1,409,202	4,175,644	1,897,845	2,447,982	1,332,354	2,496,666	1,327,544	2,169,448	100%

1/ Convertidos de pesos a dólares nominales en el año reportado.

2/ En la planta y centro de empaque

Fuente: Cálculos propios en base a cifras del Programa Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA.

Cuadro IX.12 Inversión en equipo de transporte durante 2009-2017

Inversión en equipo de transporte	
Equipo	US\$
Caja refrigerada (Thermo)	12,937
Camión Tipo Chasis	17,147
Carro Plataforma	509
Pic-Up	848,093
Total	878,687

Fuente: Programa Nacional Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA

Por otro lado, dentro del Sistema Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta, establecido por el SENASICA y administrado conjuntamente por la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) y los 32 Comités Estatales de Sanidad Vegetal en las entidades federativas, en apego a la NOM-076-FITO-1999, se llevaron a cabo las actividades para prevenir que la mosca del Mediterráneo y otras moscas exóticas ingresaran a territorio nacional. El Dispositivo Nacional de Emergencia (DNE) está dirigido a la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*), mosca Oriental (*Bactrocera dorsalis*), mosca del melón (*Bactrocera cucurbitae*) y mosca de la manzana (*Rhagoletis pomonella*). Previamente al establecimiento del DNE en 1999, las actividades de muestreo a nivel nacional las efectuaba el Programa Moscamed.

Como parte del Dispositivo Nacional de Emergencia (DNE) se puede considerar al TPMEF, a través del cual se tienen instaladas más de 19 mil trampas con atrayentes específicos, variando el número de trampas por estado, en función al riesgo de incursión de las plagas y de la superficie sembrada con hospedantes potenciales y el nivel de susceptibilidad de ataque de las mencionadas plagas. En Tabasco, Oaxaca, Veracruz y Campeche se instaló el mayor número de trampas. Las trampas fueron revisadas a nivel nacional por 80 técnicos, en promedio al año. El costo del TPMEF durante el periodo 2009-2017 fue de US\$19.52 millones. No obstante, el costo del DNE fue independiente del

erogado en las actividades de trampeo en Chiapas, dentro del PM, y del realizado por la CNMF en los 26 estados donde operó.

El costo del DNE corresponde al de las erradicaciones de las entradas transitorias de la mosca del Mediterráneo y otras moscas exóticas que se pudieron presentar en territorio mexicano (fuera del estado de Chiapas) y hubiera necesidad de controlar. Aunque en el periodo de estudio no fue necesario aplicar un plan de emergencia, debido a que no se presentaron eventos de plaga fuera del área de influencia del PM, si fue necesaria la aplicación de Planes de Emergencia en Entradas Transitorias de la moscamed, cuyo costo varió en función del escenario de transitoriedad, de la duración de los ciclos de vida de la plaga, de las condiciones agroecológicas del lugar y de su situación social. Los planes de emergencia en las zonas de la frontera con Guatemala en general tienen un costo relativamente menor a la aplicación del DNE que se tuviera que implementar en otros estados, gracias a que en Chiapas se mantiene una plantilla de trabajadores, entrenados en el manejo de la mosca del Mediterráneo.

Por ejemplo, en algunos Planes de Emergencia de 2016-2017 en Chiapas, su costo aproximado vario de US\$133,717 en el Ejido Francisco Sarabia a US\$4,484 en el Ejido Roberto Barrios (Cuadro IX.13); habiendo también diferencia cuando dentro del control se liberaron moscas estériles, o no.

Cuadro IX.13 Costo de la aplicación de Planes de Emergencia para la erradicación de mosca del Mediterráneo en la frontera con Guatemala en 2016 y 2017

Aplicación del Dispositivo Nacional de Emergencia en territorio mexicano frontera con Guatemala				
Año	Lugar	Región	Costo aprox (US\$)	TIE
2016	Ejido Francisco Sarabia	Comitán	133,716.60	CON
2017	Parcela B. Cercadillo	Comitán	27,505.50	CON
2017	Colonia Bienestar Social	Comitán	5,433.70	CON
2017	Ejido Roberto Barrios	Palenque	4,484.10	SIN
2017	Ejido Trinidad	Soconusco	5,622.20	SIN
2017	Ejido Nueva Palestina	Frailesca	11,644.10	SIN

Fuente: Programa Nacional Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA

El costo de la aplicación del DNE sería mayor en otros estados porque no cuentan con los equipos especializados ni con la técnica de que dispone Chiapas, teniendo que movilizarlos cuando los requieren. Durante 2009-2017 no se presentaron eventos de plaga en otros estados de la República. No obstante, solo como ejemplo, a continuación se mencionan los costos que le representó al DNE el control de los eventos en Tijuana en 2004, y en Campeche en 2005⁴⁶. "La instrumentación del Dispositivo Nacional de

⁴⁶ Cifras del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, DGSV-SENASICA.

Emergencia contra mosca del Mediterráneo en Tijuana, BC, durante septiembre de 2004 a julio 2005 tuvo un costo de US\$551,296” y en “Ciudad del Carmen, Campeche, durante el periodo del 26 de agosto al 1° de diciembre de 2005, se tuvo un costo de US\$101,351”.

Por su parte y aunque estuvo fuera del periodo de análisis de esta evaluación, cabe mencionar que en marzo de 2018 se detectó la entrada de la mosca exótica *Bactrocera scutellata* (Hendel) en Manzanillo, Colima. Para la erradicación de este evento de plaga, a octubre de este año, se tuvieron que movilizar técnicos de varios estados de la República para la instalación de 1,070 trampas de delimitación, con un porcentaje de revisión del 98%. Se colectaron 824 muestras de frutos hospedantes, sin hallazgos de larvas de la plaga, y como medidas de control permanecieron activas 8,354 estaciones cebo con el atrayente específico cuelure e insecticida, además de asperjar 3,420 litros de mezcla del insecticida biológico spinosad. Todas estas acciones representaron un costo aproximado de un millón de dólares. Dichas acciones se extendieron hasta octubre debido a que después de un mes de implementado el DNE, se volvieron a capturar adultos de la plaga, y el protocolo indica que se deben realizar acciones durante, por lo menos, tres ciclos de vida de la plaga.

También es importante señalar que cuando se presentan entradas sospechosas de moscas exóticas, inmediatamente se implementan acciones de diagnóstico y delimitación de la entrada de plaga, en tanto se confirma la presencia de la plaga exótica, para con ello evitar su dispersión en territorio nacional. Obviamente esto representa gastos; sin embargo, las implicaciones de no hacerlo podrían implicar mayores pérdidas al país. Por ejemplo, en 2018 hubo un diagnóstico falso positivo de *Rhagoletis indifferens*, que ameritó el gasto de más de US\$22 mil, pero las consecuencias de su establecimiento serían catastróficas para el país, tanto para los productores como para las exportaciones de frutas y hortalizas.

Finalmente, un componente adicional que permite a México evitar el paso de frutos que pudieran estar infestados de moscas de la fruta, es la red de Cordones Cuarentenarios Fitozoosanitarios establecidos en el país. Desde el año 2000 ya se tenían 43 Puntos de Verificación Interna (PVI) distribuidos en cinco Cordones Cuarentenarios (Norte, Peninsular, Centro, Sur e Istmo); actualmente se tienen en funcionamiento 45 puntos. También se tienen establecidas para el mismo fin, oficinas de inspección sanitaria (OISAS) en los aeropuertos del país.

Aunque la operación de dicha infraestructura no depende del Programa Nacional de Moscas de la Fruta (PNMF), su ejecución le ha beneficiado porque, como se vio antes, mediante las OISAS y de acuerdo al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, se detectaron frutos cuyas muestras resultaron positivas a ciertas moscas exóticas durante el periodo 2009-2017. Por lo anterior, en esta evaluación se considera el 9% del costo total

de los cordones cuarentenarios a lo largo del periodo de análisis (estimado de acuerdo a especialistas del PNMF). Según el cuadro IX.14, el costo anual promedio de las OISAS y PVI's fue de US\$1.399 millones, del cual se cargó a los programas/campaña moscas de la fruta un promedio anual de US\$125,907.

Cuadro IX.14 Costo de los Cordones Cuarentenarios Fitozoosanitarios establecidos en México y la proporción asignada a moscas de la fruta

Costo de los cordones cuarentenarios (US\$)				
Año	OISAS	PVI	TOTAL	9% atribuible a MF
2009	492,828	181,929	674,757	60,728
2010	981,295	371,348	1,352,643	121,738
2011	1,351,562	262,256	1,613,819	145,244
2012	1,468,886	710,432	2,179,318	196,139
2013	1,576,395	746,147	2,322,542	209,029
2014	1,309,542	386,072	1,695,613	152,605
2015	1,058,386	441,724	1,500,110	135,010
2016	573,696	184,048	757,744	68,197
2017	410,873	83,331	494,204	44,478
Prom. anual	1,024,829	374,143	1,398,972	125,907

Fuente: Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (cifras convertidas a dólares nominales)

X. RENTABILIDAD ECONOMICA DEL PM, TPMEF Y CNMF

A continuación se presentan los resultados de los indicadores económicos y ambientales calculados para evaluar la rentabilidad económica del Programa Moscamed (PM), el Trampeo Preventivo contra las Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) y la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF) 2009-2017.

Primero se ofrecen los resultados para los escenarios que consideraron la operación, y en su ausencia de estos programas/campaña para el conjunto de los 26 cultivos hospedantes de frutas y hortalizas hospedantes de las moscas de la fruta, producidos en el país durante 2009-2017. En segundo término, se analizan los mismos escenarios para el cultivo del mango en los estados donde se produjo. En tercer término, dichos escenarios para el cultivo de los cítricos dulces en las principales entidades federativas que los produjeron.

X.1 Escenarios con y sin la atención de los programas/campaña de moscas de la fruta en México al conjunto de cultivos hortofrutícolas hospedantes

X.1.1 Indicadores con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF

El beneficio total generado a los 26 cultivos hortofrutícolas considerados en esta evaluación, por los programas/campaña moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF) fue durante el periodo 2009-2017 de US \$38,745 millones de dólares reales (de 2017) (Figura X.1), de los cuales 78% correspondió a los beneficios directos (US \$30,188 millones) y 22% a los indirectos (US \$8,557 millones).

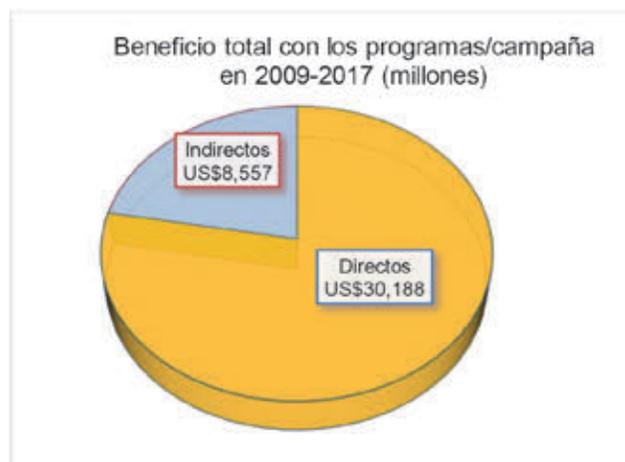


Figura X.1 Beneficio total generado por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017

Los beneficios directos se integraron en un 54% (US\$16,260) con las frutas y hortalizas exportadas y en un 46% (US\$13,928) con las que tuvieron como destino el mercado doméstico (Figura X.2). Si bien, en términos de volumen, fue mayor la proporción de productos que abasteció al mercado doméstico (78% de la producción nacional), por la conversión de los precios en pesos a dólares reales estadounidenses durante un periodo de fuerte devaluación del peso frente al dólar estadounidenses, la proporción del valor de las exportaciones dentro de los beneficios directos fue mayor (54%).

Sin embargo, de no haber operado los Programas/ Campaña PM, el TPMEF y la CNMF, no hubiera sido posible exportar dichos productos hortofrutícolas mexicanos durante el periodo 2009-2017, ni hubieran ingresado al país las correspondientes divisas por concepto de las exportaciones. Así mismo, los productores/exportadores que las realizaron, no se hubieran beneficiado de los mayores precios que les representó vender sus productos en el mercado internacional y se hubieran perdido los empleos en el campo mexicano que implicaron estas exportaciones.

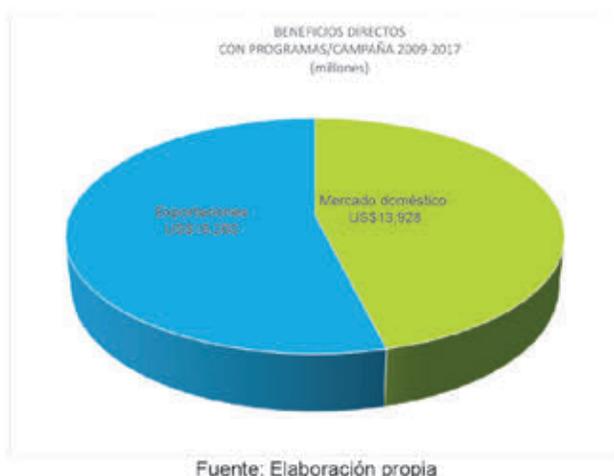


Figura X.2 Beneficios directos generados por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017

Por otro lado, si no se hubieran exportado las 36.8 millones de toneladas de los productos hortofrutícolas en 2009-2017, este volumen se hubiera destinado al mercado nacional, ocasionando exceso de oferta y con ello, caída de los precios, hasta en tanto se ajustará la producción de los mismos, sobre todo de los perennes.

Además, la producción nacional de los cultivos hortofrutícolas considerados en esta evaluación hubiera enfrentado pérdidas potenciales estimadas de 23.6 millones de toneladas, con valor de US\$551 millones, bajo el supuesto de que el PM, el TPMEF y la CNMF no hubieran operado en el país durante el periodo 2009-2017, por las infestaciones

de moscas de la fruta incluyendo a la mosca del Mediterráneo y a las moscas nativas como la mosca mexicana de la fruta *A. ludens* y la mosca de las Indias Occidentales *A. obliqua* que se hubieran presentado en ausencia de medidas de control fitosanitario (Cuadro X.1). La proporción de estas pérdidas hubiera variado dependiendo del cultivo hospedante; por ejemplo, del 1% en chayote, pepino, sandía, melón y tomate rojo, al 5% chile verde, fresa y uva y alrededor del 30% en cítricos dulces y mango y hasta el 60% en guayaba.

