

SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

IICA



Evaluación Económica del Programa Moscamed en México (1978-2008)



Diznarda Salcedo Baca, J. Refugio Lomeli Flores, y Gerardo H. Terrazas González

Evaluación Económica del **Programa Moscamed** en México (1978-2008)



Oficina de Representación en México
Noviembre de 2009

Este documento fue elaborado por Diznarda Salcedo-Baca, J. Refugio Lomeli-Flores, y G.H. Terrazas-González, consultores externos del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), para atender la solicitud de la Dirección General de Sanidad Vegetal-SENASICA de la SAGARPA. Las ideas y planteamientos son propios de los autores y no representan necesariamente la opinión del IICA

© **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2009**

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

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en www.iica.int

Autores; Salcedo-Baca, D., J. Refugio Lomelí-Flores, G.H. Terrazas-González

Los autores agradecen la colaboración de Briza Díaz C. y Reina Pineda M., por la colaboración en la búsqueda de información. Así como a José Manuel Gutiérrez Ruelas, Antonio Villaseñor C., José Luis Zavala López, Luis Silva, Guillermo Santiago, Pablo Montoya y Francisco Merino del Programa Moscamed por sus comentarios apoyo y revisión del borrador del documento. En particular, agradecen al **Dr. Walther Enkerlin** por el asesoramiento brindado.

Coordinación editorial: Armando Mateos Poumián

Corrección de estilo: Magdalena Godinez Goribar

Diseño: Arturo Valdivia Enciso

Impresión: Compañía Impresora Kavers S.A. de C.V.

Evaluación económica del Programa Moscamed en México (1978 - 2008) / IICA – México: IICA, 2009

144 p.; 21.5 x 28 cm

ISBN 13: 978-92-9248-142-1

1. Análisis económico 2. Exportaciones 3. Mosca del mediterráneo 4. Control de insectos 5. Frutas 6. Hortalizas 7. México I. IICA II. Título

México, D.F., 2009

Prólogo

La Sanidad Vegetal es un activo fundamental, aunque intangible, para los productores agrícolas de frutas y hortalizas que son susceptibles al ataque de plagas que están reglamentadas por países que son importantes importadores de esos productos. En particular, la condición que mantiene México como libre de la mosca del Mediterráneo, es un bien público que por si mismo permite el acceso de frutas y hortalizas que México exporta hacia países como Estados Unidos y Japón entre otros, que tienen los mercados más atractivos para los exportadores mexicano de decenas de productos hortofrutícolas.

La naturaleza de bien público que tiene el estatus fitosanitario de México, con respecto a Moscamed, del cual se benefician miles de productores de decenas de productos que se cultivan en todo el país, justifica plenamente que se dediquen fondos públicos del gobierno federal, para mantener la condición de país libre de la mosca del Mediterráneo la cual está presente en el territorio del país vecino Guatemala y para evitar que sus poblaciones avancen hacia territorio mexicano. Desde 1977, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y de Alimentación de México ha operado un programa que ha sido exitoso en establecer una barrera de contención al posible avance de la plaga, desde territorio guatemalteco, hacia territorio mexicano.

La inversión pública para operar el programa ha sido de un monto aparentemente grande. En términos absolutos, es el programa fitosanitario federal que ha tenido mayor presupuesto anual desde su inicio hace 31 años. Aunque la intuición permitía apreciar que el costo beneficio era positivo, no se había cuantificado, hasta que se realizó el estudio que está contenido en este libro, al cual le damos la bienvenida en tiempos en que la rendición de cuentas sobre los fondos públicos es una obligación legal y una exigencia social.

Javier Trujillo Arriaga

Director General de Sanidad Vegetal
SENASICA, SAGARPA
Noviembre de 2009

Presentación

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, tiene como misión proveer cooperación técnica a sus estados miembros; para lograr en parte el cumplimiento de esta misión mantiene como uno de sus ejes prioritarios la Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos, SAIA. Durante esta primera década del Siglo XXI, IICA ha concentrado las energías de SAIA en ayudar a los países en el mejoramiento del desempeño y la calidad de sus servicios nacionales de sanidad agropecuaria. Este documento representa un esfuerzo más de la cooperación técnica que la oficina del IICA México ha prestado en forma ininterrumpida al país desde los albores de su fundación en 1942 y a partir de 1970, año en el que se establece en forma definitiva y permanente la oficina en la Ciudad de México.

*Los resultados de la presente evaluación, son fruto de un trabajo conjunto del Instituto con el **Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SENASICA**, y como parte de los programas de SAIA en Latino América, se orienta dentro de un esfuerzo institucional de IICA México en la evaluación de políticas públicas que permita allegar información respecto del impacto real de ellas y la necesidad de su permanencia. La presente evaluación abarca los últimos 31 años de ejecución del programa, mostrando resultados y permitiendo justificar ampliamente la inversión realizada así como la perseverancia en su ejecución.*

A su vez, es un documento de interés para que otros países, sobre la base de una evaluación expost del programa con resultados concretos, analicen la aplicación de acciones similares. Por otra parte se abre el espacio a una discusión más amplia, en relación a la aplicación de una política internacional de control de la mosca del Mediterráneo, toda vez que resulta un programa tan eficiente y rentable, ello permitiría la ampliación de mercados para la producción agrícola, contribuyendo de este modo a ampliar la seguridad alimentaria.

Agradecemos especialmente las facilidades y apoyos otorgados por SENASICA para la realización del estudio y la dedicación de los autores del documento, su perseverancia y conocimiento permitieron conocer información relevante y los resultados del Programa Moscamed, abriendo la puerta para la elaboración de nuevos estudios asociados al tema.

Gino Buzzetti Irribarra
Representante del IICA en México
Noviembre de 2009

“El incremento de los flujos comerciales ha aumentado los riesgos sanitarios y las preocupaciones por enfermedades que puedan tener grandes impactos en la salud y las economías”

Resumen Ejecutivo

Durante los 31 años del Programa Moscamed (1978-2008), México ha obtenido grandes beneficios entre los que destacan sus crecientes exportaciones de frutas y hortalizas de alto valor a mercados como los de Estados Unidos de América y Japón, que están libres de mosca del Mediterráneo; condición de la que también goza México desde 1982, gracias a la estrategia exitosa de dicho Programa. Al estado de Chiapas —donde se ubican las áreas de trabajo del Programa para erradicación y contención de la mosca del Mediterráneo— también le ha traído varios beneficios; uno de los más significativo son los 510 empleos permanentes anuales que genera el Programa en la región, equivalentes a cerca de 90 millones de dólares durante todo el período, aunado a los empleos eventuales que demandan las operaciones de campo, los cuales han favorecido principalmente al sector rural. El Programa Moscamed es reconocido a nivel mundial como uno de los primeros que se han desarrollado en el continente americano para el control de la mosca del Mediterráneo y el primer programa contra moscas de la fruta en ser exitoso a nivel continental utilizando un manejo integrado basado en la técnica del insecto estéril (TIE).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto económico del Programa Moscamed-México y del Programa Regional Moscamed, en el país y en el estado de Chiapas. Se diseñó un modelo retrospectivo basado en el desarrollado por FAO/IAEA (2007): *Cost Benefit Analysis Model: a Tool for Area-Wide Fruit Fly Management*, el cual tuvo como fin evaluar programas integrales de control de las moscas de la fruta, con base en la TIE. Para el modelo utilizado se tomaron en cuenta cifras históricas de las variables consideradas, costos del Programa y beneficios directos e indirectos generados en el cálculo de los siguientes indicadores económicos: razón beneficio/costo (B/C), valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y periodo de recuperación de la inversión (PR).

Para conocer a profundidad el programa a evaluar se revisaron los antecedentes del actual Programa Moscamed, así como la estrategia integrada de control de la mosca del Mediterráneo. Se analizaron con detalle las estructuras de costos y de beneficios directos e indirectos durante los últimos 31 años. Para el análisis de los beneficios directos se revisó el comportamiento de 20 frutas y hortalizas de importancia económica para el país, susceptibles de ser atacadas por la mencionada plaga, incluyendo superficie cosechada, rendimientos, precios nacionales y de exportación, costos de producción, volumen y valor de la producción nacional y volumen y valor de las exportaciones a lo largo del período.

En el cálculo de los beneficios, las frutas y hortalizas se clasificaron en hospedantes primarios (chabacano, durazno, guayaba, limón persa, mandarina, mango, manzana, naranja, pera, toronja y uva) y secundarios (chiles verdes, chayote, fresa, melón, papaya, pepino, sandía y jitomate). Ambos fueron utilizados para calcular los beneficios directos, y sólo los hospedantes primarios se usaron para calcular los beneficios indirectos, entre los cuales se cuantificaron los daños que ocasiona a la salud de la población rural la exposición al insecticida Malatión; la creación y mantenimiento de empleo en la producción y exportación de las frutas y hortalizas y los daños al ambiente asociados con la aplicación de insecticidas. En el impacto ambiental se incluyeron: la aplicación de Malatión, el efecto de dicho insecticida en la eliminación de los enemigos naturales y el daño causado a la polinización y la apicultura.

¹ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Agencia Internacional de Energía Atómica.



Se definieron tres escenarios para la cuantificación del impacto en México, como país, y tres para el Estado de Chiapas. Los de México evaluaron:

- 1) El impacto económico, incluyendo el costo de las actividades de control realizadas en el país a través del Programa Moscamed-México, financiadas por el gobierno mexicano, en su mayoría, y por el de Estados Unidos (a través del USDA) en menor proporción.
- 2) El impacto económico del Programa Regional Moscamed financiado por los gobiernos de México, EEUU y Guatemala en proporción, que incluye el costo de las actividades de control realizadas tanto en México como en Guatemala, tomando en cuenta que éstas últimas han contribuido a prevenir que la mosca del Mediterráneo ingrese y se establezca en territorio nacional.
- 3) El impacto económico para el país si no existiera el Programa Moscamed.



Para Chiapas se definieron los mismos escenarios, sólo que asignándoles la parte proporcional de los costos de ambos programas: al primero, el 3% del programa Moscamed-México, y al segundo, el 3% del Programa Regional Moscamed. Dicho porcentaje representa la contribución de Chiapas a la producción nacional de las frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo.

Bajo la cobertura y supuestos del análisis económico, los resultados de la evaluación fueron los siguientes:

Para México, como país:

- Por el valor generado, de acuerdo con los indicadores financieros, el Programa Moscamed ha sido económicamente viable y altamente rentable, lo cual significa que su puesta en marcha y mantenimiento a lo largo de los últimos 31 años fue un acierto del gobierno mexicano y sus contrapartes (Estados Unidos y Guatemala). La razón B/C fue muy superior a uno (112 y 57, respectivamente); el VPN, positivo (de 39,282 y 39,088, millones de dólares respectivamente); la TIR, sustantivamente alta, y el PR=1 para los dos escenarios en que se incluyeron los costos del Programa Moscamed-México y del Programa Regional Moscamed, respectivamente.
- Los beneficios directos, representados por el volumen y valor neto de la producción y de exportaciones de las frutas y hortalizas seleccionadas, ascendieron a 40,555 y 25,866 millones de dólares durante el periodo de análisis; mientras que los indirectos llegaron a 19,593 millones de dólares.
- Comparando dichos beneficios con el costo de los 459 millones del Programa Moscamed-México y los 884 millones del Programa Regional Moscamed hasta 2008, es evidente que los beneficios obtenidos superan con mucho a la inversión realizada.
- Por el contrario, bajo el escenario que supuso la ausencia del Programa, el indicador del B/C fue menor de uno (0.43) y el VPN, negativo (-3,438 millones de dólares). Mediante este supuesto, el gobierno mexicano se pudo haber ahorrado la cantidad invertida en el Programa Moscamed; sin embargo, habría tenido pérdidas potenciales por 4,237 millones de dólares en la producción de frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo, ante la muy posible infestación de la plaga y las consecuentes cantidades de insecticida que se hubieran tenido que aplicar. Lo anterior, aunado a los 25,866 millones de dólares por concepto del valor neto de las

exportaciones que hubieran dejado de realizarse durante el período, además de los 17,527 millones de dólares de impactos indirectos (en salud de la población rural, creación y mantenimiento de empleo en la actividad hortofrutícola, y daño ambiental) por no contar con una estrategia integrada de control de la plaga.