Cuadro X.1 Pérdidas potenciales de las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta de no haber operado el PM, TPMEF y la CNMF durante 2009-2017

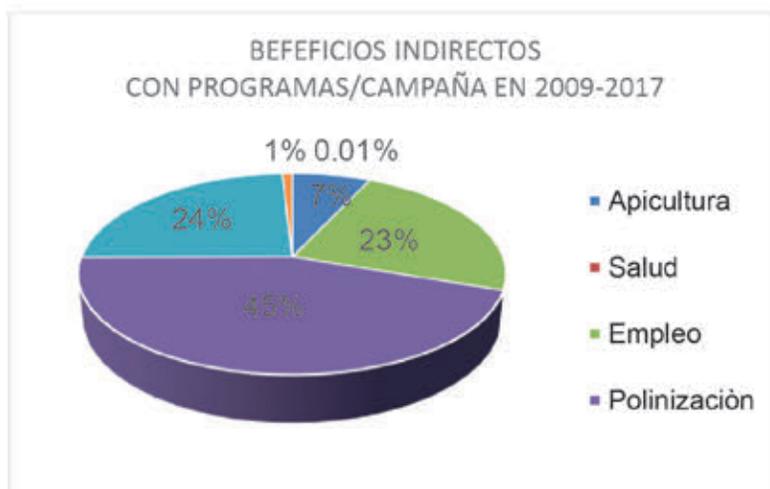
Pérdidas potenciales de los cultivos hospedantes, si no hubieran operado los programas/campaña moscas de la fruta en México en 2009/2017					
Frutas y hortalizas	En producción		Frutas y hortalizas	En producción	
	toneladas	US\$ miles reales		toneladas	US\$ miles reales
Hospedantes primarios			Hospedantes secundarios		
Café verde	630,184	66,211	Arándano	6,304	-558
Ciruela	80,358	-1,877	Chayote	15,010	1,019
Chabacano	1,163	64	Chile verde	1,160,738	-45,837
Durazno	200,925	11,949	Frutillas 1/	90,372	4,173
Guayaba	1,625,728	74,295	Fresa	170,338	1,993
Mamey	47,058	5,936	Guanábana	46,146	8,448
Mandarina	722,417	12,915	Marañón	5,816	277
Mango	2,964,330	98,064	Melón	50,864	2,755
Manzana	1,772,581	67,800	Papaya	706,902	35,657
Naranja	11,605,053	167,417	Pepino	61,903	2,161
Pera	28,092	832	Sandía	95,306	3,319
Toronja	1,139,910	27,413	Tomate rojo	245,192	11,373
Uva	153,086	-8,447			
Zapote	47,156	3,727			
Total	21,018,042	526,300	Total	2,654,690	24,781

1/ Incluye frambuesa, mora y zarzamora.
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, bajo las premisas establecidas en este estudio, los beneficios indirectos generados por los programas/campaña contra moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF) correspondieron durante 2009-2017, en un 45% al ahorro de mayor impacto en polinizadores (US\$3,819 millones), 24% al ahorro en evitar mayor eliminación de los enemigos naturales de las plagas (US\$2,073 millones), 23% al ahorro en la creación y mantenimiento de empleo (US\$1,993 millones, con promedio anual de 1,391 puestos de trabajo dentro de los propios programas/campaña y un total de 350 millones de jornales contratados en las actividades productivas de las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta), 7% al ahorro potencial en mayor daño a la apicultura (US\$594 millones), 1% de ahorro en la aplicación probable del insecticida malatión (US\$77 millones) y en 0.012% al ahorro en costo del tratamiento de probables intoxicaciones a 995 trabajadores de campo (US\$1 millón) (Figura X.3).

Sin embargo, si no hubieran operado los Programas/ Campaña PM, el TPMEF y la CNMF, durante el periodo de análisis 2009-2017, en lugar de beneficios indirectos, la actividad

productiva de las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta hubiera enfrentado varios costos indirectos (Cuadro X.2). Los costos de impacto ambiental, serían resultado de tres aspectos fundamentales: 1) que ya no habría control autocida, porque se dejarían de producir y liberar moscas estériles donde hoy operan estos programas/campaña; 2) tampoco habría control biológico, porque se dejaría de producir y liberar al parasitoide de especies nativas de *Anastrepha* y 3) el control mecánico efectuado por el PM y CNMF durante el período de análisis, dejaría de realizarse.



Fuente: Elaboración propia

Figura X.3 Beneficios indirectos generados por el PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017

Cuadro X.2 Costos indirectos sin la operación de los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017

Costos indirectos en el cultivo de los hospedantes hortofrutícolas si no hubieran operado los programas/campaña de moscas de la fruta en México de 2009 a 2017		
Costos indirectos	Cantidad	Miliones de US\$ reales
Impacto en salud de la población rural por su exposición y mal manejo de los insecticidas	14,606 personas con intoxicación neurológica	1.1
Creación y mantenimiento de empleo (jornales en actividades productivas de los hospedantes y empleos creados por los programas/campaña)	Pérdida de 204 millones de jornales más 1,391 empleos permanentes al año	3,647
Daño ambiental por uso de insecticidas convencionales (malation)	Aplicación de 20 millones de litros de malation (no se aplicaría GF-120)	106
Impacto en enemigos naturales de las moscas de la fruta	Aumento del 20% en la aplicación de insecticidas para combatir plagas secundarias	2,159
Impacto en polinización	17 millones de toneladas perdidas de frutas y hortalizas	3,848
Impacto en apicultura	Pérdida de 868 mil toneladas de miel y cera de abeja	1,026

Fuente: Elaboración propia

- El mayor de los costos hubiera correspondido a la mayor eliminación de polinizadores de las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta, US\$3,848 millones.
- Por el efecto de la pérdida de 204 millones de jornales y 1,391 posiciones promedio de trabajo al año, el costo hubiera sido de US\$3,647 millones.
- Por la mayor aplicación de malatión para controlar plagas secundarias, se habría eliminado una mayor cantidad de enemigos naturales de otras plagas, con un costo de US\$2,159 millones.
- El costo por la aplicación de los 20 millones de litros de malatión u otros insecticidas de amplio espectro, habría sido de US\$106 millones, ya que se asume que por el precio elevado del GF-120 este insecticida no se habría utilizado.
- Por la afectación a la actividad apícola (pérdida de 868 mil toneladas de miel y cera de abeja), el costo hubiera sido de US\$1,026 millones.
- El impacto en salud asociado a los 14,606 trabajadores de campo que se hubieran intoxicado neurológicamente, habría significado un costo de US\$1.1 millones.

Ante dicho escenario, los productores de las frutas y hortalizas de importancia económica, considerados en esta evaluación, habrían tenido que depender más de los insecticidas en sus actividades de manejo del cultivo, en su intento por bajar las altas densidades poblacionales de moscas de la fruta.

Por su parte, los costos directos asociados al PM, el TPMEF y a la CNMF incluyeron el gasto de operación ejercido durante el periodo 2009-2017, así como las inversiones realizadas. El gasto operativo representó el 87% de los costos directos (US\$322.45 millones), mientras que, la inversión fue el 13% restante (US\$49.16 millones) (Figura X.4).

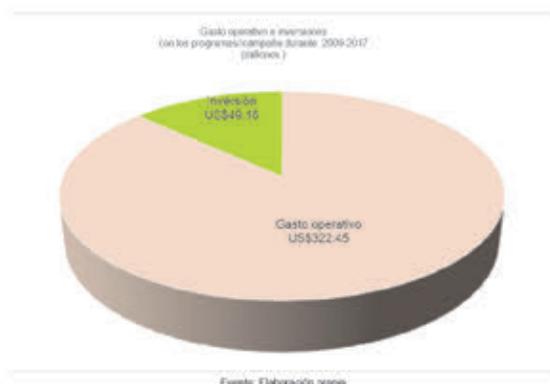


Figura X.4 Gasto operativo e inversión en millones de US\$ del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017

La inversión incluyó, entre otros, la amortización correspondiente de la planta y centro de empaque de la mosca del Mediterráneo estéril, así como de la planta Moscafrut. También, el equipo de ambas plantas productoras de mosca estéril y parasitoide, sus centros de empaque (el de Tapachula y de otros estados) y el equipo de laboratorio, transporte y cómputo (entre otros). Además de las herramientas para el trabajo de campo. En el cálculo de los indicadores económicos se tomó en cuenta solamente la parte proporcional de la vida útil de los activos adquiridos, que aún se estaban amortizando y depreciando durante el periodo de análisis.

Los flujos netos (beneficios menos costos netos) generados por el PM, el TPMEF y la CNMF fueron de US\$40,343 millones en el periodo 2009-2017 (Figura X.5), con un promedio anual de US\$4,482 millones. Sin embargo, si dichos programas/campaña no hubieran operado en esos años, el total de flujos netos habría sido negativo con -US\$4,898 millones.

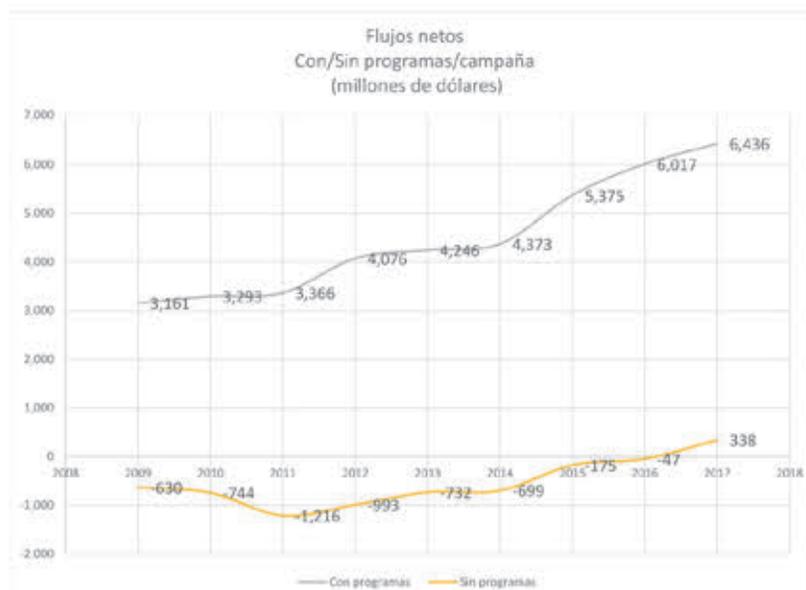


Figura X.5 Flujos netos generados por el PM, el TPMEF y la CNMF al conjunto de frutas y hortalizas durante 2009-2017

De lo anterior, deriva que la operación del PM, del TPMEF y de la CNMF fue económicamente rentable a México durante 2009-2017; mientras que, si estos programas/campaña no hubieran operado en el país en dicho periodo, la actividad productiva de las frutas y hortalizas consideradas en esta evaluación, no hubiera sido rentable.

Con base en los indicadores económicos calculados, mediante la operación del PM, TPMEF y CNMF, el B/C fue >1 (de 106 a 1), el VPN positivo (de US\$37,205 millones), la TIR de 6,434% y la inversión se logró recuperar en menos de un año (Cuadro X.3). Los valores de los indicadores reflejan que, la decisión de la DGSV-SENASICA de mantener operando estos instrumentos de política pública durante el periodo 2009-2017, fue certera desde el punto de vista económico.

Cuadro X.3 Indicadores económicos con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017

PROGRAMAS / CAMPAÑA MOSCAS DE LA FRUTA 2009- 2017	COSTOS		INDICADORES ECONOMICOS			
	Inversión	Gasto operativo	B/C	VPN	TIR	PR
	US\$ millones reales			US\$ millones reales		
En operación	49.16	322.45	106	37,205	6434%	1
Sin operación	0	0	0.45	-4,670	NA	NA

Fuente: elaboración propia.

Estos programas/ campaña generaron varios beneficios al país, entre los que destacan: el crecimiento de la actividad productiva de frutas y hortalizas, la creación de mayor empleo en el campo, mayores ingresos a los productores-exportadores mediante la venta de productos sanos y de calidad al mercado internacional y nacional, así como menor impacto negativo al ambiente.

Mediante el Manejo Integrado de Plagas (MIP) bajo el que operaron los programas/campaña moscas de la fruta, se redujeron sustancialmente las aplicaciones de insecticida a las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta, utilizando, para la atención a brotes de la plaga en el caso de zonas libres de las plagas, así como en zonas de baja prevalencia productos menos tóxicos de origen biológico como el spinosad (GF-120) o cebos selectivos con malatión. Aunque en el caso de las zonas bajo control fitosanitario (ZBCF), también se utilizó malatión. No obstante, el uso racional de los insecticidas, permitió reducir el impacto negativo sobre poblaciones de enemigos naturales de otras plagas o de las moscas de la fruta y de los polinizadores de las frutas y hortalizas consideradas, con lo cual, también se protegió a la industria apícola. Además, hubo un menor efecto en la salud de los trabajadores de campo (intoxicaciones agudas con posibles afectaciones neurológicas), debido a que la aplicación de los cebos selectivos con el insecticida convencional como malatión, fue solamente para el control de la plaga en frutales en los estados donde la CNMF no se ejecutó y en las ZBCF.

Sin embargo, si el PM, TPMEF y CNMF no hubieran operado en México en el periodo señalado, el B/C hubiera sido menor de 1 (0.45) y el VPN negativo (-US\$4,670 millones) reflejando, en gran medida: las pérdidas potenciales que se hubieran dado por la posible infestación de las moscas de la fruta; la aplicación de más insecticidas convencionales

(malatión) que hubieran ocasionado un mayor impacto ambiental, así como un incremento en los costos de producción; la baja en rendimientos y la imposibilidad de exportar los productos hortofrutícolas, con la consecuente saturación de la oferta en el mercado nacional y con ello, la eventual caída de precios al productor.

Por otro lado, la actividad productiva de las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta (seleccionadas en esta evaluación) contribuyó al Producto Interno Bruto (PIB) Agrícola con un 18% a 23%, durante el periodo 2009-2017 (Cuadro X.4), equivalente a un promedio anual del 21%.