Para el estado de Chiapas:

- Aunque Chiapas sólo abarca, en promedio, el 3% de la producción nacional de las frutas y hortalizas seleccionadas (en un territorio cercano a los 75 mil km²), los indicadores generados mostraron que durante el período 1978-2008 el Programa Moscamed ha sido económicamente viable y significativamente rentable para el Estado en dos escenarios: 1) el que considera la parte proporcional del costo del Programa Moscamed-México, y 2) el que toma en cuenta el costo proporcional del Programa Regional Moscamed. En ambos casos, la razón B/C fue superior a uno (30 y 16, respectivamente); el VPN, positivo (de 328 y 322 millones de dólares, respectivamente); la TIR elevada, y la recuperación de la inversión ocurrió durante el primer año.
- El Programa le ha generado 1,075 millones de dólares en beneficios directos (representados por los crecientes valores netos de la producción y exportaciones de las frutas y hortalizas seleccionadas y cultivadas en el Estado) y 729 millones de dólares de beneficios indirectos: 1) ahorro en gastos médicos asociados a la atención de personas potencialmente intoxicables debido a que están expuestas a la aplicación de insecticidas (400 mil dólares); 2) mantenimiento y creación de empleos en la producción estatal de frutas y hortalizas de hospedantes primarios (455 millones de dólares) adicionales a una nómina de 90 millones de dólares por 510 puestos de trabajo permanentes que ha requerido el Programa Moscamed, y 3) ahorros de 274 millones por los impactos ambientales conjuntos de aplicación del insecticida Malatión, la eliminación de enemigos naturales y los efectos en la polinización y la apicultura.
- Bajo el escenario que supone la ausencia del Programa Moscamed, los indicadores económicos de B/C y VPN fueron menor de uno y negativo, respectivamente. Chiapas hubiera enfrentado pérdidas potenciales del orden de 97 millones de dólares en la producción de sus frutas (principalmente mango y en menor grado papaya) susceptibles al ataque de la mencionada plaga. Además, los beneficios indirectos que ha obtenido (519 millones de dólares) por el Programa se convertirían en costos en ausencia del mismo.

Con el fin de corroborar estadísticamente la relación causa-efecto entre el Programa Moscamed y los distintos beneficios directos e indirectos que, de acuerdo con la literatura consultada se le han atribuido, en este estudio se realizaron análisis de regresión lineales. Los resultados mostraron lo siguiente:

- El Programa Moscamed ha sido un factor estadísticamente significativo para generar variaciones en el valor neto de la producción y exportaciones de las frutas y hortalizas mexicanas consideradas, en la creación y mantenimiento de empleo de dicha actividad hortofrutícola, y en el ahorro de daños ambientales al país, representados por el uso de Malatión, eliminación de los enemigos naturales e impacto negativo en la polinización y la apicultura.
- De acuerdo con los parámetros Beta, por cada millón de dólares invertido en el Programa Moscamed a lo largo del período 1978-2008, todos los beneficios generados



umentaron; por ejemplo, el valor neto de la producción y de las exportaciones creció 53 y 30 millones de dólares, respectivamente; el empleo, cerca de tres millones, y el ahorro por la baja eliminación de los enemigos naturales 811 mil dólares. Estos resultados se sustentan con los datos técnicos observados a lo largo del período de operación del Programa Moscamed en cuanto a que los recursos que se han asignado al Programa han permitido reducir el número de detecciones y brotes de la mosca del Mediterráneo en los años subsecuentes, propiciando con ello menores cantidades de insecticida y, por lo tanto, menor daño ambiental (a polinizadores, enemigos naturales y a la apicultura en la zona del Soconusco).



- Tomando en cuenta los valores del parámetro R^2 , el Programa Moscamed explicó, separadamente, entre 54% y 4% de la variabilidad de los beneficios. Si bien algunos de estos porcentajes parecerían bajos, suenan plausibles tomando en cuenta que, hay otros factores, además de la aplicación del Malatión contra la mosca del Mediterráneo, que impactan el valor de la producción y de las exportaciones de frutas y hortalizas, el empleo, la salud de la población rural y el daño al medio ambiente; como por ejemplo, otros insecticidas para combatir a las distintas plagas que afectan a la agricultura nacional.

Con base en lo antes mencionado, se plantearon las siguientes recomendaciones:

- Que el gobierno mexicano continúe apoyando la operación del Programa Moscamed, así como las actividades de investigación, capacitación del personal técnico y transferencia de tecnología, para que la estrategia integrada de control contra la mosca del Mediterráneo sea cada vez más eficiente y sirva de base para la puesta en marcha de otros programas que utilicen la experiencia de la Técnica del Insecto Estéril en el control de las diferentes plagas que afectan al sector agrícola nacional. El Programa Moscamed ha traído a México la generación de nuevos conocimientos y tecnologías que han facilitado el manejo eficiente de otras plagas en el país, sentando las bases para el establecimiento de otros, como la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, también implementado en territorio nacional y en otras naciones, gracias a lo cual México es considerado líder mundial en el manejo integrado de moscas de la fruta.
- Que evaluaciones económicas como la realizada aquí para el Programa Moscamed se realicen con mayor frecuencia, al igual que para otros programas financiados con recursos del gobierno federal, a fin de que sus resultados sirvan de base a la toma de decisiones oportunas y al redireccionamiento de estrategias.
- Que los administradores de programas, como el de Moscamed, integren sistemas automatizados de gestión para que las evaluaciones puedan ser más expeditas y frecuentes, y se puedan localizar fácilmente los datos técnicos y financieros, que no necesariamente corresponden a los contables que se utilizan en la elaboración de reportes. Este tipo de sistemas es también de gran utilidad para la toma de decisiones oportunas, tanto técnicas como económicas y financieras, porque incluyen información histórica sobre factores determinantes del comportamiento de la mayoría de las plagas (bióticos, climáticos, económicos, de inmigración, entre otros), con lo cual pueden predecirse posibles eventos y planear estrategias de prevención. Por ejemplo, el gran número de brotes y detecciones de la mosca del Mediterráneo en territorio nacional en 1998 como resultado de las condiciones climatológicas que trajo consigo el fenómeno de “El niño”.

**ECONOMIC EVALUATION OF THE MOSCAMED PROGRAM IN MEXICO
(1978 – 2008)**

Executive Summary

Mexico, November 2009

During the thirty one years of operations of the Moscamed Program (1978 – 2008), Mexico has obtained great benefits. One of the most significant benefits has been access of its increasing exports of fruits and vegetables to high value markets such as the United States, Japan and others which are free of the Mediterranean fruit fly, status which the country also has since 1982 as a result of the successful strategy of the program. Benefits of the Moscamed Program to the State of Chiapas, where eradication and containment actions are conducted, have also been substantial. One of the main benefits has been the 510 permanent jobs per year that the program has generated in the region, equivalent to near US \$90 million throughout the full time period, in addition to the numerous temporal jobs required to support field operations and that have benefited mainly the rural areas. The Moscamed Program has been recognized at world level as one of the first programs implemented for control of the Mediterranean fruit fly in the American Continent and the first program against fruit flies to be successful at continental level using an integrated pest management approach based on the sterile insect technique (SIT).

The objective of this study was to evaluate the economic impact of the Moscamed Program in Mexico as a country and in the State of Chiapas. A retrospective model was developed which used as a guideline the model developed by FAO/IAEA titled “Cost-Benefit Analysis Model: A Tool for Area-Wide Fruit Fly Management”. The model was developed as a tool to evaluate integrated pest management programs based on SIT. The model used in this case took into account historical data of the observed variables, program costs and direct and indirect benefits to estimate the following economic indicators: benefit to cost ratio (B/C), net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and pay-back period (PB).

To be able to have a comprehensive understanding of the program, the Moscamed Program background was reviewed as well as the Program's Mediterranean fruit fly integrated control strategy. The program's cost structure was analyzed in detail for the past thirty one years as well as the direct and indirect benefits accrued. For the analysis of the direct benefits, the trend of twenty fruits and vegetables of economic importance for the country and that are susceptible to infestations by the pest was analyzed during the study period. This included: harvested area, yields, domestic and export prices, production costs, and volume and value of the domestic and export production.

For estimates of the direct and indirect benefit, fruits and vegetables were classified into primary (apricot, peach, guava, lemon, mandarin, mango, apple, orange, pear, grapefruit, and grape) and secondary (pepper, chayote, strawberry, melon, papaya, watermelon, and tomato) hosts. Among the indirect benefits the damages on the health of the rural population from exposure to malathion was quantified as well as maintaining and developing the labor force in



the production and exports of fruit and vegetable hosts and the environmental damages associated with insecticide applications. Within environmental impact the malathion applications were considered, the effects of this insecticide on the depletion of populations of natural enemies of other economic pests and the damage caused on pollination and apiculture.

Three scenarios were defined for the assessment of the impact in Mexico, as a country, and for the state of Chiapas. The ones for Mexico include:



- 1) The economic impact of the Moscamed Program in Mexico including the cost of the activities carried out only in Mexico, financed in a greater proportion by the government of Mexico and to a lesser extent by the United States government (through the USDA).
- 2) The economic impact of the Moscamed Program in Mexico including financial contributions by the governments of Mexico, the United States and the government of Guatemala to a lesser extent. This includes the cost of the control activities conducted in Mexico and also in Guatemala, taking into consideration that this has contributed to prevent the introduction and establishment of the pest in Mexico.
- 3) The economic impact to the country if the Moscamed Program wouldn't exist.

For the state of Chiapas the same scenarios were used assigning the proportion of the costs of the program in Mexico (3%) and the proportion of the costs applied at regional level (3%) (Guatemala and Mexico). The percentage represents the overall contribution that Chiapas has had in the domestic production of fruits and vegetables that are susceptible to Mediterranean fruit fly infestations.

Given the coverage and assumptions of the economic analysis, the results of the evaluation were the following:

- From the values of the economic indicators, the Moscamed Program has been economically feasible and highly profitable for the country. This reflects that implementing and maintaining the program for the past 31 years, has been the right decision of the Mexican Government and its United States and Guatemala counterparts. For the two scenarios in which the costs of the Moscamed Program in Mexico and at regional level (Mexico and Guatemala) were included, the results were the following: The B/C ratio was much higher than one (112 and 57, respectively), a positive NPV (US \$39.2 billion and US \$39.0 billion, respectively), a substantive IRR and pay-back period obtained in year one for both scenarios.
- The direct benefits (represented by the volume and net value of production and exports of the selected fruits and vegetables) amounted to US \$40.5 billion and US \$25.8 billion during the study period, whereas the indirect benefits amounted to US \$19.6 billion.
- Comparing the benefits against the program costs of US \$352 million of the Moscamed program in Mexico and the US \$767 million of the Moscamed Program at regional level until 2008, it is clear that the benefits obtained are by far higher than the investment.
- On the contrary, for the scenario which assumes no program, the B/C indicator was lower than one (0.43) and the NPV negative (US \$ -3.4 billion). The Mexican Government could have saved the amount invested in the Moscamed Program, however, in return, it could have faced US \$4.2 billion in potential losses in the production of fruits and

vegetables susceptible to Mediterranean fruit fly infestations and the corresponding amounts of insecticide that would have been sprayed, this in addition to US \$25.8 billion from the net value of exports that would have been prevented during this time period. In addition to the US \$17.5 billion of indirect costs (health of the rural population, creation and maintenance of work force in the horticultural industry and environmental damage), from the lack of an integrated pest management approach as the one applied in the program.

For the State of Chiapas:

- Although Chiapas only produces in average 3% of the domestic fruit and vegetables selected for this study (in its near 75,000 km² of territory), the indicators generated showed that the Moscamed Program has been economically viable and significantly profitable to the State, throughout the 1978-2008 time period, for the two scenarios: 1) the one that takes into account the share of the program costs in Mexico applied in the state of Chiapas and 2) the one that takes into consideration the share for the state of Chiapas of the program at regional level (Guatemala and Mexico). In both cases the B/C ratio was greater than one (30 and 16, respectively), the NPV positive (US \$320 million and US \$322 million, respectively), a high IRR and the pay-back period in year one.
- The program has generated US \$1.07 billion in direct benefits (represented by the increased net values of production and exports of the fruits and vegetables selected and cultivated in the State) and US \$729 million in indirect benefits including: potential savings in treatments associated with persons intoxicated due to exposure to the indiscriminate insecticide sprays (US \$400,000); 2) maintenance and creation of jobs in the production of fruit and vegetables in the State consider to be primary hosts (US \$455 million), in addition to US \$90 million for the 510 permanent jobs that are maintained each year in the Moscamed Program and 3) savings of US \$274 million for environmental impacts including malathion sprays, depletion of natural enemies of other economic pests as well as effect on pollination and apiculture.
- Under the scenario that assumes absence of the Moscamed Program, economic indicators B/C and NPV were lower than one and negative, respectively, showing that Chiapas would have faced potential direct losses in the production of fruits susceptible to the attack of the pest and the restriction of exports (mainly mango and in a lesser degree papaya), in the order of US \$97 million. In addition, the indirect benefits obtained through the program are transformed into costs in the absence of the program (US\$519 million).

Linear regression analysis was conducted in order to statistically corroborate the cause-effect relationship between the Moscamed Program and the various direct and indirect benefits that, according to the literature, have been attributed to the Program. The results of the analysis showed that:

- The Moscamed Program has been a statistically significant factor to generate variation in the net value of production and exports of the fruits and vegetables considered in the study, in the creation and maintenance of jobs for this horticultural activity, and in the savings to the country of environmental costs, represented by the use of malathion, depletion of natural enemies of other economic pests and negative impacts on pollination and apiculture.





- According to the Beta parameters, for each million dollars invested in the Moscamed Program throughout the 1978–2008 period, all benefits increased: For example, the net value of production and exports went up by US \$53 and 30 million, respectively; employment nearly US \$3 million and savings from preventing the depletion of natural enemies US \$811,000. These results support the technical data observed throughout the program's operation period in that with the annual financial resources assigned to the program the Mediterranean fruit fly detections and outbreaks are eradicated resulting in less insecticide sprays and therefore less environmental damage (to pollinators and natural enemies and to apiculture in the Soconusco region).
- Taking into account the values of the R^2 parameter, the Moscamed Program explained, separately, between 54 and 4% of the benefit variability. Although some of these percentages appear low, they sound plausible taking into consideration that there are other factors, in addition to the malathion spray against the Mediterranean fruit fly, that would also impact the value of production and exports of fruits and vegetables, the jobs used in the horticultural activity, the health of the human population and the environment; as for example other insecticides used to control various pests affecting the domestic production.

Based on the results mentioned above, the following recommendations were put forward:

- That the Mexican Government continues to support the Moscamed operations and, within the operations, activities such as research, staff training and technology transfer in order to continue increasing the efficiency of the integrated control strategy against the Mediterranean fruit fly and so that this can serve as the basis to initiate other programs based on the use of the SIT for control of pests that affect the national agricultural sector. The Moscamed Program has brought to Mexico the generation of new knowledge and technologies which have facilitated efficient management of other pests in the country, paving the ground for the establishment of other programs such as the Fruit Fly Program, which has been implemented in Mexico and in other countries, and thanks to which Mexico is considered to be a leader in the integrated fruit fly management at world level.
- That economic evaluations such as the one conducted for the Moscamed Program are carried out more frequently and for other programs that are financed by the federal government to use its results in the decision making and the redirection of strategies.
- In order for the evaluations to be more expedite and frequent, that the program administrators, such as Moscamed, integrate automated systems where technical and financial data can be easily accessed which are not necessarily the same compared to the ones used for ordinary reporting. This type of systems are also of great benefit for timely decision making of technical and financial nature, since it includes historical information of factors which determine pest behavior such as: biotic, climatic, economic (immigration among others), that can be used to predict possible events and be able to plan prevention strategies. For example, in relation to the dynamics of Mediterranean fruit fly outbreaks and detections in Mexico, such as the large number present in 1998 as a result of favorable climate conditions brought by the phenomenon known as "el niño".

Contenido

PRÓLOGO	3
PRESENTACIÓN	5
RESUMEN EJECUTIVO	7
EXECUTIVE SUMMARY	11
CONTENIDO	15
ÍNDICE DE TABLAS	17
ÍNDICE DE FIGURAS	19
I. INTRODUCCIÓN	20
II. ANTECEDENTES DEL PROGRAMA MOSCAMED	26
II.1 Aspectos generales de la mosca del Mediterráneo	27
II.2 Distribución potencial de la mosca del Mediterráneo en México	29
II.3 El Programa Moscamed en México	30
II.4 Estrategia integrada de control del Programa Moscamed	31
III. METODOLOGÍA	36
III.1 Herramienta de evaluación	38
III.2 Indicadores de costos	39
III.3 Indicadores de beneficios	40
III.3.1 Indicadores de beneficio directo	40
III.3.2 Indicadores de beneficio indirecto	40
III.4 Cálculo de indicadores económicos	42
III.5 Análisis causal	43
IV. ESTRATEGIA INTEGRADA DE CONTROL DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO EN MÉXICO	44
IV.1 Erradicación y contención	45
IV.1.1 Detección por trapeo	45
IV.1.2 Detección por muestreo de frutos	48
IV.1.3 Control químico (aspersión de cebos-insecticida)	49
IV.1.4 Control mecánico y cultural	52
IV.1.5 Control autocida	53
IV.1.6 Control biológico (experimental)	54
IV.1.7 Control legal	56
IV.1.8 Relaciones públicas y divulgación	59
IV.1.9 Investigación, capacitación y transferencia de tecnología	60
IV.2 Prevención	61
IV.2.1 Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra Moscas Exóticas de la Fruta	61
V. PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS SUSCEPTIBLES DE SER ATACADAS POR LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO	64
V.1 Superficie cosechada y rendimiento	67
V.2 Producción, precio medio rural y valor de la producción	68
V.3 Exportaciones	72
V.4 Mercado nacional de frutas y hortalizas	75
V.5 El sector hortofrutícola en el estado de Chiapas	76





V.5.1 Superficie cosechada, rendimientos, producción y precio	76
V.5.2 Exportaciones	80
VI. ESTRUCTURA DE BENEFICIOS	82
VI.1. Beneficios directos	84
VI.2. Beneficios indirectos	88
VI.2.2 Impacto en salud humana y nutrición	88
VI.2.3 Ahorro de impactos negativos al ambiente por el uso de insecticidas	90
VI.2.3.1 Impacto en enemigos naturales	91
VI.2.3.2 Impacto en la polinización	93
VI.2.3.3 Impacto en la apicultura	93
VI.2.4 Impacto en el empleo	95
VII. ESTRUCTURA DE COSTOS DEL PROGRAMA MOSCAMED	98
VII.1 Costo total del Programa Regional Moscamed	100
VII.1.1 Presupuesto por capítulo de gasto	102
VII.1.2 La nómina del Programa	103
VII.1.3 Gasto por Departamento	104
VII.2 Costo de los procedimientos fitosanitarios del Programa	106
VII.2.1 Costos de producción de la mosca estéril	107
VII.2.2 Costo de las operaciones de campo	107
VII.2.2.1 Trampeo	107
VII.2.2.2 Costo del muestreo de frutas	108
VII.2.2.3 Identificación y control mecánico	109
VII.2.2.4 Costo del control químico	110
VII.2.2.5 Costos del control autocida	110
VII.2.2.6 Costos del control legal	111
VII.2.2.7 Costos de divulgación y capacitación	111
VII.2.2.8 Instalaciones y equipo	111
VII.2.2.9 Otros costos	112
VII.3 Costos administrativos	112
VII.4 Costo del Sistema Preventivo contra las Moscas Exóticas de la Fruta	113
VIII ANÁLISIS ECONÓMICO	118
VIII.1 Resultados para México, en su conjunto	120
VIII.2 Resultados para el estado de Chiapas	125
VIII.5 Análisis causal	127
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
X. BIBLIOGRAFÍA	136

Índice de tablas

I.1	Exportaciones de frutas y hortalizas en el total de exportaciones agrícolas	23
IV.1	Aplicación de productos para el control químico de la mosca del Mediterráneo dentro del Programa Moscamed	51
V.1	Frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo consideradas en el estudio	66
V.2	Superficie cosechada de frutas y hortalizas	67
V.3	Rendimientos de frutas y hortalizas seleccionadas	68
V.4	Producción de frutas y hortalizas	69
V.5	Principales Estados productores de frutas y hortalizas	70
V.6	Precios medios rurales de frutas y hortalizas	70
V.7	Valor de la producción de frutas y hortalizas	71
V.8	Costos de producción de las frutas y hortalizas, hospedantes primarias	71
V.9	Valor neto de la producción de las frutas y hortalizas, hospedantes primarias	72
V.10	Exportaciones mexicanas de frutas y hortalizas	73
V.11	Valor de las exportaciones mexicanas de frutas y hortalizas	74
V.12	Superficie cosechada de frutas y hortalizas en Chiapas	77
V.13	Contribución de Chiapas a la superficie cosechada nacional de frutas y hortalizas	77
V.14	Rendimientos de frutas y hortalizas del estado de Chiapas	78
V.15	Producción de frutas y hortalizas en Chiapas	79
V.16	Precios medios rurales de frutas y hortalizas	79
V.17	Valor de la producción de frutas y hortalizas	80
V.18	Exportaciones de frutas chiapanecas	81
VI.1	Volumen y valor de los hortofrutícolas en la producción agrícola nacional	85
VI.2	Crecimiento anual promedio de la superficie cosechada, rendimientos, producción nacional y valor neto de la producción de los hospedantes primarios de la mosca del Mediterráneo	86
VI.3	Crecimiento anual promedio del volumen y valor de las exportaciones de frutas y hortalizas	87
VI.4	Pérdidas potenciales y residuales por infestación de la mosca del Mediterráneo	87
VI.5	Población rural de México y su participación en la población total nacional	89
VI.6	Estimación de la mortalidad en organismos expuestos a la aplicación de Malatión para el control de mosca del Mediterráneo por vía: a) aérea y b) terrestre en seis regiones ecológicas de los Estados Unidos (modificado de USDA-APHIS, 1993)	91
VI.7	Inventario de colmenas y producción de miel de abeja en México	94
VI.8	Número de jornales requeridos por cultivo y proporción de la mano de obra en los costos de producción	97
VII.1	Aportación de recursos al Programa Regional Moscamed (USD)	101
VII.2	Resumen de las aportaciones de recursos al Programa Regional Moscamed	102
VII.3	Presupuesto asignado por capítulo de gasto	103
VII.4	Plantilla del Programa Moscamed en Chiapas, México	104
VII.5	Nómina ejercida por Departamento	104
VII.6	Presupuesto total asignado por Departamento	105
VII.7	Presupuesto asignado por Departamento y manejado por el IICA	105
VII.8	Proporción del presupuesto ejercido por Departamento	106
VII.9	Costo del material de trampeo	108
VII.10	Frutos hospedantes de la mosca del mediterráneo en Chiapas	109
VII.11	Costo de liberación de un millón de moscas estériles	110
VII.12	Valor de maquinaria y equipo	112



VII.13	Trampas para moscas exóticas de la fruta instaladas y revisadas, por Estado	113
VII.14	Personal contratado por el SPMEF para la detección de la moscas exóticas	114
VII.15	Presupuesto del SPMEF asignado al monitoreo y control de las moscas exóticas	115
VII.16	Presupuesto asignado al SPMEF, por concepto de gasto	116
VII.17	Presupuesto del SPMEF ejercido por Departamento	116
VIII.1	Indicadores económicos para México	121
VIII.2	Pérdidas potenciales en la producción nacional de frutas y hortalizas ante el establecimiento de la mosca del Mediterráneo en México	123
VIII.3	Beneficios/costos indirectos para México en presencia y ausencia del Programa Moscamed	124
VIII.4	Indicadores económicos para el estado de Chiapas	125
VIII.5	Pérdidas potenciales en la producción de frutas y hortalizas de Chiapas ante el establecimiento de la mosca del Mediterráneo	126
VIII.6	Beneficios/costos indirectos para el estado de Chiapas en presencia y ausencia del Programa Moscamed	127
VIII.7	Resultados del análisis de regresión	128