Cuadro X.4 Contribución de las fruta y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta al PIB Agrícola

Año	Producción hortofrutícolas 1/	PIB agrícola	Valor prod. hortofrutícolas / PIB agrícola
	Valor \$ millones nominales 2/		
2009	58,741	294,662	20%
2010	66,799	331,786	20%
2011	63,742	354,657	18%
2012	75,026	410,160	18%
2013	77,516	395,508	20%
2014	84,499	417,347	20%
2015	98,021	444,138	22%
2016	112,220	513,936	22%
2017	132,831	567,233	23%
Prom. anual	85,488	416,603	21%

1/ Del conjunto de frutas y hortalizas hospedantes consideradas en esta evaluación.

2/ Son pesos como lo reporta el SIAP-SAGARPA.

Fuente: SIAP 2009-2017, Producción agrícola, cíclicos-perennes, riego y temporal. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Dicha contribución es consistente con los porcentajes del valor de la producción agrícola reportados al cierre de 2017⁴⁷, ya que más del 90% del valor de la producción lo aportaron los siguientes grupos agrícolas: frutales (26.7%), cereales (20.3%), hortalizas (18.2%), industriales (13.4%) y forrajes (12.4%); el resto fueron legumbres secas, ornamentales, oleaginosas, tubérculos, especies y semillas para siembra.

Sin embargo, la proporción de la superficie cosechada de las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta consideradas en esta evaluación solo fue del 8% en promedio, durante el periodo de análisis (Cuadro X.5), lo cual significa que el valor

⁴⁷ SIAP. 2018. Cierre Estadístico de la Producción Agrícola 2017. Resultados de la producción nacional para más de 800 productos. 31 de Mayo 2018. <https://www.gob.mx/siap/articulos/cierre-estadistico-de-la-produccion-agricola-2017?idiom=es>.

monetario que generaron estos cultivos hortofrutícolas por unidad de superficie (hectárea) fue mucho mayor, que el generado por el conjunto de productos agrícolas como cereales, industriales, los propios hortofrutícolas, forrajes, legumbres secas, ornamentales, oleaginosas, tubérculos, especies y semillas para siembra, entre otros.

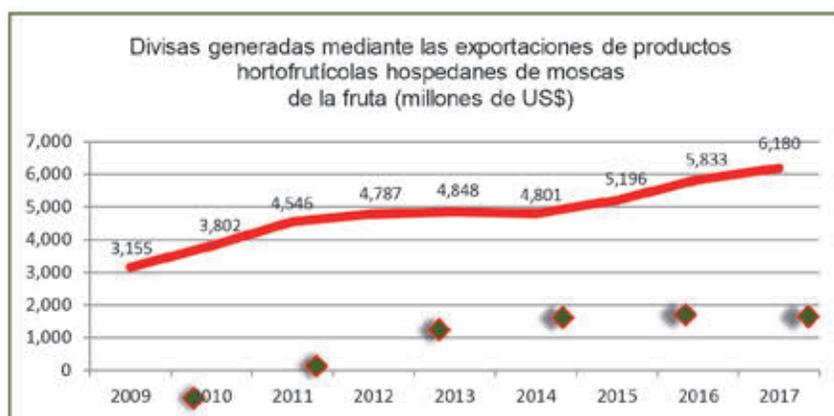
Cuadro X.5 Contribución de la superficie cosechada de las fruta y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta a la nacional de los cultivos agrícolas

Año	Superficie cosechada (hectáreas)		
	Hortofrutícolas hospedantes 1/	Agrícola nacional	Hortofrutícolas Ag. Nacional
2009	1,780,322	18,688,832	10%
2010	1,769,569	20,167,773	9%
2011	1,700,464	18,093,807	9%
2012	1,701,209	20,511,051	8%
2013	1,699,553	20,710,982	8%
2014	1,702,707	21,161,489	8%
2015	1,678,964	20,801,780	8%
2016	1,694,660	21,185,388	8%
2017	1,693,493	20,791,703	8%
Prom. anual	1,713,438	20,234,756	8%

1/ Del conjunto de frutas y hortalizas hospedantes consideradas en esta evaluación.

Fuente: SIAP 2009-2017. Producción agrícola, cíclicos-perennes, riego y temporal. <https://nube.siap.gob.mx/cierreaagricola/>

Además, gracias al PM, el TPMEF y la CNMF, las crecientes exportaciones de las frutas y hortalizas consideradas en esta evaluación, contribuyeron al ingreso de divisas al país con un monto de US\$43,147 millones durante el período 2009-2017, equivalentes a un promedio anual de US\$4,794 millones (Figura X.6).



De los hospedantes de moscas de la fruta, incluye las exportaciones de arándano azul, café verde, chabacano, chile verde, ciruela, durazno, frutillas, fresa, guayaba, marañón, mandarina, mango, manzana, melón, naranja, papaya, pepino, pera, sandía, tomate rojo, toronja y uva.

Fuente: Elaboración propia con cifras de la SE, Balanza Comercial de Mercancías de México 2003-2017 SNIIEG; FAO Statistics y Atlas Agroalimentario 2009-2018 para las cifras de 2017.

Figura X.6 Divisas ingresadas a México por las exportaciones de frutas y hortalizas

Por otro lado, de acuerdo al análisis de regresión realizado para fortalecer los resultados del modelo utilizado en la presente evaluación, se determinó que la variación total de los flujos netos (ingresos-costos) de la actividad productiva hortofrutícola se explicó en un 73% por los programas moscas de la fruta. El efecto conjunto de la operación del PM, TPMEF y la CNMF fue estadísticamente significativo en los flujos generados en el periodo 2009-2017 ($p < 0.001$).

X.2 Escenarios con y sin la atención de los programas/campaña de moscas de la fruta en México al cultivo de mango

A continuación se presentan los resultados del impacto económico y ambiental de los programas de moscas de la fruta en el cultivo de mango.

X.2.1 Indicadores con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF

Mediante la operación del PM, TPMEF y CNMF, el mango tuvo un beneficio total de US\$3,588 millones (reales de 2017) durante el periodo 2009-2017 (Figura X.7), del cual el 61% (US\$2,187 millones) correspondió a los beneficios directos y 39% (US\$1,401 millones) a los indirectos.

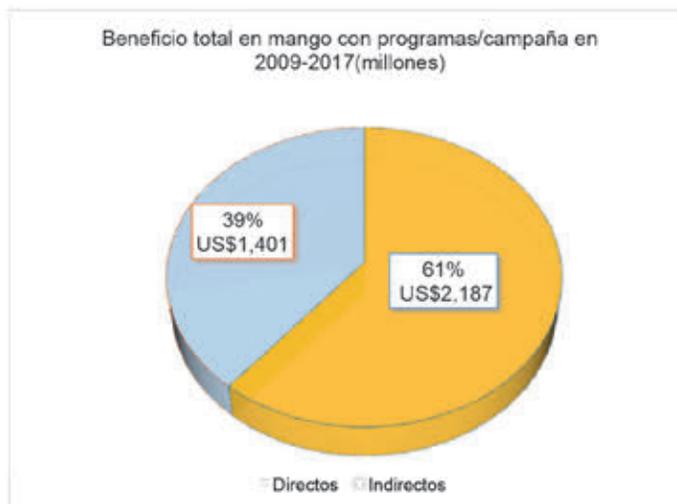


Figura X.7 Beneficio total generado al mango por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017

Según la figura X.8, el 53% de los beneficios directos correspondió a las exportaciones de mango, equivalentes a US\$1,157 millones; mientras que el 47% restante, US\$1,030 millones correspondió al fruto de mango que atendió al mercado nacional o doméstico.



Figura X.8 Beneficios directos generados al mango por el PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017

Bajo las premisas establecidas, los beneficios indirectos generados al mango por los programas moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF) durante el periodo de análisis, se integraron de la forma siguiente: un 43% con el ahorro de impacto en polinización (US\$601 millones); en 31% con el ahorro en la creación y mantenimiento de empleo (US\$435 millones), equivalentes a 48 millones de jornales ocupados por la actividad productiva del mango y 139 puestos de trabajo promedio/año creados por los propios programas/campaña; 21% con el ahorro en eliminación de los enemigos naturales de las plagas (US\$295 millones); 4% con el ahorro potencial en daño a la apicultura (US\$59.6 millones); 1% con el ahorro en la aplicación probable del insecticida malatión (US\$10 millones) y en 0.01% (US\$0.1 millones), en costo del tratamiento de probables intoxicaciones de los trabajadores de campo (Figura X.9).

Por el contrario, si no hubieran operado el PM, el TPMEF y la CNMF durante el periodo 2009-2017, en lugar de beneficios indirectos, la actividad productiva del mango hubiera enfrentado varios costos indirectos (Cuadro X.6).

- El mayor de los costos hubiera sido por la pérdida de 3 millones de toneladas de mango con valor de US\$613 millones, por la mayor eliminación de polinizadores.
- El costo por la pérdida de 25 millones de jornales ocupados por la actividad productiva del mango y los 139 empleos promedio/año de los propios programas/campaña, habría sido de US\$438 millones.
- Por la mayor aplicación de malatión para controlar plagas secundarias, se habría eliminado una mayor cantidad de enemigos naturales de las plagas, representando un costo de US\$329 millones.

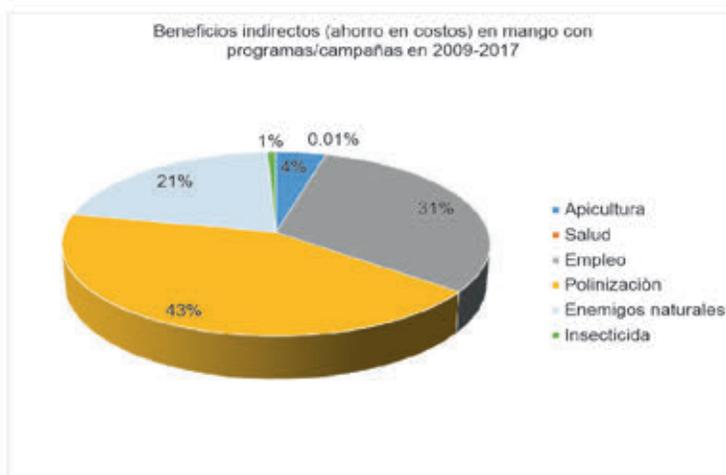


Figura X.9 Beneficios indirectos generados al mango por los programas/campaña moscas durante 2009-2017

Cuadro X.6 Costos indirectos al mango sin la operación de los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017

Costos indirectos en la actividad productiva del mango si no hubieran operado los programas/campaña de moscas de la fruta en México de 2009 a 2017		
Costos indirectos	Cantidad	Millones de US\$ reales
Impacto en salud de los trabajadores de campo por su exposición a insecticidas (malation)	1,874 personas con intoxicación neurológica	0.14
Creación y mantenimiento de empleo (jornales en actividad productiva del mango y empleos creados por los programas/campaña)	Pérdida de 25 millones de jornales más 139 empleos permanentes al año	438
Daño ambiental por uso de insecticidas convencionales (malation)	Aplicación de 2.6 millones de litros de malation (no se aplicaría spinosad ni GF-120)	13.68
Impacto en enemigos naturales de las moscas de la fruta en superficie cultivada de mango	Aumento del 20% en la aplicación de insecticidas para combatir plagas secundarias	329
Impacto en polinización	3 millones de toneladas de mango perdidas	613
Impacto en apicultura	Pérdida de 39,800 toneladas de miel y cera de abeja	103

Fuente: Elaboración propia

- El costo por la aplicación de 2.6 millones de litros de malation, equivalente a US\$13.7 millones, ya que por el precio elevado del GF-120 este insecticida no se habría utilizado.
- Por la afectación a la actividad apícola, pérdida de 39,800 toneladas de miel y cera de abeja, con un costo de US\$103 millones.

- El impacto en salud asociado a los 1,874 trabajadores de campo que se hubieran intoxicado, con un costo de US\$0.14 millones.

Por su parte, los costos directos asociados al mango por los programas/campaña moscas de la fruta (el PM, el TPMEF y a la CNMF) incluyeron, el gasto de operación ejercido durante el periodo 2009-2017 y la inversión realizada. De acuerdo a la figura X.10, el costo operativo directo de US\$228.9 millones representó el 97% del total, mientras que la inversión de US\$6.6 millones, el 3% restante.



Figura X.10 Gastos de operación e inversión asociados al mango con los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017

Este costo se explica, como se vio antes, con la proporción del costo total de la CNMF que correspondió al mango (49%) durante el periodo 2009-2017. Tomando como base el costo anual promedio de la campaña destinado a este fruto, así como su distribución por estado, a Sinaloa le correspondió la mayor proporción (el 27%) seguida, en orden de importancia, de Chiapas (19%), Nayarit (16%), Guerrero (12%) y Michoacán (10%); en menores porcentajes al resto de las entidades federativas en las que la CNMF atendió el cultivo de mango (Cuadro X.7).

Por otro lado, los flujos netos (beneficios menos costos netos) generados al mango por el PM, el TPMEF y la CNMF fueron de US\$3,533 millones en el periodo 2009-2017, con un promedio anual de US\$393 millones. Sin embargo, si dichos programas/campaña no hubieran operado en el periodo, el total de flujos netos habría sido negativo (-US\$1,069 millones) (Figura X.11)

Cuadro X.7 Costo atribuido al mango por la CNMF durante 2009-2017

Costo de la CNMF para mango por entidad federativa atendida (US\$)											
Estado	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio anual	
										Costo	Estado total 1/
Chiapas	826,112	1,163,776	1,097,543	1,017,121	1,225,743	1,179,448	988,065	1,049,793	1,052,965	1,066,729	19%
Colima	91,290	258,606	160,900	149,479	159,001	161,128	135,154	119,587	114,911	150,006	3%
Guerrero	670,935	796,054	683,624	638,624	740,875	707,069	595,723	527,630	596,985	661,969	12%
Jalisco	265,495	277,578	324,397	300,529	352,399	335,468	282,005	240,264	188,341	285,164	5%
Michoacán	587,123	697,654	597,031	554,019	630,362	595,584	480,423	427,805	543,905	568,212	10%
Nayarit	1,206,255	626,718	804,499	891,979	1,018,043	970,603	807,056	770,841	785,112	875,678	16%
Oaxaca	170,392	300,902	321,800	300,529	350,762	336,693	280,322	366,805	337,621	307,314	6%
Sinaloa	1,061,881	989,669	1,448,098	1,368,590	1,625,813	1,722,759	1,554,423	2,107,199	1,591,729	1,498,907	27%
Otros	115,333	63,498	62,509	64,545	89,933	59,899	22,522	61,299	58,206	64,194	1%
Total	5,014,814	5,174,456	5,500,600	5,285,416	6,172,931	6,068,652	5,145,694	5,671,223	5,269,775	5,478,173	100%

1/ Se refiere a lo que representó el costo promedio de cada estado en el costo total promedio de la CNMF dedicado al mango.