Índice de figuras

I.1	Exportaciones mexicanas de frutas y hortalizas (miles de toneladas)	22
I.2	Presupuesto aplicado al Programa Regional Moscamed	24
II.1	Distribución potencial de la mosca del Mediterráneo de acuerdo al modelo CLIMEX	28
II.2	Áreas con potencial frutícola en México	29
II.3	Climas de México según el sistema Koppen	30
II.4	Planta Moscamed, en construcción	32
II.5	Mapa de la región fronteriza bajo control en el sureste de México y frontera con Guatemala	33
II.6	Red de trapeo establecida en la región fronteriza entre México y Guatemala	34
IV.1	Trampas instaladas en el marco del Programa Moscamed	46
IV.2	Número de brotes detectados en el marco del Programa Moscamed	47
IV.3	Captura de moscas fértiles	47
IV.4	Frutos muestreados en el marco del Programa Moscamed	48
IV.5	Larvas de moscas del Mediterráneo detectadas en el marco del Programa Moscamed	49
IV.6	Hectáreas asperjadas dentro del Programa Moscamed	50
IV.7	Frutos destruidas por las actividades de control mecánico y cultural del Programa Moscamed	52
IV.8	Diagrama de flujo de la producción, irradiación y liberación de moscas estériles de la planta Moscamed en Metapa de Domínguez, Chiapas	53
IV.9	Liberación de mosca del Mediterráneo estéril en México y frontera con Guatemala	54
IV.10	Programa de liberación y recaptura de moscas del Mediterráneo estériles en México y Guatemala en 2009	55
IV.11	Liberación de parasitoides en el marco del Programa Moscamed	56
IV.12	Puntos de verificación en el estado de Chiapas, México	58
IV.13	Destrucción de frutos hospedantes de la mosca del Mediterráneo	59
IV.14	Sistema de trapeo preventivo contra moscas exóticas de la fruta	62
V.1	Consumo nacional de frutas y hortalizas seleccionadas	76
VI.1	Precio y valor de las exportaciones de miel de abeja	94
VIII.1	Beneficios netos generados por el Programa Moscamed	122





I. Introducción





En México se detectó por primera vez la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* [Weidemann], Diptera: Tephritidae) en Tuxtla Chico, Chiapas, en 1977 y al año siguiente fue establecido el Programa Moscamed, para prevenir la introducción de la plaga, desde zonas infestadas de América Central a México y Estados Unidos de América (EUA). Con el establecimiento de la legislación fitosanitaria mexicana y el acuerdo de cooperación entre México y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), se implementó a lo largo de cuatro años una estrategia de erradicación (consistente en aspersiones aéreas de Malatión, para reducir las poblaciones de mosca del Mediterráneo, seguidas del uso de la Técnica del Insecto Estéril para detener el avance de la plaga en el estado de Chiapas); misma que fue eliminada de México en 1982 (Hendrichs et al., 1983). A partir de 1983 el Programa cambió la estrategia de erradicación por una de contención, estableciéndose la barrera de control que opera actualmente. En 1984 se integró la Comisión México-Estados Unidos-Guatemala para, con la misma estrategia de manejo integrado de la plaga, erradicar la mosca de Guatemala, logrando en 1987 eliminar a la mosca del Mediterráneo de las áreas previamente infestadas a lo largo de la frontera Chiapas/Guatemala, y empujando 100 kilómetros al Este y Sur de la frontera la zona afectada por la plaga; sin embargo, por insuficiencia de fondos, no fue posible continuar erradicando la mosca del Mediterráneo en Guatemala.

Desde 1998 la estrategia ha estado enfocada en mantener la barrera de contención en la frontera Chiapas/Guatemala, estableciendo estaciones cuarentenarias en vías de comunicación claves y liberando mosca del Mediterráneo estéril. El mantenimiento exitoso de la barrera de contención, a partir de la década de los años 90, se facilitó con el desarrollo de nuevas tecnologías (trampas y atrayentes, cebo-insectisida orgánico específico, cepa TSN de sólo moscas macho, liberación de moscas en frío) y la puesta en marcha del Centro Internacional de Capacitación sobre Moscas de la Fruta, ubicado en Metapa de Domínguez, Chiapas, reconocido y avalado por el Organismo Internacional de Energía Atómica de Naciones Unidas.

Sin embargo, la detección de brotes de la mosca del Mediterráneo ha sido recurrente en algunos municipios fronterizos del estado de Chiapas con Guatemala, en la barrera de contención y áreas aledañas que están libres de la plaga. Varias zonas productoras de café (*Coffea arabica* L.) de Guatemala y México, que integran un cinturón de alrededor de 250,000 hectáreas cultivadas, son consideradas el principal reservorio de la mosca del Mediterráneo, ya que sirve como vía natural de dispersión de la plaga hacia las áreas libres de los estados de Chiapas y Tabasco.

El Programa Moscamed es considerado el de mayor importancia para el control integrado de plagas en México. La mosca del Mediterráneo puede afectar a más de 260 especies de frutas y hortalizas, entre los que destacan cultivos de gran importancia económica para el país como tomate rojo, chile, cítricos, mango, aguacate, guayaba, uva, manzana y durazno (Weems, 1981).

Vera y colaboradores (2002) señalan que, de acuerdo a las características biológicas, rango de hospedantes y requerimientos ambientales de *Ceratitis capitata*, su avance podría extenderse a la mayoría de las zonas frutícolas y hortícolas del mundo si no se aplican medidas de control.

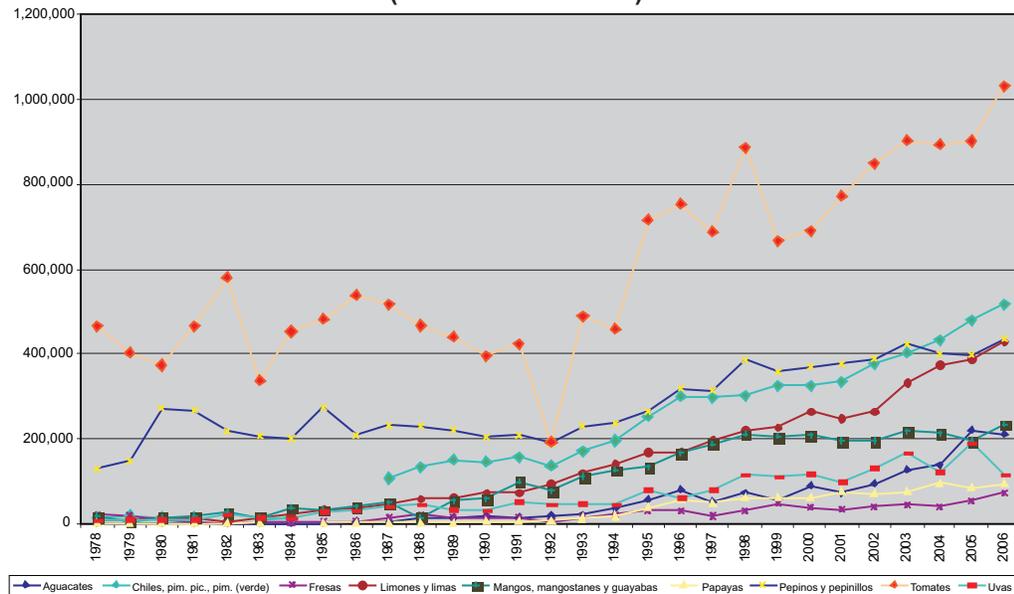
Hay evidencia internacional de que esta plaga afecta enormemente la producción hortofrutícola en las regiones del mundo donde se ha establecido. Por ejemplo, tan sólo en el estado de California, EUA, se invirtieron 256 millones de dólares, entre 1975 y 2002, para erradicar la mosca del Mediterráneo (Enkerlin, 2005) y se calcula que si llegara a establecerse en dicho estado las pérdidas directas anuales ascenderían a 538 millones de dólares; ocasionarían la pérdida de 7,900 empleos, y enormes daños indirectos relacionados con la salud humana, tratamientos post-cosecha, aplicación de medidas de control y daños al ambiente, a la apicultura y a la fauna silvestre, entre otros (Davis y Lyons, 2003). Así mismo, se estima que las pérdidas que ocasiona la plaga en el medio oriente (Israel, territorios palestinos, Líbano y Jordania) ascienden a 125 millones de dólares anuales en daños directos, y 165 millones de dólares en daños indirectos (Enkerlin y Mumford, 1997).



El control integrado de la mosca del Mediterráneo es sumamente relevante en países donde la producción hortofrutícola juega un papel importante en el desarrollo rural, la creación de empleo, el producto interno bruto (PIB) y la generación de divisas. Si esta plaga llegara a establecerse en territorio mexicano, y avanzara más allá de la zona de detección tradicional en la franja fronteriza con Guatemala, no solamente se reduciría la producción de las especies hortofrutícolas susceptibles de ser atacadas por dicha plaga (afectando sensiblemente el ingreso de los productores), sino que Estados Unidos de América (EUA), Japón y otros países que también están libres de la mosca del Mediterráneo, impondrían a México barreras fitosanitarias, cerrando sus mercados, lo que ocasionaría pérdidas económicas significativas para México al contraerse la captación de divisas por la no exportación de frutas y hortalizas, así como una caída de los precios en los mercados nacionales por la sobreoferta de dichos productos.

La implementación del Programa Regional Moscamed en Guatemala y México ha sido fundamental para que las exportaciones de los productos hortofrutícolas lleguen a EUA, Japón y otros países, en los que hay una cuarentena total a frutos infestados por la mosca del Mediterráneo, y ha ayudado a que dichas exportaciones hayan aumentado a lo largo del tiempo, como se observa en la figura I.1.

Figura I.1. Exportaciones mexicanas de frutas y hortalizas (miles de toneladas)



Fuente: Estadísticas FAO.

Tabla I.1. Exportaciones de frutas y hortalizas en el total de exportaciones agrícolas

EXPORTACIONES	2006	2007	2008 p/
	Millones de dólares		
Total Agrícolas	5,519.4	6,159.3	7,249.4
Total de Frutas y Hortalizas	4,264.5	4,285.2	4,782.3
Tomate rojo	1,131.6	1,219.9	1,265.8
Café	307.4	358.7	366.6
Chile bell y otros	586.7	625.6	698.1
Pepino y pepinillo	388.6	447.3	365.8
Aguacate	338.5	620.8	812.2
Mango	99.1	116.6	108.4
Sandía, melón y papaya	339.5	345.4	417.6
Uva	111.6	155.6	150.2
Limón, toronja, naranja y mandarina	207.8	263.1	322.2
Fresas frescas	129.2	124.4	209.8
Durazno, manzana y pera	1.0	1.8	1.9
Guayaba	0.2	0.5	1.1
Otras frutas y hortalizas frescas	623.2	5.6	62.6
Total de Frutas y Hortalizas / Total Agrícolas	77%	70%	66%

Fuente: Integración propia con cifras del SIAP (2008, 2009) p/ Cifras preliminares.

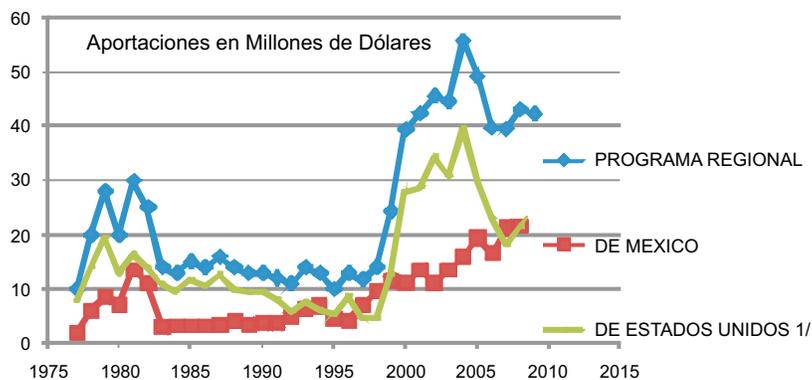
Por su valor, y de acuerdo con la tabla I.1, las exportaciones mexicanas de frutas y hortalizas han representado entre 66% y 77% del total de exportaciones agrícolas durante los últimos años, aumentando de 4,264 millones de dólares en 2006 a 4,782 millones en 2008. El reconocimiento de México como país libre de la mosca del Mediterráneo y el beneficio que esto representa para comercializar sus frutas y hortalizas en los diferentes mercados del mundo, ha implicado importantes inversiones del gobierno mexicano.

Como puede verse en la figura I.2, durante el período 1977-2008 el Programa Regional Moscamed ha absorbido 810 millones de dólares, de los cuales México ha aportado 294 equivalentes al 36%, y EUA 516, el 64%. El costo de la fase de erradicación (1977-1982) ascendió a 133 millones de dólares, y la de contención absorbió los restantes 677 millones; en esta última fase destaca el período 1999-2009 en que el Programa ha requerido más recursos para su operación (466 millones de dólares).