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia las cifras de superficie atendida por la campaña a nivel estado, reportadas en los Programas de Trabajo de la CNMF de 2009 a 2017.

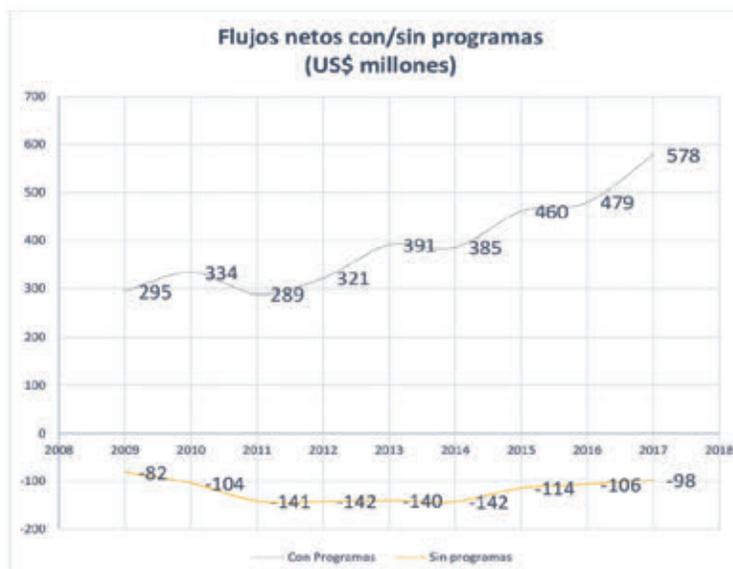


Figura X.11 Flujos netos generados por los programas/campaña moscas de la fruta al mango durante 2009-2017

De acuerdo a los indicadores económico-ambientales, la operación del PM, TPMEF y CNMF fue económicamente rentable al cultivo de mango durante 2009-2017; mientras que, si estos programas/campaña no hubieran operado en México en dicho periodo, la actividad productiva del fruto, no hubiera sido rentable.

Según el Cuadro X.8, mediante la operación del PM, TPMEF y CNMF, los indicadores para el mango fueron: $B/C=15$, $VPN=US\$3,262$ millones, $TIR=4486\%$ y $TR<1$ (la inversión se recuperó en menos de un año). Estos valores reflejan que, la decisión de la DGSV-SENASICA de mantener operando estos instrumentos de política pública durante el periodo 2009-2017, en la actividad productiva del mango, fue certera, desde el punto de vista económico.

Cuadro X.8 Indicadores económicos para el mango con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017

PROGRAMAS / CAMPAÑA MOSCAS DE LA FRUTA 2009- 2017	COSTOS		INDICADORES ECONOMICOS			
	Inversión	Gasto operativo	B/C	VPN	TIR	PR
	US\$ millones reales			US\$ millones reales		
En operación	6.6	228.88	15	3,262	4486%	1
Sin operación	0	0	0.28	-994	NA	NA

Fuente: elaboración propia.

De estos valores deriva que los programas/campaña moscas de la fruta generaron varios beneficios al cultivo de mango del país, entre los que destacan los siguientes: el crecimiento de la actividad productiva del fruto, la creación de mayor empleo en el campo, mayores ingresos a los productores-exportadores mediante la venta de mango de calidad al mercado internacional y nacional, así como un menor impacto negativo al ambiente.

Sin embargo, si el PM, TPMEF y CNMF no hubieran operado en México en el periodo señalado, el B/C hubiera sido menor de 1 (0.28) y el VPN negativo (-US\$994) reflejando, en gran medida; las pérdidas potenciales que se hubieran dado por la posible infestación de las moscas de la fruta al cultivo del mango; la aplicación de más insecticidas convencionales (malatión) que hubiera ocasionado un mayor impacto ambiental, así como incrementos en los costos de producción; la baja en rendimientos; y la imposibilidad de exportar mango, con la consecuente saturación de la oferta en el mercado nacional y mediante todo esto, la eventual caída de los precios al productor.

Además, gracias al PM, el TPMEF y la CNMF, a través de las exportaciones de mango ingresaron al país US\$2,321 millones de divisas durante el periodo 2009-2017, equivalentes a un promedio anual de US\$258 millones (Figura X.12).

Por otro lado, de acuerdo al análisis de regresión, también realizado específicamente para el mango, se fortalecieron los resultados de los indicadores arriba mencionados. La variación total de los flujos netos (ingresos-costos) de la actividad productiva de este fruto se explicó en un 96% por los programas moscas de la fruta, siendo estadísticamente significativo el efecto conjunto de la operación del PM, el TPMEF y la CNMF.



Fuente: Elaboración propia con datos del valor de las exportaciones, de la Secretaría de Economía, Balanza Comercial de Mercancías de México 2003-2017 SNIEG; FAO Statistics y Atlas Agroalimentario 2009-2018 para las cifras de 2017.

Figura X.12 Divisas generadas por las exportaciones de mango durante 2009-2017

X.3 Escenarios con y sin la atención de los programas/campaña de moscas de la fruta en México al cultivo de cítricos dulces

A partir de aquí, se presentan los resultados del impacto económico y ambiental de los programas/ campaña de moscas de la fruta en el cultivo de cítricos dulces (mandarina, naranja y toronja).

X.3.1 Indicadores con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF

A través de la operación de los programas/campaña moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF), los cítricos dulces tuvieron un beneficio total de US\$3,993 millones (reales de 2017), durante el periodo 2009-2017 (Figura X.13), del cual el 54% (US\$2,157 millones) correspondió a los beneficios directos y 46% (US\$1,836 millones) a los indirectos.

De acuerdo a la Figura X.14, de los beneficios directos solo el 5% correspondió a las exportaciones de cítricos dulces en fresco (naranja, mandarina y toronja), equivalentes a US\$98 millones; mientras que, el 95% correspondió a los cítricos dulces que abastecieron el mercado doméstico o nacional, equivalente a US\$2,059 millones, tanto para su consumo directo como fruta fresca, como para el proceso industrial (principalmente la jugüera).



Figura X.13 Beneficio total generado al cultivo de cítricos dulces por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017



Figura X.14 Beneficios directos generados a cítricos dulces por los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017

Bajo las premisas establecidas en el estudio, los beneficios indirectos generados a los cítricos dulces, el PM, TPMEF y CNMF durante el periodo de análisis, se integraron de la forma siguiente: en un 49% con el ahorro de impacto en polinización (US\$904 millones); en 26% con la disminución del impacto negativo sobre poblaciones de los enemigos naturales de las plagas (US\$472 millones); 17% con el ahorro en la creación y mantenimiento de empleo (US\$319 millones), equivalentes a 88 millones de jornales ocupados por la actividad productiva de estos cítricos y 282 puestos de trabajo promedio/año, creados por los propios programas/campaña; 7% con el ahorro en daño potencial a la apicultura (US\$120 millones); 1% con el ahorro en la aplicación probable del

insecticida malatión (US\$20 millones); y 0.02% (US\$0.28 millones), con el ahorro en costo del tratamiento de probables intoxicaciones de los trabajadores de campo (Figura X.15).

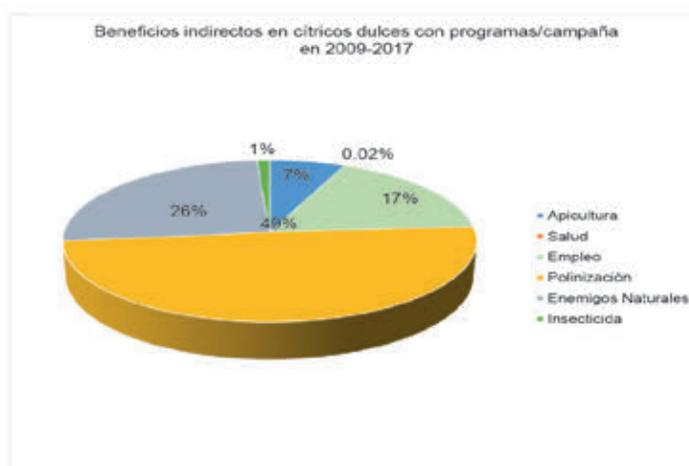


Figura X.15 Beneficios indirectos generados a los cítricos dulces por los programas/campaña moscas durante 2009-2017

Por el contrario, si no hubieran operado el PM, el TPMEF y la CNMF durante el periodo 2009-2017, en lugar de beneficios indirectos, la actividad productiva de estos cítricos dulces (naranja, mandarina y toronja) hubiera enfrentado varios costos indirectos (Cuadro X.9) como los siguientes:

Cuadro X.9 Costos indirectos al cultivo de cítricos dulces sin la operación de los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017

Costos indirectos en la actividad productiva de cítricos dulces si no hubieran operado los programas/campaña de moscas de la fruta en México de 2009 a 2017		
Costos indirectos	Cantidad	Millones de US\$ reales
Impacto en salud de los trabajadores de campo por su exposición a insecticidas (malatión)	3,793 personas con intoxicación neurológica	0.28
Creación y mantenimiento de empleo (jornales en actividad productiva citrícola y empleos creados por los programas/campaña)	Pérdida de 80 millones de jornales más 282 empleos permanentes al año	697
Daño ambiental por uso de insecticidas convencionales (malatión)	Aplicación de 5.2 millones de litros de malatión (no se aplicaría spinosad ni GF-120)	27.56
Impacto en enemigos naturales de las moscas de la fruta en superficie cultivada de cítricos dulces	Aumento del 20% en la aplicación de insecticidas para combatir plagas secundarias	495
Impacto en polinización	9 millones de toneladas perdidas de cítricos dulces	912
Impacto en apicultura	Pérdida de 80,800 toneladas de miel y cera de abeja	208

Fuente: Elaboración propia

- El mayor de los costos indirectos hubiera sido por la pérdida de 9 millones de toneladas de cítricos dulces con valor de US\$912 millones, por la mayor eliminación de polinizadores.
- El costo por la pérdida de 80 millones de jornales ocupados por la actividad productiva cítrica y los 282 empleos promedio/año de los propios programas/campaña, habría sido de US\$697 millones.
- Por la mayor aplicación de malatión para controlar plagas secundarias, se habría eliminado una mayor cantidad de enemigos naturales de otras plagas de los frutales considerados, con un costo de US\$495 millones.
- El costo de US\$27.6 por la aplicación de 5.2 millones de litros de malatión, ya que por el precio elevado del GF-120, este insecticida no se habría utilizado.
- Por la afectación a la actividad apícola, pérdida de casi 81 mil toneladas de miel y cera de abeja, con un costo de US\$208 millones.
- El impacto en salud asociado a los 3,793 trabajadores de campo que se intoxicarían, con un costo de US\$0.28 millones.

Los costos directos asociados a cítricos dulces por el PM, el TPMEF y la CNMF incluyeron, el gasto de operación ejercido durante el periodo 2009-2017 y la inversión realizada. Según la Figura X.16, el costo operativo directo de US\$214 millones representó el 94% del costo total, mientras que la inversión de US\$13 millones, el 6% restante.



Figura X.16 Gastos de operación e inversión asociados a los cítricos dulces con los programas/campaña moscas de la fruta durante 2009-2017

Este costo se explica, en gran medida, con el 29% del costo total de la CNMF que correspondió a los cítricos dulces durante el periodo 2009-2017. Tomando como base el

costo anual promedio de la campaña destinado a estos frutos, a naranja correspondió el 87% (US\$2,804,995), a mandarina 7% (US\$229,851) y a toronja el 6% (US\$206,838) restante (Cuadro X.10).

Así mismo y según la distribución del costo de la CNMF para cada especie de cítrico por estado, los mayores costos de mandarina correspondieron a Nuevo León y San Luis Potosí con el 45% y 23% del total, respectivamente; mientras que, del costo total de naranja, el 85% fue para cuatro estados como SLP (33%), Nuevo León (27%), Sonora (13%) y Tamaulipas (12). Del costo total de toronja, el 83% se ubicó en tres estados; 42% en Michoacán, 25% en Nuevo León y 16% en Sonora; el restante 17% en otras entidades federativas atendidas por la CNMF.

Cuadro X.10 Costo atribuido a los cítricos dulces por la CNMF durante 2009-2017

Costo de la CNMF para los cítricos dulces por entidad federativa atendida (US\$)											
Estado	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio anual	
										Costo	Estado/total 2/
Nuevo León	107,952	126,275	109,774	101,885	115,902	109,508	88,334	78,659	100,373	104,516	45%
San Luis Potosí	93,429	56,791	63,572	44,544	72,350	64,583	43,702	45,215	0	53,798	23%
Sonora	4,175	11,875	10,304	10,488	11,385	12,845	13,694	11,872	19,363	11,778	5%
Tamaulipas	0	0	0	0	0	87,889	73,230	92,514	24,515	30,883	13%
Veracruz	13,601	11,280	12,187	13,089	14,437	12,393	10,056	10,602	11,786	12,181	5%
Otros	0	1,655	16,814	19,598	22,997	22,074	18,305	27,183	21,622	16,894	7%
Mandarina	219,157	209,876	212,650	189,583	237,071	309,092	247,321	266,245	177,660	229,851	100%
Nuevo León	776,436	922,606	789,539	732,658	833,617	787,626	635,332	565,748	718,641	751,356	27%
San Luis Potosí	871,979	1,056,960	1,183,160	795,931	1,197,406	1,058,598	723,087	747,878	772,035	913,004	33%
Sonora	547,471	412,825	345,755	313,925	345,551	354,096	340,396	292,750	245,930	355,411	13%
Tamaulipas	0	0	0	0	0	737,620	615,994	778,187	953,750	342,839	12%
Veracruz	269,959	223,881	241,876	259,778	286,883	246,237	199,803	214,634	234,194	241,916	9%
Otros	152,471	76,362	135,743	147,750	166,546	378,193	173,356	315,954	257,850	200,469	7%
Naranja	2,418,316	2,692,635	2,696,073	2,250,042	2,830,004	3,572,370	2,687,968	2,915,150	3,182,400	2,804,995	100%
Michoacán	90,038	106,088	91,558	84,061	96,660	91,336	77,730	65,608	83,410	87,588	42%
Nuevo León	53,508	63,581	54,411	50,491	57,449	54,279	43,784	38,988	49,843	51,815	25%
San Luis Potosí	46,330	216	241	161	251	225	152	155	0	5,304	3%
Sonora	40,275	29,516	28,474	33,623	37,025	41,063	35,376	26,335	32,060	33,754	16%
Tamaulipas	0	0	0	0	0	34,818	29,077	36,728	58,418	17,671	9%
Veracruz	12,123	9,981	10,676	11,467	12,649	10,857	8,809	9,463	10,326	10,706	5%
Otros 1/	nd	na									
Toronja	242,274	210,282	185,360	160,703	204,043	232,598	194,928	177,276	234,078	206,838	100%
Total cítricos dulces	2,879,747	3,112,792	3,094,084	2,620,328	3,271,118	4,114,060	3,130,217	3,358,671	3,594,138	3,241,684	

1/ nd: no disponible, y na: no aplica

2/ Se refiere a lo que correspondió el costo promedio anual de cada especie a nivel estado, en el costo total promedio de la CNMF dedicado a estos cultivos. El costo de la naranja representó el 87% del costo total de los cítricos dulces, el de mandarina 7% y el de toronja 6%.

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia las cifras de superficie atendida por la campaña a nivel estado, reportadas en los Programas de Trabajo de la CNMF de 2009 a 2017.

En cuanto a los flujos netos generados a los cítricos dulces por el PM, el TPMEF y la CNMF durante 2009-2017, el monto fue de US\$3,991 millones, con un promedio anual de US\$443 millones. Sin embargo, si dichos programas/campaña no hubieran operado en el periodo, el total de flujos netos habría sido negativo con -US\$1,439 millones (Figura X.17).

Por otro lado, con base en los valores de los indicadores económico-ambientales, la operación de los programas/campaña moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF) en México fue económicamente rentable al cultivo de cítricos dulces durante 2009-2017. Por el contrario, de no haber operado en dicho periodo el Programa Moscamed, el Trampeo

Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta y la Campaña Nacional de Moscas de la Fruta, la actividad productiva de los cítricos dulces no hubiera sido rentable.



Figura X.17 Flujos netos generados por los programas/campaña moscas de la fruta a los cítricos dulces durante 2009-2017

Mediante la operación del PM, el TPMEF y la CNMF, los indicadores para el conjunto de cítricos dulces (mandarina, naranja y toronja) fueron: B/C=18, VPN=US\$3,702 millones, TIR=2,443% y PR<1 (punto de equilibrio) (Cuadro X.11). Estos valores reflejan que, la decisión de la DGSV-SENASICA de mantener operando dichos instrumentos de política pública durante el periodo 2009-2017 en la actividad productiva de cítricos dulces, fue acertada, desde el punto de vista económico.

Cuadro X.11 Indicadores económicos para los cítricos dulces con y sin la operación del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017

PROGRAMAS / CAMPAÑA MOSCAS DE LA FRUTA 2009- 2017	COSTOS		INDICADORES ECONOMICOS PARA CITRICOS DULCES			
	Inversión	Gasto operativo	B/C	VPN	TIR	PR
	US\$ millones reales			US\$ millones reales		
En operación	13	213.66	18	3,702	2443%	1
Sin operación	0	0	0.26	-1,345	NA	NA

Fuente: elaboración propia.

Si bien el total de divisas generadas por las exportaciones de los cítricos dulces en fresco, de US\$236.5 millones durante 2009-2017, no fueron muy representativas comparadas al

monto de las de mango, destaca el comportamiento de su tendencia creciente a partir de 2013 (Figura X.18).



Fuente: Elaboración propia con cifras de la SE, Balanza Comercial de Mercancías de México 2003-2017
 SNIEG; FAO Statistics y Atlas Agroalimentario 2009-2018 para las cifras de 2017.

Figura X.18 Divisas generadas por las exportaciones de cítricos dulces durante 2009-2017

De acuerdo al análisis de regresión realizado para los cítricos dulces, el 97.5% de la variación total de los flujos netos (ingresos-costos) de esta actividad productiva, se explicó por la operación del conjunto de programas/ campaña moscas de la fruta (PM, TPMEF y CNMF).

Finalmente, es importante mencionar que, de acuerdo a las cifras reportadas en estos resultados, los indicadores económicos se mantienen positivos, aún y sin incluir los beneficios indirectos en el cómputo.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

XI.1 Conclusiones

En este trabajo se evaluó el impacto económico y ambiental del Programa Moscamed (PM), del Trampeo Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (TPMEF) y de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF), durante el periodo 2009-2017. Dicho análisis utilizó el modelo de la FAO/IAEA (2007), Cost Benefit Analysis Model: a tool for Area-Wide Fruit Fly Management, adecuado por Salcedo *et al.* (2009 y 2010), con información capturada mediante encuestas a actores clave y con datos históricos observados.

En esta sección, se mencionan los aspectos técnicos y de costos asociados al PM, la CNMF y el TPMEF. Posteriormente, se concluye sobre los impactos económicos y ambientales de estos programas.

A continuación se mencionan los aspectos técnicos y de costos desagregados por programas/campaña, para el conjunto de las frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta (incluyendo al mango y a los cítricos dulces) durante 2009-2017.

Respecto al Programa Moscamed

- El incremento en el número de entradas transitorias de la plaga en los últimos dos años, se atribuye, principalmente, a una disminución en la aportaciones de recursos financieros por parte de los países cooperantes, a la devaluación significativa del peso mexicano frente al US dólar, a factores climáticos asociados a las condiciones macroecológicas del fenómeno del Niño y Oscilación del Sur (ENOS) que favorecen el incremento poblacional de la plaga, y al incremento en el número de personas migrantes que se desplazan desde Centroamérica a los EUA, a través de territorio mexicano.
- México continúa como nación libre de la mosca del Mediterráneo, con ratificación formal en 2018.
- México mantuvo acciones fitosanitarias dentro del PRM, para afrontar la presión que representa la presencia de la plaga en territorio guatemalteco, lo que permitió contener el frente de infestación en ese país en áreas cercanas a la frontera con Chiapas.
- Dentro de la estrategia MIP en áreas amplias, se realizaron actividades de detección y manejo. Las primeras actividades incluyeron el trampeo masivo y muestreo de frutas

y hortalizas hospedantes; mientras que las segundas, incluyeron la liberación de moscas estériles, control mecánico, control químico y control legal.

- Mediante la red de 17,900 trampas se detectaron oportunamente incursiones transitorias de la mosca del Mediterráneo en territorio chiapaneco, lo que permitió tomar acciones inmediatas para evitar el establecimiento de la plaga en el sur del país.
- En la planta de cría masiva y esterilización de mosca del Mediterráneo en Metapa de Domínguez, Chiapas, durante el periodo de evaluación, se produjeron 223,791 millones de moscas estériles (pupas) que fueron liberadas en su mayoría en bloques ubicados en Guatemala, como parte de la barrera de contención de la plaga.
- Durante el periodo de análisis, se presentaron 934 entradas transitorias de plaga, las cuales fueron erradicados oportunamente. En 2009, 2016 y 2017 hubo más de 200 por año, mientras que en los años restantes (2010 a 2015), menos de 100 eventos, en promedio por año.
- Para erradicar los eventos plaga, se atendieron 190,314 hectáreas con el producto orgánico GF-120. Se instalaron 176,847 estaciones cebo; se colectaron y destruyeron 298 toneladas de productos hortofrutícolas hospedantes; se liberaron alrededor de 181,347 millones de moscas estériles; y se inspeccionaron más de 2.68 millones de vehículos en los puntos de inspección fitosanitaria, a los que se les retuvieron y destruyeron más de 21 toneladas de frutos.
- Las actividades de detección representaron el 31% del gasto ejercido (26% trapeo, 4% identificación y 1% muestreo de frutos); mientras que el control autocida el 67% (49% la producción de la mosca estéril y 18% su liberación en campo), y la ejecución del plan de emergencia, cerca del 2% (control químico y mecánico).

Sobre la CNMF

- Se mantuvo una red de trapeo instalada en las diferentes zonas fitosanitarias en los 26 estados donde operó la CNMF, con promedios anuales durante el período, de 7,926 trampas en Zona Libre (ZL), 9,366 en ZBP y 8,807 en ZBCF.
- En los últimos 9 años, disminuyó la superficie tratada con malatión, gracias al uso de las estaciones cebo implementadas a partir del 2012.
- La superficie tratada con cebo selectivo (malatión CE y UBV) se redujo por área fitosanitaria, en 237,474 hectáreas en ZBP y en 393,317 ha en ZBCF.

- Dentro del control mecánico, se destruyó un promedio anual de 2.6 toneladas de fruta en ZBP y 2.8 ton en ZBCF.
- Para el control autocida (TIE), la planta Moscafrut logró desarrollar la cepa de *A. ludens* sexada genéticamente (Tapachula-7), la cual permitió en etapa de pupa separar los insectos de acuerdo a su sexo, permitiendo enviar únicamente machos a los centros de empaque para posterior liberación en las entidades federativas. Los machos estériles cuando se liberan en ausencia de hembras estériles, incrementan su eficiencia en inducción de esterilidad a las poblaciones silvestres de *A. ludens*.
- Dentro del control biológico, se liberó el parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*. En ZBP de estados como Guerrero, Michoacán y Zacatecas, se liberaron promedios anuales de 411 millones; mientras en ZBCF de Chiapas, Michoacán y Oaxaca, fueron promedios anuales de 201 millones.
- Las estrategias de control autocida, biológico y mecánico, son bio-rationales; selectivos y amigables con el medio ambiente, porque no afectan a la fauna benéfica de los sistemas naturales y los agro-ecosistemas. Su impacto se reflejó en la reducción de niveles poblacionales (>60% durante el periodo) de las moscas nativas del género *Anastrepha*.
- Se logró incrementar la superficie de Zona Libre (ZL) de moscas de la fruta de 978,093 km² en 2009, a 1,005,678 km² en 2017; la de ZBP disminuyó porque ciertas áreas cambiaron su estatus fitosanitario a ZL durante el periodo.
- La mayor superficie de ZL, contribuyó a incrementar los rendimientos de los frutales por hectárea, su producción y de manera directa, sus exportaciones. En 2017 se exportaron 424,072 toneladas de mango, 164,007 de papaya y 98,576 de naranja y toronja, entre otros. Si bien las exportaciones de guayaba fueron mucho menores en dicho año (12,340 ton), destaca su tendencia creciente en el periodo.
- La campaña benefició, en promedio anual, a 133,652 productores de frutales, los cuales, en su mayoría estuvieron organizados y categorizados como productores grandes y medianos.
- La mayoría de cifras mencionadas en los puntos anteriores fueron ratificadas por los productores y coordinadores de la campaña, entrevistados para este estudio.

- Del costo de las actividades fitosanitarias efectuadas en 26 estados del país, el 52% correspondió al control autocida (42% a la producción de insectos y 10% a su liberación). En las zonas donde los niveles de moscas nativas no permitieron la TIE, las actividades fueron de control químico (21% del costo total), 16% trampeo, 5% control mecánico, 4% identificación y 1% control biológico.

En cuanto al TPMEF

- Mediante este sistema de trampeo preventivo, se redujeron los riesgos de establecimiento y dispersión de moscas exóticas de la fruta de importancia cuarentenaria de los géneros *Ceratitis*, *Bactrocera*, *Anastrepha* y *Rhagoletis* en territorio nacional.
- A través de este trampeo no se registraron detecciones de moscas exóticas en el periodo, manteniendo a México como país libre de estas plagas.
- El total de trampas instaladas fue de 132,747 a nivel nacional, con promedio anual de 14,750; aunque hubo una reducción de 7,000 entre los años 2011-2017, lo que pudo impactar la eficiencia de esta red.
- El 72% del costo promedio del trampeo se destinó a la captura de *C. capitata*, considerando los graves daños que puede ocasionar esta plaga en más de 260 hospedantes hortofrutícolas de importancia económica para México.
- Entre los hospedantes potenciales de las moscas exóticas destaca el aguacate, mango, guayaba, café cereza, uva, fresa, zarzamora, arándano, frambuesa, cítricos, durazno, manzano, plátano, melón, sandía, pepino, calabaza, tomate, jitomate y carambola. Por ello, la presencia de cualquiera de estas moscas en territorio mexicano limitaría las exportaciones de dichas frutas y hortalizas.
- Al no haber eventos de plaga (moscas exóticas) fuera del territorio manejado por el PM, el 91% del costo fue en trampeo y el 9% administrativo y de capacitación.
- El número de productores de frutas y hortalizas beneficiados con este trampeo aumentó en el periodo un 23%, siendo de 1.1 millones de productores en promedio anual.

El costo del manejo fitosanitario del conjunto de programas/campaña contra moscas de la fruta que fue de US\$317.76 millones durante 2009-2017; de esta cantidad, el 58% correspondió al PM, 36% a la CNMF y el 6% al TPMEF.

El Programa Moscamed es el pilar principal de los esfuerzos que el Gobierno Federal de México realiza contra las moscas de la fruta exóticas y endémicas en el país. El mantener a México libre de la mosca del Mediterráneo, mediante la operación del PM, permite y justifica la implementación de la CNMF contra las moscas de la fruta endémicas y el TPMEF. No podría justificarse la inversión que hace el gobierno federal en la CNMF, si la mosca del Mediterráneo llegara a establecerse en el país.

A continuación se presentan las conclusiones de impacto económico-ambiental. Primero, para el conjunto de frutas y hortalizas hospedantes de las moscas de la fruta de importancia económica en México, bajo los dos escenarios considerados en esta evaluación. Posteriormente, también se concluye a mayor detalle sobre los cultivos de mango y cítricos dulces (naranja, mandarina y toronja). Los escenarios considerados fueron: “en presencia del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017” y “sin la operación de los programas/campaña contra moscas de la fruta en 2009-2017”.

Para el conjunto de 26 cultivos de frutas y hortalizas hospedantes

En presencia del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017

En conjunto, el PM, el TPMEF y la CNMF hicieron posible las crecientes exportaciones de frutas y hortalizas mexicanas, contribuyendo con ello, a las divisas correspondientes que ingresaron a México durante el periodo de análisis, así como a la creación y mantenimiento de empleo en el campo. Mediante estos hospedantes de las plagas mencionadas (moscas exóticas y nativas del género *Anastrepha*), las exportaciones aumentaron de 3,240 toneladas en 2009, a 5,038 ton. en 2017.