Los 810 millones de dólares no incluyen la inversión inicial en la planta productora de moscas estériles en Metapa de Domínguez, Chiapas (ni en la de "El Pino", Guatemala), la cual se estima en 10 millones de dólares; ni tampoco las aportaciones en especie que EUA ha destinado al Programa Moscamed de México (maquinaria, equipo, etc.) y de Guatemala. México también ha aportado un promedio de 1.46 millones de dólares al año a la Comisión Guatemala, equivalentes a 48 millones durante 1977-2008, gracias a eso y a lo que EUA ha estado aportando al Programa Regional Moscamed, se previene que la mosca del Mediterráneo ingrese a territorio mexicano proveniente de Guatemala.



Figura I.2. Presupuesto aplicado al Programa Regional Moscamed



APORTACIONES ACUMULADAS	1977-2009		1977-1982		1983-1998		1999-2009	
TOTAL PROGRAMA REGIONAL	810	100%	133	100%	211	100%	466	100%
DE MEXICO	299	37%	48	36%	75	36%	176	38%
DE ESTADOS UNIDOS 1/	511	65%	85	64%	136	64%	290	62%

Fuente: Informes Anuales del Programa Moscamed 1977-2008 y DGSV para presupuesto de 2009.
1/ En las aportaciones de EUA están incluidas las de Guatemala.

A través del Programa Moscamed se ha mantenido durante 26 años (1983-2009) una efectiva barrera de contención en las poblaciones de Chiapas y sur de Tabasco que hacen frontera con Guatemala, lo cual ha evitado la entrada y el establecimiento de la mosca del Mediterráneo en territorio nacional. El gobierno de México, conjuntamente con el de Estados Unidos y Guatemala, administra el Programa Moscamed a través de una estructura organizacional unificada, representada por personal de los tres países, la cual es responsable de su liderazgo técnico y manejo administrativo.

La prevención de la introducción, establecimiento y dispersión de la mosca del Mediterráneo en México, a través de un programa de manejo integrado de plagas basado en la técnica del insecto estéril (TIE), ha traído consigo beneficios directos por aumento de las superficies cultivadas, rendimientos, producción y acceso a los mercados de exportación de frutas y hortalizas. Además de beneficios indirectos tales como: retención y generación de empleo en el campo al ampliarse las áreas cultivadas; mayor consumo de frutas y hortalizas de calidad, lo cual ha permitido mejorar la nutrición de la población; reducción en el uso de agroquímicos, y con ello disminución en el rechazo de productos de exportación por residuos de plaguicidas; ahorro en gastos médicos por intoxicación directa de humanos, e indirecta con la disminución en residuos tóxicos por plaguicidas en frutos, agua y aire, así como reducción de efectos negativos a polinizadores, evitando incrementos en plagas secundarias y la protección del medio ambiente en general.

La evaluación económica, que incluye la cuantificación de costos y beneficios en el manejo integrado de plagas, es una herramienta valiosa para la toma de decisiones con respecto al direccionamiento de las estrategias de control a seguir.

Cabe señalar la estructura del presente estudio: en el primer capítulo se ofrece una introducción al tema; en el segundo, se presentan los antecedentes que dieron origen a la implementación del Programa Moscamed; en el tercero se aborda la metodología utilizada en la evaluación; en el cuarto se describe el esquema de la estrategia de Manejo Integrado de la mosca del Mediterráneo en México; en el quinto capítulo se aborda el comportamiento de la producción y mercado de los cultivos hortofrutícolas susceptibles de ser atacados por la mosca del Mediterráneo. En los capítulos sexto y séptimo se presentan la estructura de los beneficios y los costos del Programa, respectivamente. El octavo capítulo muestra el resultado del análisis económico y estadístico de la evaluación del Programa Moscamed (para México, y para el Estado de Chiapas), y en el noveno apartado se ofrecen las conclusiones y recomendaciones que derivan del estudio.





II. Antecedentes del



Programa Moscamed

II.1 Aspectos generales de la mosca del Mediterráneo

a) Hospedantes

La mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Weidemann) (Diptera: Tephritidae), es considerada la principal amenaza para la fruticultura y horticultura en muchos países, entre ellos México. Se considera una especie polífaga que es capaz de atacar a más de 260 especies vegetales, incluyendo hortofrutícolas, flores y nueces (Weems, 1981). Tiene preferencia por frutos de cáscara blanda y especialmente por aquellos de origen tropical (Liquido et al., 1991). Algunos frutales como los cítricos, mango, durazno, café y guayaba están en la lista de los hospedantes preferidos y mayormente atacados por esta plaga.

En zonas donde no hay programas de control de esta plaga, las infestaciones alcanzan altos porcentajes de daño directo a las especies frutales comerciales, marginales y de traspatio. Aunque las cerezas del café son consideradas uno de los hospedantes primarios, la larva de la mosca del Mediterráneo sólo consume la pulpa de los frutos. Sin embargo, Souza y colaboradores (2005) señalan que el ataque de moscas de la fruta puede ocasionar la caída prematura de las cerezas de café y disminuir la calidad de la bebida preparada con granos que fueron infestados por esta plaga. Debido a que el café es el principal hospedante de la mosca del Mediterráneo, las extensas plantaciones del aromático en Chiapas y Centroamérica pueden convertirse en grandes reservorios de la plaga y dispersarse de ahí a las zonas de cultivo comerciales de las planicies tropicales, por lo que es plenamente justificable una estrategia de manejo integral, a nivel regional, que refuerce las acciones de control contra la dañina mosca del Mediterráneo.

b) Biología

La mosca del Mediterráneo es una especie multivoltina (varias generaciones por año) con generaciones traslapadas. Es una especie que no presenta etapa de hibernación ni de diapausa, por lo que está presente durante todo el año atacando diferentes frutos de acuerdo a la temporada. Aunque la mosca del Mediterráneo es capaz de desarrollarse en todos los ambientes donde prosperen sus hospedantes, es incapaz de sobrevivir en inviernos con temperaturas por debajo de los cero grados centígrados (CABI, 2002). Su ciclo de desarrollo está relacionado a la temperatura ya que el insecto detiene sus diferentes etapas (huevo, larva, pupa) por debajo de los 10°C. siendo, este nivel, el umbral de la especie. En general, se considera que la mosca del Mediterráneo requiere de 622 grados-días para completar su ciclo (Vera et al., 2002), el cual es relativamente corto y en ciertos ambientes tropicales es menor a un mes. La duración del ciclo depende del hospedante y de las temperaturas en las diferentes épocas del año. Riagamonti (2004) encontró que su ciclo de vida en Italia se completa de tres a cuatro semanas en verano y de seis a ocho en invierno cuando el hospedante es el durazno, mientras que el ciclo se completa en cinco en verano y de ocho a nueve semanas en invierno cuando es la manzana. La mosca del Mediterráneo tiene una alta capacidad reproductiva, con un promedio de 300 huevos y un máximo de 800 por hembra, aunque ésta detiene la oviposición cuando las temperaturas descienden de 16°C.



La habilidad de la mosca del Mediterráneo de ovipositar en frutos inmaduros (Weems, 1981) que en la mayoría de los casos se cosecharán para su posterior distribución y mayor vida en anaquel, hace posible que esta plaga sea enviada a sitios donde no está presente, por lo que muchos países establecen medidas cuarentenarias externas, para evitar que la mosca ingrese a sus territorios. El establecimiento de la mosca del Mediterráneo en cualquier región o país representa un alto costo y pérdidas económicas significativas por su daño directo, lo cual lleva a la implementación de medidas fitosanitarias complejas que incluyen desde el control químico hasta el control legal, pasando por métodos mecánicos, genéticos (control autocida) y biológicos, los cuales no pueden ser aplicados en parcela, sino mediante programas de manejo integrado regional o de áreas extensas que permitan su supresión y/o erradicación.

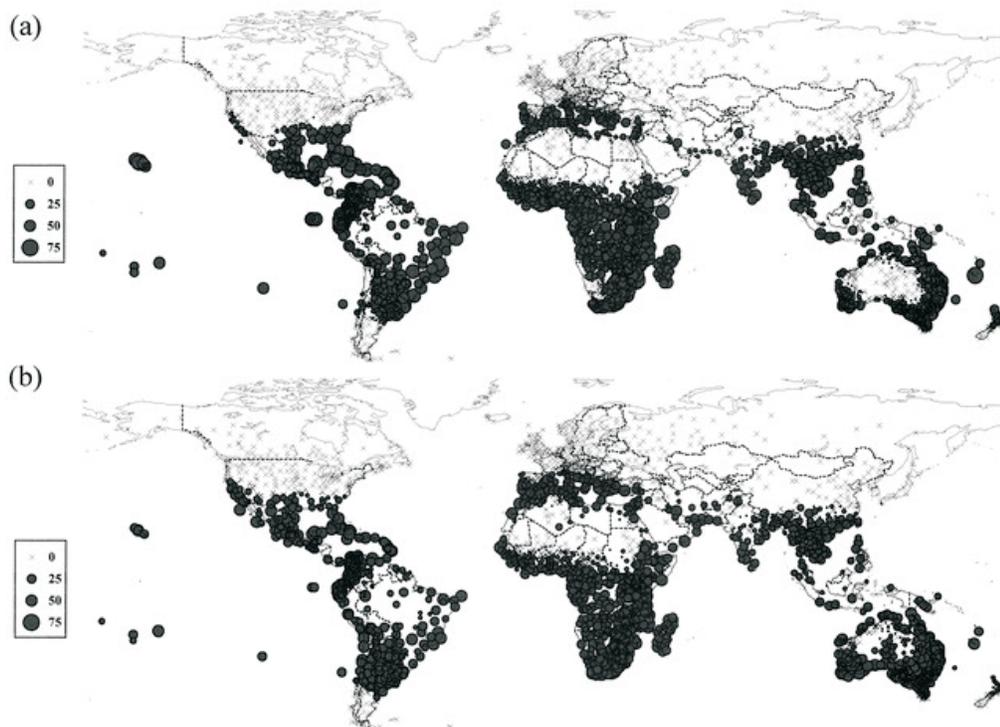


c) Distribución

La mosca del Mediterráneo fue identificada por primera vez en la región mediterránea de Europa y norte de África. En 1999 se mencionaba su presencia en por lo menos 35 países de Europa, 12 de Asia, 40 de África, 5 de Oceanía y 26 de América (CABI, 2002). Vera y colaboradores (2002) señalan que de no efectuarse medidas de control para esta plaga, su distribución podría verse ampliada a todo el sur de Asia, la región Mediterránea de Europa-África, todo el sur de África, la mayor parte del territorio de Oceanía, el sur de EUA, la mayor parte del territorio mexicano, Centroamérica y gran parte de Sudamérica, como se observa en la figura II.1.

Figura II.1. Distribución potencial de la mosca del Mediterráneo de acuerdo al Modelo CLIMEX¹

Fuente:
 Vera *et al.*, 2002.
 El tamaño de los círculos representa la probabilidad del establecimiento de la mosca del Mediterráneo de acuerdo a las condiciones climáticas. (a) Distribución de acuerdo al índice ecoclimático (IE) utilizando datos puntuales y de precipitación, y (b) Distribución de acuerdo al IE simulando las condiciones de horticultura con un riego de 25 mm por semana en el verano.