- Del beneficio total de 38,745 millones de dólares reales, 78% correspondió a los directos (US\$30,188 millones) y 22% a los indirectos (US\$8,557 millones).
- Los beneficios directos calculados en un 54%, incluyeron al valor de los productos hortofrutícolas exportados (US\$16,260) y en 46% al de las frutas y hortalizas que abastecieron el mercado doméstico (US\$13,928). Esto debido a la conversión de los precios en pesos a dólares reales estadounidenses (para lo que fue al mercado nacional) durante un periodo de fuerte devaluación del peso frente al dólar.
- En términos de volumen, de las 21.73 millones de toneladas cosechadas de las 26 frutas y hortalizas, 16.69 millones de ton. abastecieron el mercado doméstico (consumo en fresco y agroindustria) y 5.04 millones de ton. al internacional (exportaciones).

- Bajo las premisas establecidas, los beneficios indirectos generados por el PM, TPMEF y CNMF se distribuyeron de la siguiente manera: 45% (US\$3,819 millones) se atribuyó al ahorro potencial generado por un menor impacto negativo a la polinización de los hortofrutícolas; 24% (US\$2,073 millones) al ahorro potencial generado por una mayor protección de los enemigos naturales de las moscas de la fruta y de plagas secundarias como escamas, trips y áfidos; 23% (US\$1,993 millones) al ahorro potencial por mantener y crear empleo; 7% (US\$594 millones) al ahorro potencial por menor daño a la industria apícola; 1.01% al ahorro potencial en la aplicación del insecticida malatión y en el costo del tratamiento de probables intoxicaciones a 995 trabajadores de campo (US\$78 millones). Esos beneficios fueron posibles en las Zonas Libres (ZL) al evitar el uso de insecticidas organofosforados de amplio espectro y en las Zonas de Baja Prevalencia (ZBP) al reducir sustancialmente su utilización.
- Aunque a través de la CNMF se estuvo utilizando el insecticida organofosforado malatión en Zonas Bajo Control Fitosanitario (ZBCF), que mediante su uso racional, puede asumirse que los beneficios indirectos arriba mencionados contribuyeron también en esta zona a un menor impacto ambiental y a evitar mayores intoxicaciones agudas en los trabajadores de campo.
- El conjunto de tres instrumentos de política pública (PM, TPMEF y CNMF) propició la creación y mantenimiento de 350 millones de jornales en las actividades productivas hortofrutícolas de los hospedantes; además de 1,391 puestos de trabajo en promedio al año dentro de los propios programas/campaña. Aunque para las actividades productivas hortofrutícolas la contratación de jornales y para los programas/campaña de empleados reflejó un costo, en esta evaluación y partiendo de las premisas del modelo utilizado, corresponden a un beneficio indirecto. Esto, porque la creación y mantenimiento de empleo generó “capacidad de compra” a los millones de trabajadores del campo y al personal de dichos instrumentos de política pública. El PM empleó el 46%, la CNMF el 44%, el TPMEF 6% y el personal técnico-administrativo que manejó y supervisó su ejecución, el 4% restante.
- El costo total directo de los tres instrumentos de política pública (PM, TPMEF y CNMF) incluyó US\$322.45 millones de gasto operativo y US\$49.16 millones de inversión. En el cálculo de los indicadores económicos se consideró, únicamente, la parte proporcional de la vida útil de los distintos activos adquiridos, que aún se estaban amortizando y depreciando durante el periodo de análisis.
- Los flujos netos (beneficios menos costos netos) que trajeron consigo el PM, el TPMEF y la CNMF durante el periodo, fueron de US\$40,343 millones.

Sin la operación de los programas/campaña contra moscas de la fruta en 2009-2017

- Los productores que realizaron exportaciones en 2009-2017, bajo este escenario no se hubieran beneficiado de los mayores precios del mercado internacional, y se hubieran perdido los empleos en el campo mexicano que implicaron las mismas.
- Al no exportarse las 36.8 millones de toneladas de los productos hortofrutícolas, dicho volumen se hubiera destinado al mercado nacional, ocasionando exceso de oferta, y con ello caída de los precios, hasta en tanto se ajustara la producción de los mismos (de los perennes, en particular).
- La producción nacional de los 26 cultivos hortofrutícolas hubiera enfrentado pérdidas potenciales de 23.6 millones de toneladas, equivalentes a US\$551 millones, por las infestaciones de las moscas de la fruta ante la ausencia de medidas de control fitosanitario. Las pérdidas habrían variado por cultivo hospedante, del 1% (chayote, pepino, sandía, melón, y tomate rojo), al 5% (chile verde, fresa y uva), 30% (cítricos dulces y mango) y hasta el 60% (guayaba).
- En ausencia del PM, el TPMEF y la CNMF, la actividad productiva de las frutas y hortalizas hospedantes habría enfrentado los costos indirectos siguientes: US\$3,848 millones por la mayor eliminación de polinizadores de las frutas y hortalizas hospedantes; US\$3,647 millones por la pérdida de empleos en el campo y mediante los programas/campaña (204 millones de jornales y 1,391 puestos de trabajo); US\$2,159 millones por eliminar una mayor cantidad de enemigos naturales de las moscas de la fruta y de otras plagas secundarias como escamas, trips y áfidos; US\$1,026 millones por la afectación a la actividad apícola (868 mil toneladas perdidas de miel y cera de abeja) y US\$1.1 millones por el impacto en salud relacionado con los 14,606 trabajadores de campo que se hubieran intoxicado neurológicamente.
- Los costos indirectos y particularmente de impacto ambiental, serían resultado de los 20 millones de litros de insecticidas de amplio espectro, que se asume aplicarían los productores para controlar la infestación de moscas de la fruta. Se considera qué por su elevado costo, no utilizarían el GF-120.
- Los costos de impacto ambiental serían consecuencia, entre otros, de la ausencia de control autocida, porque se dejarían de producir y liberar moscas estériles donde hoy operan los programas/campaña; no habría control biológico porque se dejaría de producir y liberar el parasitoide de las especies nativas de *Anastrepha* y tampoco habría el control mecánico que hoy se realiza mediante el PM y la CNMF.

- Aunque el gobierno federal (SENASICA) no hubiera incurrido en el costo del PM, el TPMEF y la CNMF (gasto operativo e inversión), los flujos netos asociados a la actividad productiva del conjunto de 26 frutas y hortalizas hospedantes, habrían sido negativos (-US\$ 4,898 millones).

Para el mango, en lo individual

A continuación se presentan los resultados económicos-ambientales para el mango, en lo particular, bajo los dos escenarios considerados en esta evaluación.

En presencia del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017

- El beneficio total de la actividad productiva fue de US\$3,587 millones en el periodo, integrado en 61% (US\$2,187 millones) por los beneficios directos y 39% (US\$1,401 millones) por los indirectos. De los beneficios directos, el 53% provino de las exportaciones (US\$1,157 millones) y el 47% (US\$1,030 millones) del mango que atendió al mercado doméstico (fruto fresco y para la agroindustria).
- Los beneficios indirectos generados al mango por el PM, el TPMEF y la CNMF se integraron con el ahorro de impacto negativo en la polinización (US\$601 millones), creación y mantenimiento de empleo (US\$435 millones), eliminación de los enemigos naturales de las moscas de la fruta (US\$295 millones), daño a la apicultura (US\$59.6 millones), la aplicación del insecticida malatión en ZBCF de la CNMF y el costo del tratamiento de probables intoxicaciones de los trabajadores de campo (US\$0.1 millones).
- De empleo se crearon y mantuvieron 48 millones de jornales en la actividad productiva del mango y 139 puestos de trabajo en promedio anuales en los propios programas/campaña.
- Los costos directos de los programas/campaña moscas de la fruta que atendieron al mango incluyeron US\$229 millones de gasto operativo (97%) y US\$6.6 millones de inversión (3%).
- Del costo total de la CNMF exclusivamente, el 49% fue a las actividades productivas del mango. Del costo del mango, Sinaloa ejerció el 27%, Chiapas 19%, Nayarit 16%, Guerrero 12% y Michoacán 10%, los otros estados el resto.
- Los flujos netos generados a la actividad del mango por el PM, el TPMEF y la CNMF fueron en 2009-2017 de US\$3,533 millones.

- A través de las exportaciones de mango ingresaron al país US\$2,321 millones de divisas durante el periodo de análisis.

Sin la operación de los programas/campaña contra moscas de la fruta en 2009-2017

- La actividad del fruto habría tenido pérdidas potenciales de hasta el 30% (dependiendo del estado y condiciones agroecológicas, entre otras) por la posible infestación de las moscas de la fruta, lo que habría ocasionado mayores aplicaciones de insecticidas convencionales (malatión).
- Considerando las premisas establecidas, los costos indirectos a la actividad productiva del mango habrían sido de US\$613 millones por el impacto en polinización; US\$438 millones por la pérdida de 25 millones de jornales en el periodo de análisis, más 139 posiciones promedio de empleo al año dentro de los propios programas/campaña; US\$329 millones por impacto a los enemigos naturales de las moscas de la fruta; US\$103 millones por la pérdida de 39,800 toneladas de miel y cera de abeja; US\$13.7 millones por la aplicación de 2.6 millones de litros de insecticida de amplio espectro (malatión) y US\$0.14 millones por la posible intoxicación de 1,874 trabajadores del campo.
- La mayor utilización de insecticidas no solo habría aumentado los costos de producción, sino también ocasionado un mayor impacto negativo ambiental al país.
- Ante este escenario no habría habido costos directos (del PM, TPMEF y CNMF); no obstante, el flujo total neto para el periodo de análisis habría sido negativo (-US\$1,069 millones).

Para los cítricos dulces (naranja, mandarina y toronja), en lo individual

A continuación se presentan conclusiones sobre los aspectos económico-ambientales para los cítricos dulces, bajo los dos escenarios considerados en esta evaluación

En presencia del PM, TPMEF y CNMF durante 2009-2017

- Con la operación de los programas/campaña moscas de la fruta, el beneficio total de los cítricos dulces fue de US\$3,993 millones, correspondiendo 54% (US\$2,157 millones) a los beneficios directos y 46% (US\$1,836 millones) a los indirectos.

- De los beneficios directos, la mayoría (95%) de los cítricos dulces abasteció al mercado doméstico o nacional (US\$2,059 millones) para su consumo directo de fruta fresca y la agroindustria (principalmente la jugüera), y solo el 5% correspondió a exportaciones de frutos frescos (US\$98 millones).
- Los beneficios indirectos asociados a los cítricos dulces bajo las premisas establecidas en el estudio, correspondieron al ahorro de impacto negativo en: polinización US\$904 millones, (49%); disminución de poblaciones de los enemigos naturales de las moscas de la fruta y de plagas secundarias como escamas, trips y áfidos, US\$472 millones (26%); empleo, US\$319 millones (17%); daño potencial a la apicultura, US\$120 millones (7%); aplicación de insecticidas organofosforados como el malatión, US\$20 millones (1%); y costo del tratamiento de probables intoxicaciones de los trabajadores de campo, US\$0.28 millones (0.02%).
- Mediante el PM, TPMEF y CNMF se crearon y mantuvieron 88 millones de jornales en la actividad productiva de estos cítricos, así como 282 puestos de trabajo en promedio al año en los propios programas/campaña.
- El costo total directo asociado a los cítricos dulces fue de US\$227 millones, correspondiendo el 94% al gasto operativo (US\$214 millones) y el 6% a la inversión (US\$13 millones).
- El costo total directo se debió, en gran medida, a que, durante el periodo de análisis, el 29% del costo total de la operación de la CNMF correspondió a los cítricos dulces. De dicho costo, el 87% a la naranja, 7% a mandarina y 6% a toronja. A nivel estado, el 85% del costo total de naranja fue a SLP (33%), Nuevo León (27%), Sonora (13%) y Tamaulipas (12%); el 87% del costo total de mandarina a Nuevo León y San Luis Potosí (45% y 23% del total, respectivamente); y el 83% del costo total de toronja se registró en tres estados, Michoacán (42%), Nuevo León (25%) y Sonora (16%).
- Los flujos netos generados a los cítricos dulces por el PM, TPMEF y la CNMF fueron de US\$3,991 millones.
- Aunque el total de divisas generadas por las exportaciones de cítricos dulces en fresco, solo fue de US\$236.5 millones en el periodo, su tendencia a partir del 2013 fue creciente.

Sin la operación de los programas/campaña contra moscas de la fruta en 2009-2017

- Con base en las premisas de esta evaluación, la actividad productiva citrícola hubiera enfrentado varios costos indirectos, de US\$912 millones por la pérdida de 9 millones de toneladas de frutos asociadas a la eliminación de polinizadores; US\$697 millones por pérdida de empleos; US\$495 millones por la mayor aplicación de insecticidas de amplio espectro (malatión) para controlar las moscas de la fruta, con lo cual se eliminaría una mayor cantidad de enemigos naturales de las moscas de la fruta y de plagas secundarias como escamas, trips y áfidos; US\$208 millones por pérdida de 81 mil toneladas de miel y cera de abeja; US\$27.6 millones por la aplicación de 5.2 millones de litros de malatión y US\$0.28 millones por el costo del tratamiento de la posible intoxicación de 3,793 trabajadores de campo.
- Se perderían 80 millones de jornales ocupados por la actividad productiva citrícola y los 282 empleos promedio/año de los propios programas/campaña contra moscas de la fruta.
- No habría habido costos directos asociados a la actividad productiva de los cítricos sin la operación del PM, el TPMEF y la CNMF durante el periodo; mientras que, el total de flujos netos habría sido negativo (-US\$1,439 millones).
- No hubieran ingresado al país divisas por concepto de las exportaciones de naranja, toronja y mandarina frescas.

XI.2 Recomendaciones

Partiendo de las conclusiones antes mencionadas, a continuación se ofrecen algunas recomendaciones.