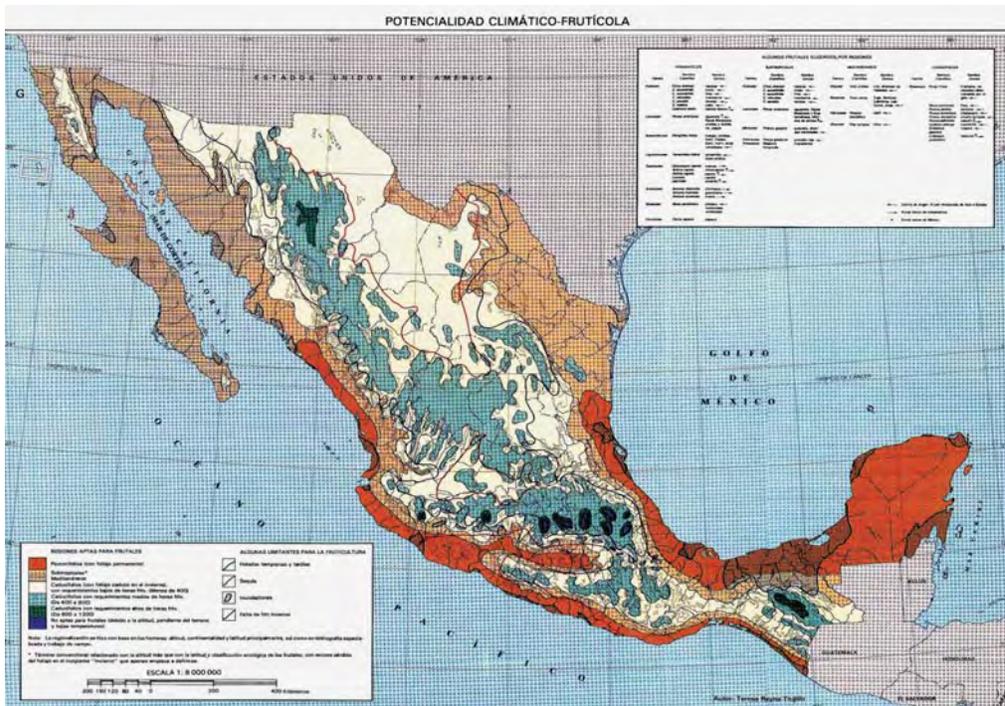
¹ Modelo de predicción ecoclimático.

II.2 Distribución potencial de la mosca del Mediterráneo en México

Por sus características biológicas y requerimientos ecológicos, la mosca del Mediterráneo tiene potencial de establecerse en la mayoría de las zonas donde actualmente se producen hortalizas y frutales como café, cítricos, guayabas, mangos y algunas rosáceas (manzana, pera, chabacano, durazno). Las zonas mexicanas aptas para la producción de estos frutales, y que tienen las condiciones climáticas favorables para el establecimiento de la mosca del Mediterráneo, se muestran en la figura II.2.

De acuerdo con Gutiérrez-Samperio (1976), las condiciones climáticas que favorecen la presencia de la mosca del Mediterráneo son: altas temperaturas, elevado porcentaje de humedad relativa, inviernos templados y veranos húmedos y calurosos. Estas condiciones se presentan prácticamente en más del 70% del territorio mexicano, lo que incluye los climas cálido húmedos, cálido subhúmedos, templado y semisecos con lluvias en verano (figura II.3)

Figura II.2. Áreas con potencial frutícola en México



Fuente: Instituto de Geografía de la UNAM, 2009. Las zonas marcadas con tonalidades de rojo (perenifolios), café (subtropicales y mediterráneas) y blanco (caducifolios con requerimientos bajos de horas frío) son áreas donde la mosca del Mediterráneo tiene una mayor probabilidad de establecerse.

Figura II.3. Climas de México según el sistema Köppen



Fuente: Instituto de Geografía de la UNAM, 2009. Con excepción de los climas semisecos y desérticos, prácticamente en el resto de los ambientes podría establecerse la mosca del Mediterráneo.

II.3 El Programa Moscamed en México

En 1904 la mosca del Mediterráneo fue detectada por primera vez en el continente Americano en Brasil. En EUA se detectaron los primeros brotes de esta plaga en Florida en 1929; en Texas, en 1966 y en California, en 1975 (Weems, 1981). Actualmente dicho país se considera libre de esta plaga, con la presencia de brotes aislados que son controlados inmediatamente (Enkerlin, 2005). En Centroamérica se detectó por primera vez en Costa Rica en 1955; llegó a Guatemala en 1976 y a México en 1977 (Schwarz et al., 1989).

Aunque no de la misma magnitud que el actual, México tuvo desde 1962 un programa preventivo contra la mosca del Mediterráneo, el cual contaba con medidas de trapeo y cuarentena exterior, gracias al cual se detectó su presencia en la zona del Soconusco en enero de 1977. La plaga se dispersó por la zona cafetalera y la costa de Chiapas y llegó a los límites de Oaxaca en 1979, amenazando con invadir la producción agrícola de los estados circunvecinos (Tabasco, Campeche y Veracruz).

Considerando el gran riesgo que representaba la mosca del Mediterráneo para la agricultura de México, Guatemala y EUA, los tres países unieron esfuerzos para prevenir el desplazamiento de la plaga y se creó el Programa Moscamed en 1977 con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) y la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA). Los objetivos del Programa en ese entonces, eran: 1) erradicar la presencia de la mosca del Mediterráneo en territorio mexicano; 2) establecer una barrera de contención en la frontera Guatemala-México y continuar actividades de supresión entre la barrera de contención y el límite del área infestada en Guatemala; y 3) erradicar la mosca del Mediterráneo en Centroamérica, desde Guatemala hasta Panamá.

Desde su inicio en 1977 el Programa Moscamed tuvo como estrategias de manejo integrado el control químico con la aplicación de cebos-insecticida, control mecánico, control cultural y estrictas medidas cuarentenarias. En 1979 incluyó, dentro del manejo integrado, la liberación de insectos estériles en amplias áreas. El primer objetivo del Programa se cumplió en un periodo de cuatro años (1977-1982), en el cual se logró la erradicación de la mosca del Mediterráneo en un área de 640,000 hectáreas. Este Programa ha sido reconocido internacionalmente como el primero que logró la erradicación de dicha plaga en un área continental utilizando un manejo integrado de la plaga basado en la Técnica del Insecto Estéril (Enkerlin, 2005).

En 1982, se declaró erradicada la mosca del Mediterráneo en México (Programa Moscamed, 1982; Hendrichs et al., 1983). Actualmente las áreas fronterizas del estado de Chiapas y sur de Tabasco aún presentan un alto riesgo de incidencia de la plaga, debido principalmente a la cercanía de los países centroamericanos, donde se encuentra establecida dicha plaga, así como al intenso comercio fronterizo y al fenómeno migratorio.

II.4 Estrategia integrada de control del Programa Moscamed

La Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), a través de su Convención Internacional para la Protección de las Plantas (IPPC) define como “control de cualquier plaga de plantas” a la combinación de herramientas para la supresión, contención o erradicación de una población plaga (FAO, 2006), las cuales deben ser reforzadas por un programa ambicioso de prevención. El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) tiene establecido un sistema de detección de la mosca del Mediterráneo en todo el país, con especial énfasis en Chiapas y el sur de Tabasco, lo cual ha permitido la detección oportuna de brotes de la plaga y la aplicación del Dispositivo Nacional de Emergencia a efecto de radicar dichos brotes en cualquier parte del territorio nacional en apego a lo dispuesto en la NOM-076-FITO-1999.

Para fines prácticos, el Programa Moscamed se divide en dos etapas: 1) erradicación que abarca de 1978 a 1982, y 2) contención, de 1983 a la fecha. De acuerdo con Enkerlin (2008) y las actividades que se han estado desarrollando como parte del Programa Moscamed-México se identifican las siguientes fases:

- a) **Preerradicación**, que incluye actividades de preparación: desarrollo de la infraestructura, establecimiento de las redes de trapeo, muestreo de frutas, campañas de información al público, etcétera.
- b) **Erradicación**, caracterizada por la supresión de poblaciones silvestres mediante control químico y liberación de moscas estériles.
- c) **Posterradicación**, etapa donde se evalúan las actividades de erradicación mediante la operación de redes sensibles de trapeo y muestreo de frutas.
- d) **Área libre de la plaga**, que incluye el mantenimiento de las áreas libres mediante la operación de redes de trapeo, muestreo y medidas cuarentenarias locales e internacionales que eviten la reintroducción de la plaga.

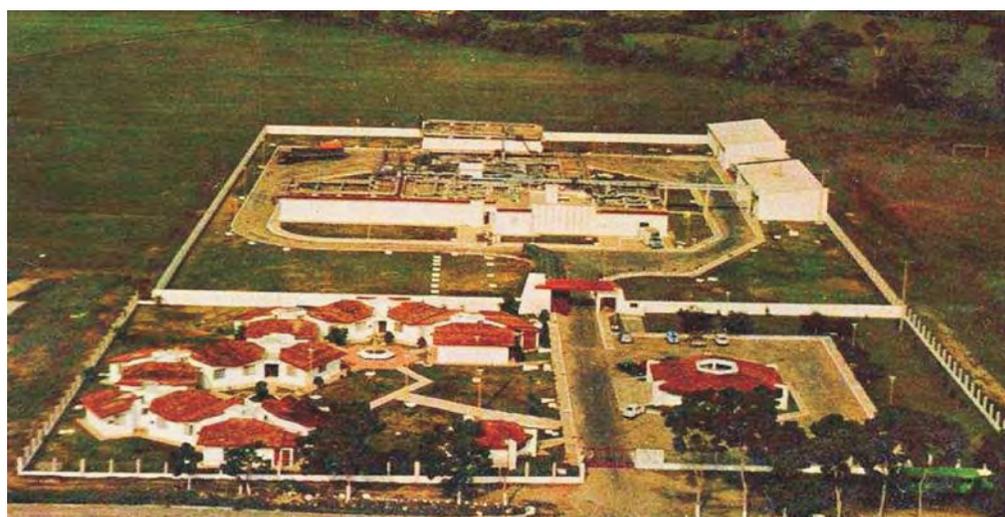
En México la fase de *preerradicación* comprendió de 1976 a 1977. Cuando se detectaron los primeros brotes de la plaga en Guatemala, los gobiernos de México, EUA y Guatemala establecieron el “Programa Moscamed”. Una de las primeras acciones fue el inicio de la construcción de la planta de producción de insectos estériles en Metapa de Domínguez, Chiapas, México, a finales de 1977 (figura II.4) con un costo aproximado de 10 millones de

dólares (estimaciones del ingeniero Gutiérrez Samperio, entonces Director General de Sanidad Vegetal). La planta fue inaugurada en septiembre de 1979 con una capacidad instalada de producción de 500 millones de moscas estériles por semana de la cepa bisexual (hembras y machos).

En esa época se establecieron reuniones con expertos nacionales e internacionales para la planeación de las actividades de trapeo y muestreo de frutas, así como para la capacitación del personal que participaba en el desarrollo de todas las actividades propias del programa de erradicación de la mosca del Mediterráneo.



Figura II.4. Planta Moscamed en construcción

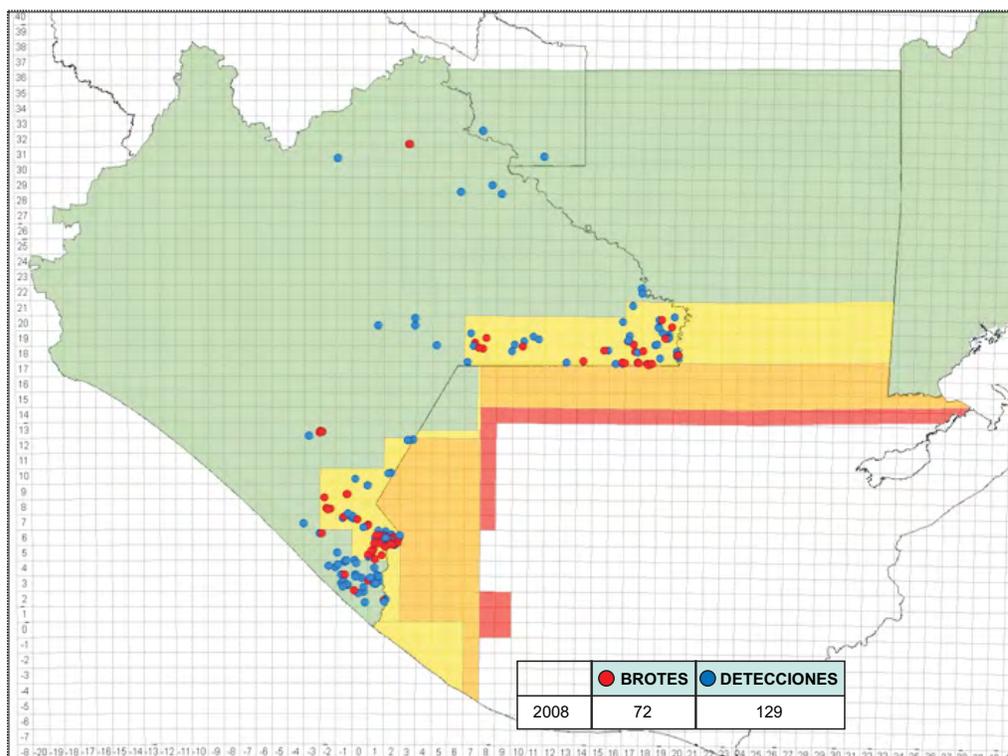


Fuente: Informe Anual 1980, Programa Moscamed.