- Que el PM continúe siendo estratégico y de alta prioridad en la definición de bienes públicos que atiendan la problemática fitosanitaria del Gobierno Federal mexicano.
- Que la nueva administración continúe apoyando y fortaleciendo la colaboración del PM y la CNMF con organismos internacionales como la AIEA.
- Por los beneficios que han generado al país en su conjunto, que continúen operando los programas/campaña del PM y la CNMF, con las medidas fitosanitarias que hasta hoy han mostrado ser exitosas en materia económica y ambiental.
- Para fines de definición de políticas o “bienes públicos” de sanidad e inocuidad agroalimentaria, evaluar a detalle el enfoque seguido a la fecha de “descentralización” contra el de “reducirle carga laboral al gobierno federal”, sobre

todo ante el reconocimiento oficial del SENASICA de desarrollar funciones de "seguridad nacional".

- Definir reglas para la CNMF en lo que respecta a las facultades de sus directivos en los CESV (productores grandes en su mayoría), a fin de asegurar equidad en los beneficios que brinda este instrumento de política pública a los distintos productores en las entidades federativas del país.
- Que el área responsable del Desarrollo Rural, en la hoy SAGARPA, organice y capacite a los pequeños productores de frutas y hortalizas, en las ZBP y ZBCF de la CNMF, a fin de que una mayor parte de ellos puedan tener oportunidad de acceso a los grandes beneficios económicos que han generado al país los programas/campaña contra moscas de la fruta. En particular, que accedan directamente al mercado internacional con productos de calidad. La capacitación en materia de sanidad e inocuidad solo puede impartirla el personal técnico del SENASICA (experto en el tema).
- A fin de que más pequeños productores hortofrutícolas se beneficien directamente de la exportación, deben enfrentar al mercado internacional con "un solo frente" y capacitados en temas de mercado. Para ello, se sugiere que el área de Desarrollo Rural los integre en cooperativas, por producto y estado; mientras que la internacional de la hoy SAGARPA en temas de mercado, realizando directamente en principio dicha área, las investigaciones y trámites respectivos. Los Sistema Producto que hoy existen, también están representados, en su mayoría, por grandes productores.
- Establecer los mecanismos de financiamiento adecuados para la creación de la infraestructura que permita, a las potenciales cooperativas de pequeños productores, exportar los frutos que hoy requieren del tratamiento hidrotérmico de postcosecha (como mango) y/o de radiación (mango y guayaba).
- Que los bienes públicos que atiendan a los productores hortofrutícolas del país, se enfoquen a cerrar la brecha socio-económica de aquellos ubicados en las zonas libres de las moscas de la fruta nativas del género *Anastrepha*, versus los de ZBP y ZBCF, implementando las políticas transversales necesarias.

XII. BIBLIOGRAFIA

- Agronoticias. 2018. Caída en precios de café pone en jaque a productores mexicanos. 6 de septiembre. <https://agronoticias.com.mx/2018/09/06/caida-en-precios-de-cafe-pone-en-jaque-a-productores-mexicanos/>. Consultado el 6/09/2018.
- APHIS. 2017. Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* host list. Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), United States Department of Agriculture (USDA). https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/fruit_flies/downloads/host-lists/medfly-host-list.pdf. Consultado el 5/10/2018.
- Arredondo, J., L. Ruíz, G. López, and F. Díaz-Fleischer. 2015. Determination of the host status of the Persian lime (*Citrus altifolia* Tanaka) for *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 108(1). 77-87.
- Ayala, G. A., R. Schwentesius, y B. Carrera. 2012. Hortalizas en México: competitividad frente a EE.UU. y oportunidades de desarrollo. GCG Georgetown University – Universia, Septiembre-Diciembre 2012 Vol. 6 NUM. 3 ISSN: 1988-7116, 70-88 p. <https://gcg.universia.net/article/view/434/hortalizas-mexico-competitividad-frente-ee-uu-oportunidades-desarrollo->. Consultado el 18/09/2018.
- Barrera, J.F. et al. 2008. Broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). En: Arredondo-Bernal H.C. y Rodríguez-del-Bosque L.A. (eds), Casos de Control Biológico en México. MundiPrensa. México. pp: 101-120.
- Bejarano, G. F. 2017. Los plaguicidas altamente peligrosos: nuevo tema normativo internacional y su perfil nacional en México. pp: 13-137. https://www.uccs.mx/downloads/visit.php?id=file_59b5aa59d4322.
- Caceres, C., J. P. Cayol, W. R. Enkerlin, G. Franz, J. Hendrichs, and A. S. Robinson. 2004. Comparison of Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) (Tephritidae) bisexual and genetic sexing strains: development, evaluation and economics, pp. 367–384. In B. N. Barnes (ed.), Proceedings, Symposium: 6th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, 6–10 May 2002, Stellenbosch, South Africa. Isteg Scientific Publications, Irene, South Africa.
- Carton de Grammont, H. 2003. El sector agroexportador de frutas y hortalizas frescas mexicano en el contexto de la apertura comercial: reestructuración productiva, productividad y remuneración del trabajo. Cámara de Diputados, Servicio de Investigación y Análisis. <http://www.diputados.gob.mx/bibliot/publica/inveyana/polisoc/pdf/dpsiss0203PDF.pdf>. Consultado el 20/09/2018.
- Center for Ecogenetics and Environmental Health. 2012. Algunos datos sobre Riesgos a la Salud por Pesticidas en los Alimentos. Universidad de Washington.

https://depts.washington.edu/ceeh/downloads/FF_Pesticides_SP.pdf. Consultado el 2/10/2018.

CFDA. 2003. Preventing Biological Pollution: The Mediterranean Fruit Fly Exclusion Program. California Department of Food & Agriculture. Sacramento CA. pp: 20.

CNF. 2018. Apicultura, un sistema sostenible. <https://www.gob.mx/conafor/articulos/apicultura-un-sistema-sostenible>. Consultado el 28/09/2018.

DGSV-DPNMF. 2010. Informe anual 2009. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA.

DGSV-DPNMF. 2011. Informe anual 2010. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA.

DGSV-DPNMF. 2012. Informe anual 2011. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA.

DGSV-DPNMF. 2013. Informe anual 2012. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA.

DGSV-DPNMF. 2014. Informe anual 2013. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA.

DGSV-DPNMF. 2015. Informe anual 2014. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA.

DGSV-DPNMF. 2016. Informe anual 2015. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA.

DGSV-DPNMF. 2017. Informe anual 2016. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA.

DGSV-DPNMF. 2017. Manual técnico para el plan de emergencia en las zonas libres de moscas de la fruta del género *Anastrepha*. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/239237/MT para el Plan de Emergencia en Zonas Libres de MF genero *Anastrepha*.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/239237/MT_para_el_Plan_de_Emergencia_en_Zonas_Libres_de_MF_genero_Anastrepha.pdf). Consultado el 07/10/2018.

DGSV-DPNMF. 2017. Manual técnico para el plan de emergencia en las zonas libres de moscas de la fruta del género *Anastrepha*. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/239237/MT para el Plan de Emergencia en Zonas Libres de MF genero *Anastrepha*.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/239237/MT_para_el_Plan_de_Emergencia_en_Zonas_Libres_de_MF_genero_Anastrepha.pdf). Consultado el 07/10/2018.

- DGSV-DPNMF. 2017. Manual técnico para las operaciones de campo de la Campaña Nacional Moscas de la Fruta. Sección I: trapeo y muestreo de frutos. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/262603/MT_Operaciones_de_campo_CN_MF_Secci_n_I_TyM.pdf. Consultado el 07/10/2018.
- DGSV-DPNMF. 2017. Manual técnico para las operaciones de campo de la Campaña Nacional Moscas de la Fruta. Sección II: control químico. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/239235/MT_Operaciones_de_campo_CN_MF_Secci_n_II_CQ.pdf. Consultado el 07/10/2018.
- DGSV-DPNMF. 2017. Manual técnico para las operaciones de campo de la Campaña Nacional Moscas de la Fruta. Sección III: control mecánico. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/239236/MT_Operaciones_de_campo_CN_MF_Secci_n_III_CM.pdf. Consultado el 07/10/2018.
- DGSV-DPNMF. 2017. Manual técnico para las operaciones de campo de la Campaña Nacional Moscas de la Fruta. Sección IV: control biológico. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/270335/MT_Operaciones_de_campo_CN_MF_Secci_n_IV_CB.pdf. Consultado el 07/10/2018.
- DGSV-DPNMF. 2017. Manual técnico para las operaciones de campo de la Campaña Nacional Moscas de la Fruta. Sección V: control autocida. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/262619/MT_Operaciones_de_campo_CN_MF_Secci_n_V_CA.pdf. Consultado el 07/10/2018.
- DGSV-DPNMF. 2018. Guía de identificación de moscas de la fruta. Dirección General de Sanidad Vegetal. Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/339484/GU_A_DE_IDENTIFICACION_DE_MOSCAS_DE_LA_FRUTA.pdf. Consultado el 07/10/2018.
- DGSV-DPNMF. 2018. Guía para el reconocimiento de frutos hospedantes de moscas de la fruta del genero *Anastrepha* de importancia económica y *Rhagoletis pomonella*. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/339130/Gu_a_para_el_reconocimiento_de_frutos_hospedantes.pdf. Consultado el 7/10/2018.

- DGSV-DPNMF. 2018. Informe anual 2017. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección Programa Nacional de Moscas de la Fruta, SENASICA-SAGARPA.
- DGSV-SENASICA. 2018. Plan de acción contra *Bactrocera scutellata* (Hendel) en el territorio nacional. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/estrategia-operativa-moscas-exoticas-de-la-fruta-78809>. Consultado el 25/09/2018.
- Dowell, R. V., I. A. Siddiqui, F. Meyer, and E. L. Spaugy. 2000. Mediterranean fruit fly preventative release programme in southern California, pp. 369-375. In K. H. Tan (ed.), Area-wide control of fruit flies and other insect pests. Penerbit Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia.
- Enkerlin W.R., Guti J, Gutierrez Ruelas, JM, Pantaleon R, Soto Litera C, Villaseñor Cortés A, Zavala Lopez, JL, Orozco Dávila D, Montoya Gerardo P, Silva Villarreal L, Cotoc Roldán E, Hernandez Lopez F, Arenas Castillo A, Castellanos Dominguez D, Valle Mora A, Rendon Arana P, Caceres Barrios C, Midgarden D, Villatoro Villatoro C, Lira Prera E, Zelaya Estradé O, Castañeda Aldana R, López Culajay J, Ramírez y Ramírez F, Liedo Fernández P, Ortíz Moreno G, Reyes Flores J, y Hendrichs J. 2017. The Moscamed Regional Programme: review of a success story of area-wide sterile insect technique application. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/eea.12611>. Consultado el 07/10/2018.
- Enkerlin W., A. Villaseñor, A. Valle, S. Flores, E. García, N. Pérez, D. Melgar, D. Midgarden, E. Lira. 2015. Determination of Potential Losses Caused by the Mediterranean Fruit Fly (*Ceratitis capitata*, Wied.) to the Coffee Industry in Guatemala. Moscamed Program Report, Guatemala City, Guatemala.
- Enkerlin, W. R. 2005. Impact of fruit fly control programmes using the sterile insect technique, pp. 651-676. In: V. q. Dyck, J. Hendrichs and A.S. Robinson (eds), *Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management*. Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Enkerlin, W. R. 2008. Análisis costo-beneficio del manejo integrado de plagas, pp: 263-287. En Toledo, J. y F. Infante (eds), *Manejo Integrado de Plagas*, Editorial Trillas, México.
- Enkerlin, W., and J. D. Mumford. 1997. Economic evaluation of three alternatives methods for control of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Israel, Palestinian Territories, and Jordan. *J. Econ. Entomol.* 90: 1066-1072.
- Enkerlin, W., Antonio Villaseñor, Alvaro Valle, Salvador Flores, Elmer García, Nery Pérez, Dina Melgar, David Midgarden y Esturado Lira. 2015. Informe Final del estudio para "Determinación de daños ocasionados por la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, Wied) al café en Guatemala". Estudio realizado en colaboración ANACAFE-USAC-PROGRAMA MOSCAMED, Guatemala Centro América 10 de Agosto 2015. 21 pp.

- Enkerlin, W., J. M. Gutiérrez-Ruelas, A. Villaseñor-Cortés, E. Cotoc-Roldán, D. Midgarden, E. Lira, J. L. Zavala-López, J. Hendrichs, P. Liedo and J. Trujillo-Arriaga. 2015. Area freedom in Mexico from Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae): a review of over 30 years of a successful containment program using an integrated area-wide SIT approach. *Florida Entomologist* 98: 665-681.
- FAO. 2005. EasyPol, On-line resource materials for policy making. Analytical tools, Modules 020 y 039. WinDASI: A Software for Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, Calculation Performed by the Software.
- FAO/IAEA. 2005. "Environmental benefits of medfly sterile insect technique in Madeira and their inclusion in a cost-benefit analysis" IAEA-TECDOC-1475.
- FAO/IAEA. 2007. Cost-benefit Analysis Model: A Tool for Area-Wide Fruit Fly. Management: Procedures Manual. Sponsored by the joint FAO/IAEA Program of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. pp: 17.
- FAO/OMS. 2003. Un bajo consumo de frutas y hortalizas incrementa el riesgo de padecer cardiopatías, algunos tipos de cáncer y obesidad. 11 de noviembre, Roma/Ginebra. Disponible en www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/24439-es.html. (Consultado en línea el 20 de septiembre de 2018).
- Flores, S. y P. Montoya. 2010. Control químico y uso de estaciones cebo, pp. 183-196. In P. Montoya, J. Toledo y E. Hernández (eds.), *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo*. S. y G. Editores, México D.F.
- Garza, G. I., y H. P. Cervantes. 2015. Tendencia histórica del uso de plaguicidas en la producción agrícola de México. *Ciencia y Mar* 2015, XIX (57):67-74. <http://www.umar.mx/revistas/57/570400.pdf>. Consultado el 24/09/2018.
- Gutiérrez Ruelas, J.M., G. Santiago Martínez, A. Villaseñor Cortés, W. Enkerlin Hoeflich y F. Hernández López. 2013. Los Programas de Moscas de la Fruta en México. Su historia reciente. SAGARPA, SENASICA. 89 p.
- Gutiérrez-Ruelas, J. M. y Santiago, G. 2008. Situación actual de la campaña nacional contra moscas de la fruta en México. En: Montoya, P. J., F. Díaz, y S. Flores (Comp.). *Memorias de la Séptima Reunión del Grupo de Trabajo en Moscas de la Fruta del Hemisferio Occidental*. Noviembre 2 al 7, Mazatlán, Sinaloa, México, pp. 11-13.
- Heath, R.R., N.D. Epsky, D. Midgarden, and B.Y. Katsoyannos. 2004. Efficacy of 1,4-diaminobutane (Putercine) in a food-based synthetic attractant for capture of Mediterranean and Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 97: 1126-1131.

- Hendrichs, J., A.S. Robinson, J.P. Cayol, and W. Enkerlin. 2002. Medfly area wide sterile insect technique programs for prevention, suppression or eradication: importance of mating behavior studies. *Florida Entomologist*, 85: 1-13.
- Hester, P. G., et al. 2001. Efficacy of ground applied ultra-low volume malathion on honey bee survival and productivity in open and forest areas. *J. Am. Control Assoc.* 17: 2-7.
<https://www.gob.mx/salud/en/documentos/guia-de-prevencion-y-manejo-de-intoxicacion-por-insecticidas>. Consultado el 24/09/2018.
- International Conference on Area-Wide Control of Insect Pests, and the 5th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, 28 May–5 June 1998, Penang, Malaysia. Penerbit University Saints Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia.
- LANASE-UNAM Morelia, citado por Arceo, P. R. y S.V. Abarca. 2015. La apicultura, actividad generadora de ingresos para las familias mexicanas. XV Encuentro Nacional de Alimentación y Desarrollo Comunitario. Comité Nacional Sistema Producto Apícola. México. 13 de noviembre. <http://sitios.dif.gob.mx/dgadc/wp-content/uploads/2015/11/Apicultura.pptx>. Consultado el 14/10/2018.
- Leyva, M. J., R. I Martínez, J. B Bastidas, y L. M. Betancourt. 2017. Plaguicidas altamente peligrosos utilizados en el valle de Culiacán, Sinaloa. pp: 197-208. In: Bejarano, G. F. (ed), *Los plaguicidas altamente peligrosos en México. Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México, A. C.* https://www.uccs.mx/downloads/visit.php?id=file_59b5aa59d4322. Consultado el 22/09/2018.
- Liedo Fernández, J.P., Toledo Arreola y A. Villaseñor Cortes. 2017. Evaluación Externa del Programa Operativo Moscamed del Acuerdo SAGARPA/IICA 2016, Informe Interno IICA, presentado por el Colegio de la Frontera Sur. Ciudad de México, pp19-65.
- MAGA, USDA, y SENASICA. 2014. Convenio de cooperación celebrado por los gobiernos de la República de Guatemala, Los Estados Unidos de América y Los Estados Unidos Mexicanos para la prevención, detección, supresión y erradicación de la Mosca del Mediterráneo y otras moscas de la fruta de importancia económica. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/convenios-en-materia-de-sanidad-vegetal?idiom=es>. Consultado el 25/08/2018.
- Martínez-Valenzuela, M. et al. 2017. Plaguicidas en el norte de Sinaloa: efectos en la salud. pp: 187-196. In: Bejarano, G. F. (ed.). *Los plaguicidas altamente peligrosos en México. Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México, A.C.* https://www.uccs.mx/downloads/visit.php?id=file_59b5aa59d4322. Consultado el 22/09/2018.

- MMWR. 1999. Surveillance for Acute Pesticide-Related Illness During the Medfly Eradication Program Florida, 1998. Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity and Mortality Weekly Report 48 (44) 10-15.
- Montoya, P. y J. Toledo. Estrategias de control biológico, pp. 169-182. In P. Montoya, J. Toledo y E. Hernández (eds.), Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo. S. y G. editores, México D.F.
- Noriega-Cantú, D., R. Cruzaley-Sarabia, A. Leyva-Mayo, y F. Lorenzana-Arzeta. 2014. Guía para el manejo de mango Manila y Ataulfo, en las Costas de Guerrero. Folleto para productores Núm.16. Campo Experimental Iguala, Iguala de la Independencia, Guerrero, Méx. INIFAP-SAGARPA. <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/4247> Consultado el 24/09/2018.
- OMS. 2002. Informe sobre la salud en el mundo - Reducir los riesgos y promover una vida sana. Capítulo 4, Cuantificación de algunos riesgos importantes para la salud. pp: 64 - 65. <http://www.who.int/whr/2002/es/>. Consultado el 11/09/2018.
- Ortega, C. J., F. Espinosa-Torres, y L. López-Carrillo. 2017. El control de los riesgos para la salud generados por los plaguicidas organofosforados en México: Retos ante el tratado de libre comercio. Salud Pública de México. 1.039. SJR. 465. Disponible en <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5800/6460>. Consultado el 24/09/2018.
- Papachristos, D., and N.T. Papadopoulos. 2009. Are citrus species favorable hosts for the Mediterranean fruit fly? A demographic perspective. Entomología Experimentalis et Applicata. 132: 1-12.
- Pérez Staples, D.F. y F. Díaz Fleischer. 2018. Evaluación externa del Programa Operativo Moscamed del acuerdo SAGARPA/IICA 2017. 64 pp.
- Pérez-Olvera, Ma. A., H. Navarro-Garza., D. Flores-Sánchez., N. Ortega-García., y E. Tristán-Martínez. 2017. Plaguicidas altamente peligrosos utilizados en el Bajío de Guanajuato. pp: 221-246. En Bejarano, G. F. (ed.). Los plaguicidas altamente peligrosos en México. Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México, A. C. https://www.uccs.mx/downloads/visit.php?id=file_59b5aa59d4322. Consultado el 24/09/2018.
- Pimentel, D. 2005. Environmental and economic costs of application of pesticides preliminary in the United States. Environmental Development Sustainability 7: 229-252.
- PNMF-DGSV. 2015. Manual Técnico del Sistema de Detección por Muestreo de Frutos Hospedantes de la Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Weidemann), en Chiapas y sur de Tabasco, México. Grupo Técnico del Programa Moscamed. Versión 2. Dirección General de Sanidad Vegetal, SENASICA-SAGARPA.

- Portilla, M., G. González y L. Nuñez-Bueno. 1995. Evaluación y descripción del daño ocasionado por *Ceratitis capitata* al café. Revista Colombiana de Entomología. Vol. 21 No. 1, pp. 15-25.
- Programa Moscamed 2006. Manual de Aspersión para el Control de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*). Programa Regional Moscamed (Guatemala-México- Estados Unidos).
- Programa Moscamed 2006. Manual de control mecánico para la mosca del Mediterráneo. Programa Regional Moscamed (Guatemala-México-Estados Unidos).
- Programa Moscamed 2015. Manual de Comunicación Social México-Guatemala. Elaborado por Grupo Técnico del Programa Moscamed (Guatemala-México-Estados Unidos).
- Programa Moscamed 2015. Manual de Procedimientos para Aspersiones del Cebo GF-120 y Uso de Estaciones Cebo para el Control de la Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.). Elaborado por Grupo Técnico del Programa Moscamed (Guatemala-México- Estados Unidos).
- Programa Moscamed 2015. Manual de Procedimientos para el Control Autocida de la Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.). Elaborado por Grupo Técnico del Programa Moscamed (Guatemala-México- Estados Unidos).
- Programa Moscamed 2015. Manual de Procedimientos para el Control Legal de la Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.). Elaborado por Grupo Técnico del Programa Moscamed (Guatemala-México- Estados Unidos).
- Programa Moscamed. 2005. Informe Anual 2005. Dirección General de Sanidad Vegetal, Programa Moscas de la Fruta, Programa Moscamed. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Moscamed. 2006. Informe Anual 2006. Dirección General de Sanidad Vegetal, Programa Moscas de la Fruta, Programa Moscamed. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Moscamed. 2009. Informe Anual 2009. Operaciones de Campo Moscamed. Programa Moscas de la Fruta. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Moscamed. 2010. Informe Anual 2010. Operaciones de Campo Moscamed. Dirección Moscas de la Fruta. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Moscamed. 2011. Informe Anual 2011. Programa Moscamed. Dirección Moscas de la Fruta. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Moscamed. 2012. Informe Anual 2012. Programa Moscamed. Dirección Moscas de la Fruta. SENASICA, SAGARPA.

- Programa Moscamed. 2013. Informe Anual 2013. Programa Moscamed. Dirección Moscas de la Fruta. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Moscamed. 2014. Informe Anual 2014. Programa Operativo Moscamed. Dirección General de Sanidad Vegetal. Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Moscamed. 2015. Informe Anual 2015. Programa Operativo Moscamed. Dirección General de Sanidad Vegetal. Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Moscamed. 2015. Manual de Procedimientos para el Sistema de Detección por Trampeo de la Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Weidemann). Grupo Técnico del Programa Moscamed. Programa Moscamed, Guatemala-México-Estados Unidos.
- Programa Moscamed. 2015. Protocolo de control de Calidad del Sistema de Detección por Trampeo de la Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Weidemann). Grupo Técnico del Programa Moscamed. Programa Moscamed, Guatemala-México-Estados Unidos.
- Programa Moscamed. 2016. Informe Anual 2014. Programa Operativo Moscamed. Dirección General de Sanidad Vegetal. Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Moscamed. 2017. Informe Anual 2015. Programa Operativo Moscamed. Dirección General de Sanidad Vegetal. Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta. SENASICA, SAGARPA.
- Programa Regional Moscamed. 2006. Manual del Sistema de Detección por Trampeo de la Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* W.). Programa Regional Moscamed, Guatemala-México-Estados Unidos.
- Programa Regional Moscamed. 2006. Manual del Sistema de Detección por Muestreo de Frutos para la Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* W. Programa Regional Moscamed, Guatemala-México-Estados Unidos.
- Quesada, M. A. 2016. EL 75 por ciento de cultivos de frutas y verduras depende de la polinización. Boletín UNAM-DGCS-479, 17 de julio. Disponible en http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_479.html. (Consultado el 14 de octubre de 2018).
- Rendón 2010. Modelo para determinación de densidades de moscas estériles en programas operativos que aplican la técnica del insecto estéril. FAO/IAEA. Noviembre, 2010 Viena, Austria.

- SENASICA. 2018. Refrenda México estatus de territorio libre de mosca del Mediterráneo. 2 de octubre. <https://www.gob.mx/senasica/prensa/refrenda-mexico-estatus-de-territorio-libre-de-mosca-del-mediterraneo?state=draft>. Consultado el 7/10/2018.
- SENASICA/SAGARPA. 2018. Detección de *Bactrocera scutellata* en el municipio de Manzanillo, Colima. 10 de mayo. NAPPO. <http://sinavef.senasica.gob.mx/ALERTAS/inicio/pages/single.php?noticia=3269>.
- SENASICA/SAGARPA. 2017. Programa de Trabajo Anual de Vigilancia Epidemiológica del cultivo de café en el estado de Oaxaca. <https://www.gob.mx/busqueda?utf8=%E2%9C%93>. Consultado el 12/09/2018.
- SENASICA 2017. Norma vigente, NOM-076-FITO1999. Sistema preventivo y dispositivo nacional de emergencia contra moscas exóticas de la fruta. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/nom-076-fito-1999>. Consultado el 3/09/2018.
- SENASICA-SAGARPA. 2017. Manual técnico del trapeo preventivo contra moscas exóticas de la fruta. Versión 3, 2017. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288484/Manual del Trapeo Preventivo de Moscas Ex ticas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288484/Manual_del_Trapeo_Preventivo_de_Moscas_Ex_ticas.pdf). Consultado el 01/10/2018.
- SENASICA. 2017. Moscas exóticas de la fruta, Introducción de la Campaña. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/moscas-exoticas-de-la-fruta-110874>. Consultado el 4/10/2018.
- SENASICA. 1994. Ley General de Sanidad Vegetal. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Diario oficial de la federación, México, D.F., publicado el 5 de enero de 1994, última reforma publicada el 26 de diciembre de 2017.
- SIAP-SAGARPA. 2018. Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). <http://www.siap.gob>. Consultado el 11/10/18.
- SIAP/SAGARPA. 2018. Atlas Agroalimentario 2012-2018. México. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018. Consultado el 5/09/2018.
- UN News. 2017. UN human rights experts call for global treaty to regulate dangerous pesticides. March 7. <https://news.un.org/en/story/2017/03/552872-un-human-rights-experts-call-global-treaty-regulate-dangerous-pesticides>. Consultado el 10/10/2018.
- USDA. 2018. Fruit fly cooperative control program. Draft programmatic environmental impact statement. <https://usdasearch.usda.gov/search?utf8=%3F&affiliate=usda-aphis&query=Draft+programmatic+environmental+impact+statement+2018&commit=Search>. Consultado el 27/09/2018.

- USDA. 2018. Start with small Changes, make half your plate fruits and vegetables. <https://www.choosemyplate.gov/start-small-changes>. Consultado el 10/09/2018.
- USDA. 2001. Fruit fly cooperative control program. Final environmental impact statement 2001. https://www.aphis.usda.gov/plant_health/ea/downloads/fffeis.pdf. Consultado el 22/09/2018.
- USDA/APHIS. 1993. Medfly Cooperative Eradication Program: Final Environmental Impact Statement. pp: 184.
- USDA/APHIS. 2018. Draft Human Health and Ecological Risk Assessment for Malathion in Exotic Fruit Fly Applications. pp: 51. https://www.aphis.usda.gov/plant_health/ea/downloads/2018/fruit-fly-draft-malathion-hhera.pdf. Consultado el 12/10/2018.
- USDA/APHIS. 2018. Fruit Flies. The Fruit Fly Exclusion and Detection Programs. Sep 28, 2108. <https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/plant-pest-and-disease-programs/pests-and-diseases/fruit-flies>. Consultado el 12/10/2018.
- USDA/Natural Resources Conservation Service. 2015. Conservation Work for Honey Bees. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/plantsanimals/pollinate/?cid=stelprdb1263263>. Consultado el 6/09/2018.
- Vargas, R. I., N. W. Miller, and J. D. Stark. 2001. Field trials of spinosad as a replacement for naled, DDVP, and malathion in methyl eugenol and cue-lure bucket traps to attract and kill male oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *Journal of Economic Entomology* 96: 1780-1785.
- Wong, T. T. et al. 1992. Suppression of a Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population with concurrent parasitoid and sterile fly release in Kula, Maui, Hawaii. *Journal of Economic Entomology* 85: 1671-1681.
- Wong, T. T. Y., M. M. Ramadan, D. O. McInnis, N. Mochizuki, J. I. Nishimoto, and J. C. Herr. 1991. Augmentative releases of *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae) to suppress a Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population in Kula, Maui, Hawaii. *Biological Control* 1: 2-7.



WWW.IICA.INT/ES