Con la finalidad de realizar acciones dirigidas, tanto para la detección oportuna de la plaga como para la planeación de medidas de control, se estableció una nomenclatura especial para ordenar la información. Se utilizó la cartografía internacional con divisiones de cuadrantes de 10x10 km, subdivididos a su vez en 100 km² como unidad de superficie clave para aplicar los sistemas de detección y control, lo cual permitió la evaluación de todas las actividades de las operaciones de campo. En cada plan anual del Programa Moscamed se establecen las áreas de trabajo regionales, por categoría fitosanitaria. Por ejemplo, en la figura II.5, el área iluminada de verde corresponde al área libre de la plaga, la de amarillo, al área de baja prevalencia, la anaranjada al área de supresión, la roja al área de monitoreo intensivo y el resto del área de color gris en Guatemala, es zona infestada sin actividades de control. Los círculos o puntos reflejan las zonas donde se detectaron brotes y detecciones de la mosca del Mediterráneo.

En 1977-1978 se detectaron cuando menos 70 brotes por mes, con picos entre marzo y mayo. En 1979 se presentó un incremento acelerado de brotes y se detectaron más de 2,800 tan sólo en el mes de mayo, esto generó que en 1980 se intensificaran las actividades de aspersión aérea y terrestre de insecticidas, hubiera liberación de mosca estéril, se reestructurara la red de trapeo y se implementara la operación "Caimito" (control cultural) con el fin de eliminar al hospedero silvestre preferido de la plaga ("Caimito", *Chrysophyllum cainito* L.). También se incrementaron las contrataciones de personal y se puso énfasis en su capacitación.

Figura II.5. Mapa de la región fronteriza bajo control en el sureste de México y frontera con Guatemala



Fuente: Informe Anual 1998, Programa Moscamed.

Gracias a dichas medidas los brotes detectados en 1980 se redujeron a 636 y quedaron controlados a finales del año; en 1981 sólo hubo 212 brotes, de los cuales el más alejado se ubicó a 37 km de la frontera con Guatemala. Sin embargo, en 1983 el número de brotes se incrementó nuevamente a 462 y la plaga se localizó a 120 km de la línea fronteriza con Guatemala. Las acciones de control incluyeron la liberación de 19 mil millones de moscas estériles, la aplicación de cebos-insecticidas vía aérea en casi 50 mil hectáreas y la recolección y tratamiento de 30 toneladas de frutas hospedantes. Lo anterior permitió el confinamiento de la mosca del Mediterráneo en 271 mil hectáreas en la frontera con Guatemala. A dicho incremento en brotes se le atribuyen como factores causales el retraso de las lluvias y la baja en el precio del café, lo cual desalentó a los productores a realizar la pizca de las cerezas, que abandonaron en los predios, propiciando que la mosca del Mediterráneo encontrara un medio propicio y hubiera un crecimiento exponencial de sus poblaciones.

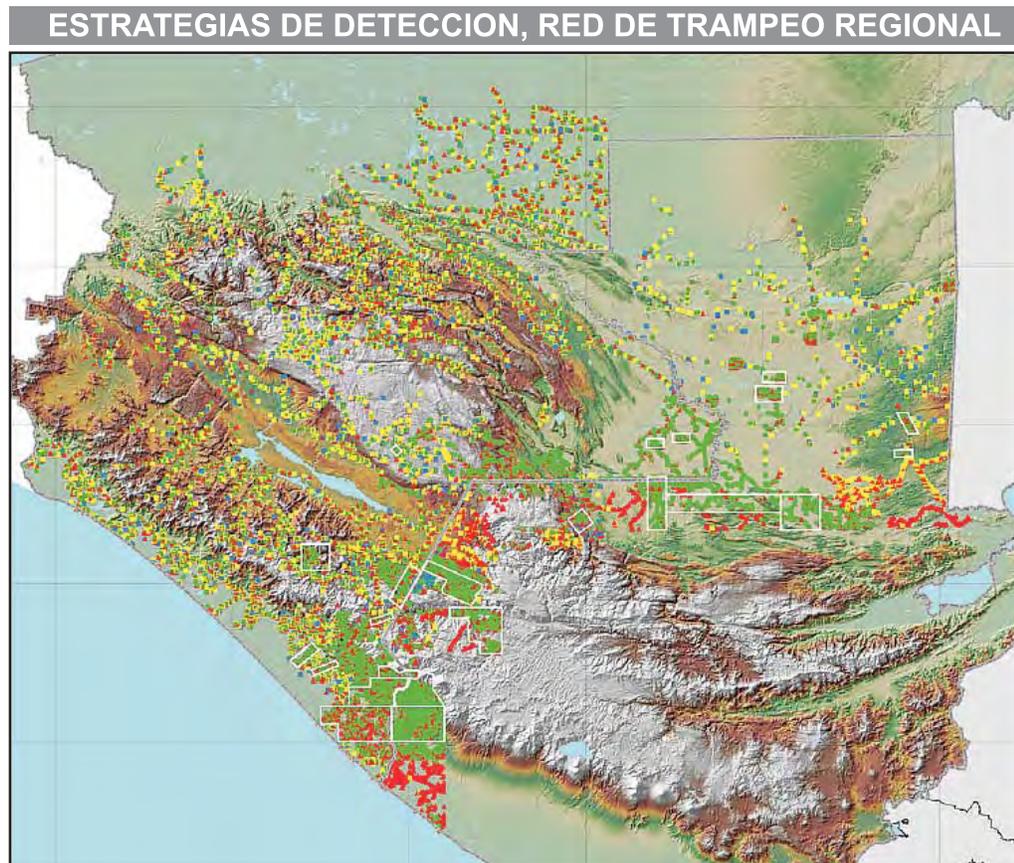
Con el conjunto de acciones realizadas durante la fase de erradicación (1977-1982) se considera que la plaga fue erradicada de Oaxaca y Chiapas, pero quedaron siempre con alto riesgo los municipios fronterizos de Chiapas con Guatemala, en donde hasta la fecha continúan los esfuerzos para la completa erradicación de la plaga.

La fase de *Poserradicación* comprende de 1983 a la fecha. Con excepción de una franja de 14,545 Km² en la parte limítrofe con Guatemala (que aún se encuentra en erradicación) el resto de México se considera área libre de la mosca del Mediterráneo. Actualmente en el Programa Moscamed se reconocen cuatro áreas de trabajo: a) **área libre**, donde no hay presencia establecida de la mosca del Mediterráneo; b) **área de baja prevalencia**, corresponde a la barrera de contención en la franja fronteriza de Chiapas con Guatemala, c) **área de supresión** donde las poblaciones de moscas del Mediterráneo están sujetas a medidas de supresión y se



ubica en Guatemala, bordeando la frontera con México, y d) **área de monitoreo**, zona infestada que se somete únicamente a actividades de trampeo en preparación a las medidas de supresión que se localiza en el interior de Guatemala, en el litoral del Pacífico (figura II.6).

Figura II.6. Red de trampeo establecida en la región fronteriza entre México y Guatemala



Fuente: Programa Moscamed, 2009.

Los puntos verdes, amarillos y rojos representan los sitios en los que se instalaron trampas en el año 2008.

Es en el área libre donde se realiza la mayor parte de las actividades relacionadas con la fase de poserradicación, incluyendo un sistema de monitoreo permanente con la finalidad de detectar oportunamente la presencia de la mosca del Mediterráneo. De acuerdo al Plan de Trabajo 2008, se instaló una red con 17,910 trampas en el estado de Chiapas y sur de Tabasco, de las cuales 13,910 se ubicaron en el área libre y 4,000 en el área de baja prevalencia.

Después de la fase de erradicación de la mosca del Mediterráneo, se ha continuado en el marco del Programa con una campaña muy agresiva para detener el embate de la plaga desde Centroamérica, con lo cual se ha mantenido el estatus de área libre para el territorio nacional. Dentro de dicha campaña se continúa con una red de 21,000 trampas en México, en la frontera con Guatemala, y 9,000 en Guatemala, además de la red de trampeo que se tiene en los estados de la república para detectar oportunamente cualquier brote de la plaga; con ello se asegura el estatus de país libre de la mosca del Mediterráneo.

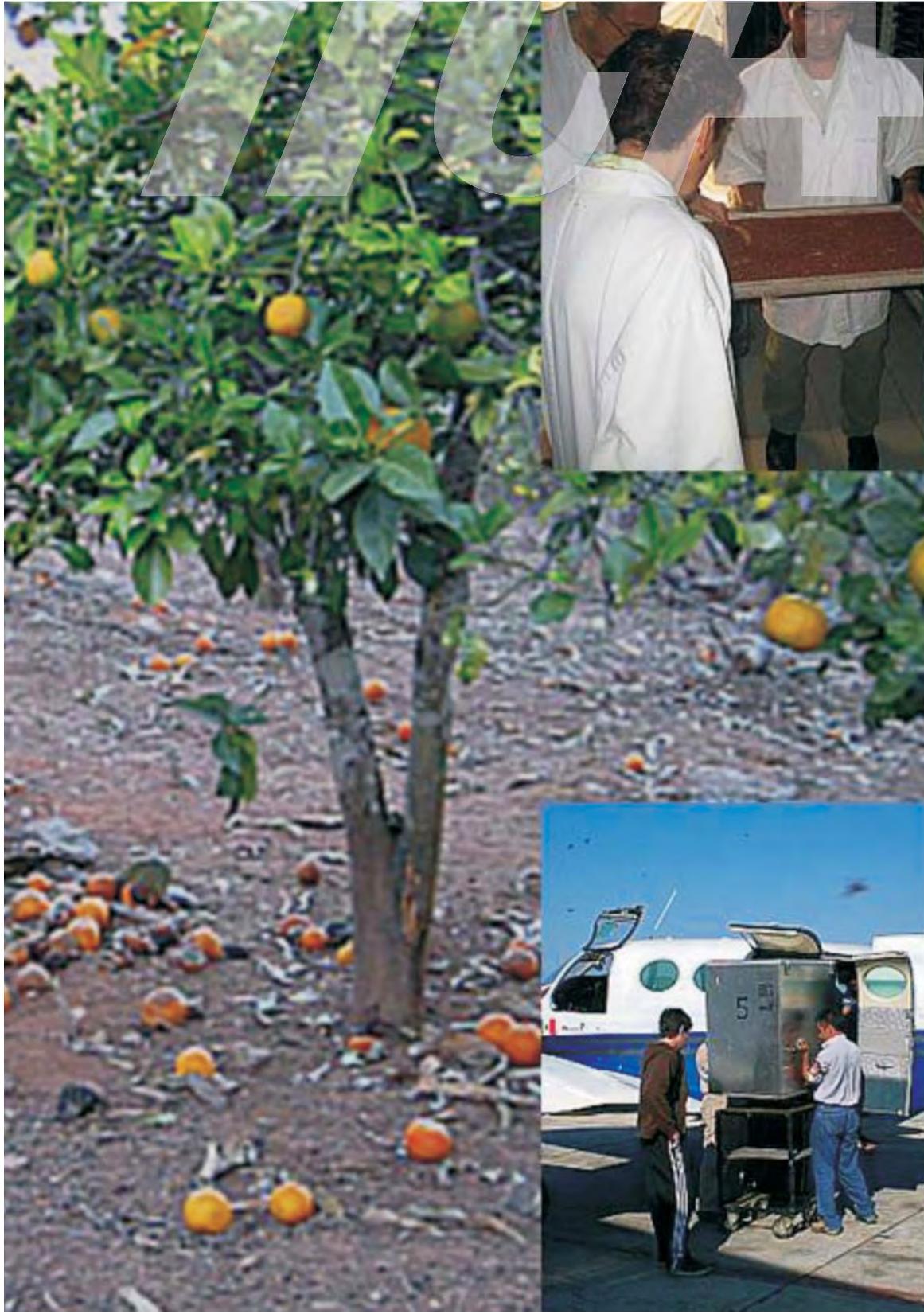




III. Metodología



IICA



III.1 Herramienta de evaluación

Para evaluar el impacto económico del Programa Moscamed en México a lo largo del período 1978-2008 se diseñó un modelo que tomó como guía el desarrollado por FAO/IAEA (2007), "Cost Benefit Analysis Model: a Tool for Area-Wide Fruit Fly Management".

Al igual que el modelo de FAO/IAEA creado para evaluar programas integrales de control de las moscas de la fruta, basados en la Técnica del Insecto Estéril, el desarrollado para la presente evaluación incluye la valuación de costos y beneficios directos e indirectos, representados en varias hojas de cálculo, las cuales se agrupan en una hoja resumen para generar diferentes indicadores económicos, tales como: índice beneficio-costo (B/C), valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), y punto de equilibrio o período para recuperar la inversión (PR).

La diferencia entre ambos modelos es que, mientras el modelo de FAO/IAEA es prospectivo (de planeación) y evalúa las ventajas económicas de iniciar un programa integrado de control de plagas, con base en indicadores de costos y beneficios estimados, el diseñado en este estudio es retrospectivo, es decir, incluye principalmente cifras históricas observadas de los indicadores para evaluar el impacto que ha tenido el Programa Moscamed en México durante 31 años de operación.

Se realizan dos evaluaciones económicas por separado: 1) una general, para México como país, y 2) otra particular, para el estado de Chiapas.

En la evaluación de México se consideran tres escenarios:

Escenario 1.1: Impacto económico, incluyendo solamente el costo de las actividades de control que se realizan en el país a través del Programa Moscamed, las cuales se han financiado principalmente con recursos aportados por el gobierno mexicano y de EUA.

Escenario 1.2: Impacto económico tomando en cuenta todo el gasto e inversión del Programa Regional Moscamed financiado, conjuntamente, por México, EUA y Guatemala. En este escenario se incluye el costo de las actividades de control realizadas tanto en México como en Guatemala, dado que estas últimas han contribuido a prevenir que la mosca del Mediterráneo ingrese a territorio nacional.

Escenario 1.3: Impacto económico para México de no existir el Programa Moscamed.

En la evaluación del estado de Chiapas se consideran los siguientes tres escenarios:

Escenario 2.1: Impacto económico del Programa considerando la parte proporcional del gasto e inversión del Programa Moscamed.

Escenario 2.2: Impacto económico del Programa, considerando la parte proporcional del Programa Regional Moscamed (que incluye las inversiones en la planta de Cría y Esterilización del Pino, Guatemala, y el gasto operativo realizado en ese país mediante las aportaciones de EUA, principalmente).

Escenario 2.3: Impacto económico para Chiapas de no existir el Programa Moscamed.





III.2 Indicadores de costos

Entre los costos directos a cuantificar bajo los distintos escenarios se incluye el gasto operativo y la inversión de las estrategias de erradicación (1978-1982) y de contención (1983-2008) del Programa Moscamed, los cuales abarcan los costos de producción de la mosca estéril, los de las operaciones de campo y los administrativos. También se incluye la parte correspondiente del costo del Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra las Moscas Exóticas de la Fruta, así como de la red de inspectorías fitozoosanitarias establecidas en todo el país, mediante la cual se controla la movilización de productos vegetales y animales, coadyuvando con la vigilancia fitosanitaria contra esa plaga. Todos los costos se manejan en dólares y se explican con detalle en el capítulo VII.

Los costos de operación se representan con los presupuestos asignados anualmente; en un caso, al Programa Regional Moscamed en su conjunto (incluyendo las aportaciones de EUA, México y Guatemala) y, en el otro, al Programa Moscamed de México, el cual incluye las aportaciones del gobierno mexicano a dicho Programa y a la Comisión Moscamed México-Guatemala, así como las de EUA al Programa mexicano solamente. Los costos de operación incluyen los relativos a la producción de la mosca estéril (cría, esterilización y control de calidad, entre otros), las operaciones de campo (trampeo, muestreo de frutos, control químico o aspersión de cebos-insecticida, actividades de control mecánico y cultural, control autocida o liberación de las moscas estériles, control biológico a nivel experimental, medidas cuarentenarias o la operación de puntos de verificación en el estado de Chiapas, actividades de divulgación y relaciones públicas, así como de investigación y capacitación) y los gastos de administración.

Como inversión se consideran, en el caso del Programa Regional, las realizadas en la construcción de las plantas de cría y esterilización de moscas del Mediterráneo en Metapa de Domínguez, Chiapas, y la de El Pino, en Guatemala; además de las efectuadas en maquinaria y equipo. En el caso del Programa de México, además de la inversión en la planta de Chiapas, se estima la de maquinaria y equipo, llevando a dólares de 1978 el valor de reposición de estos activos fijos, tomando en cuenta la valuación reportada por el área administrativa del Programa y realizada a los mismos principios de 2009, suponiendo que su vida útil es de 7 años, en promedio. Se considera tanto el valor de reposición de la maquinaria y equipo adquiridos con recursos asignados al Programa Moscamed, como de la donada por terceros.

Para cuantificar la parte proporcional que le corresponde a la estrategia de prevención de la mosca del Mediterráneo, se toma 70% (porcentaje recomendado por el personal técnico de la Dirección General de Sanidad Vegetal, DGSV) del presupuesto de operación del Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra Moscas Exóticas de la Fruta, el cual previene y vigila la posible introducción al país de dichas moscas, entre las que se encuentra la del Mediterráneo. De igual manera, y dentro del control legal de la estrategia, se le asigna 3% de los presupuestos asignados a las inspectorías fito-zoosanitarias que se encuentran distribuidas en puertos de entrada, aeropuertos y zonas fronterizas de todo el país, tomando en cuenta que en dicha red de inspectorías se detecta todo tipo de plagas y enfermedades que afectan a cultivos agrícolas y productos pecuarios.

Para la cuantificación del escenario tres, o impacto económico, en caso de que no existiera el Programa Moscamed, se considera la reducción potencial que enfrentaría la producción de los cultivos seleccionados debido a infestaciones de la mosca del Mediterráneo, así como el costo residual correspondiente (ver detalle en capítulo VI). Además, los beneficios indirectos que genera el Programa, señalados a continuación, se convierten en costos bajo este escenario.

III.3 Indicadores de Beneficios

III.3.1 Indicadores de Beneficio directo

Los beneficios directos del control efectivo de la mosca del Mediterráneo incluyen los incrementos en los volúmenes y el valor neto de la producción de las frutas y hortalizas, así como el aumento en los volúmenes y valores netos de las exportaciones gracias a que proceden de área libre de la plaga.

Los valores netos de la producción de las frutas y hortalizas que van al mercado nacional, al igual que de las exportaciones, se derivan para el país y para Chiapas descontando los costos de producción respectivos. Los beneficios directos se cuantifican para frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo (aguacate, chabacano, chayote, chiles verdes, durazno, fresa, guayaba, limón persa, mandarina, mango, manzana, melón, naranja, papaya, pepino, pera, sandía, jitomate, toronja y uva), cuyo comportamiento se describe en el capítulo V. En particular, las exportaciones de jitomate, sandía, pepino, melón y chiles verdes (considerados hospedantes secundarios), que se verían seriamente afectadas por la presencia de la plaga, al igual que la generación de divisas para el país. La cuantificación de todos los beneficios también se maneja en dólares.



III.3.2 Indicadores de Beneficio indirecto

Dentro de los beneficios indirectos o costos que se ahorra el país mediante la operación del Programa Moscamed, se consideran y cuantifican: 1) impacto en la salud humana por la exposición de la población rural a insecticidas; 2) efecto en el mantenimiento y generación de empleo en la producción de frutas y hortalizas, hospedantes primarios de la mosca del Mediterráneo; y 3) reducción en el daño al ambiente que trae consigo el uso moderado de insecticidas. Dentro de este último punto se cuantifican los impactos en: a) enemigos naturales, b) polinización y c) apicultura. La explicación detallada de estos beneficios se encuentra en el capítulo VI. Los impactos de los beneficios/costos indirectos se cuantifican sobre los siguientes hospedantes primarios de la mosca del Mediterráneo, que se cultivan comercialmente en México: chabacano, durazno, guayaba, limón persa, mandarina, mango, manzana, naranja, pera, toronja y uva.

El impacto en la salud humana que conlleva la intoxicación de las personas que están expuestas a los insecticidas se mide mediante el costo de atención médica de la población rural potencialmente intoxicable. Se toma como referencia el indicador determinado en el estudio de Florida (MMWR, 1999): por cada 100,000 personas expuestas al insecticida Malatión hay 93 intoxicadas. En esta evaluación se supone que un 12.5% de la población rural mexicana está expuesta al Malatión y, de ésta, el 50% experimenta problemas neurológicos que requieren atención médica, la cual tiene un costo por persona de 190 dólares por tratamiento.

No se cuantifican efectos en nutrición humana que pudieran resultar de incrementos en el consumo per cápita de frutas y hortalizas producidas en traspato, porque no se obtuvo información de producción a ese nivel.

El efecto en el mantenimiento y la creación de empleo en la actividad hortofrutícola se cuantifica considerando el número de jornales que demanda cada cultivo y el porcentaje promedio que representó la mano de obra dentro de los costos totales de producción de las frutas y hortalizas, hospedantes primarios, en algunos estados en 2008 (capítulo VI); se traspolo dicho porcentaje hacia atrás, a lo largo de los 31 años. En ausencia del Programa Moscamed se supone que, como no habría exportaciones de las frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo, el empleo asociado a dicha actividad se perdería. Para



los escenarios de Chiapas se considera el mismo cálculo, agregándole además el costo de la nómina que ha representado la operación del Programa Moscamed en el Estado, el cual es muy significativo.

Los beneficios a evaluar como parte del impacto ambiental que trae consigo el uso de insecticidas, en el contexto de la operación del Programa Moscamed, se cuantifican de la siguiente manera.

- a) En ausencia del Programa Moscamed, el cálculo del uso de insecticida considera lo que se aplicaría de Malatión en los cultivos de los hospedantes primarios, para controlar la mosca del Mediterráneo, plaga que se habría establecido en el país ante la ausencia de medidas fitosanitarias integrales: cinco aplicaciones/hectárea de 0.2 lt/aplicación tomando en cuenta un precio de 4.5 dólares/lt de insecticida y 10.39 dólares/aplicación en 2008. En presencia del Programa se considera el mismo cálculo anterior, pero restándole la cantidad de insecticida que se ha aplicado en el combate de la plaga mediante el Programa Moscamed, tanto para eliminar brotes en la frontera con Guatemala como para contener la incursión de la mosca en el territorio nacional.
- b) La aplicación de insecticidas reduce notablemente las poblaciones de enemigos naturales, limitando el control biológico de plagas secundarias que también afectan a las frutas y hortalizas, por lo que, en consecuencia, para proteger los cultivos se requeriría incrementar el uso de insecticidas para controlar dichas plagas, propiciando con ello aumentos en los costos de producción de los hospedantes primarios que en este estudio se asume en 20% si no existiera el Programa Moscamed. En presencia del Programa —como gran parte de las aspersiones se han realizado en la zona del Soconusco, donde la presencia de los hospedantes primarios es reducida— se considera que el impacto de las plagas secundarias se da solamente en los cultivos que se producen en dicha zona; que son principalmente el mango y, en menor medida, la papaya.
- c) Debido a que la aplicación de insecticidas afecta a los agentes biológicos polinizadores, cuya función es transportar el polen fertilizando a los cultivos, se asume que al eliminarse una porción significativa de los polinizadores, el volumen y valor de la producción de los hospedantes primarios se reduce 20% en ausencia del Programa Moscamed (como se consideró en el estudio de Centroamérica). Con el Programa y bajo el criterio antes mencionado (sólo el área cultivada de mango y papaya en la zona del Soconusco estaría sujeta al impacto negativo en polinización), el 20% de reducción se aplica al volumen y valor de la producción de dichos productos, a lo largo de los 31 años de la evaluación.
- d) En ausencia del Programa Moscamed el impacto en apicultura se cuantifica considerando una caída de 25% en el volumen y valor de la producción de miel y cera de abeja, a lo largo del periodo 1978-2008, como consecuencia del efecto negativo que tiene la aplicación del insecticida Malatión en las áreas de plantas hospedantes donde suelen contar con apiarios. En presencia del Programa, se aplica el criterio de que, como solamente los apiarios localizados en la zona del Soconusco están expuesto a la aplicación intensiva del insecticida en el estado de Chiapas, el 25% de reducción se aplica al área de trabajo del Programa Moscamed, que corresponde al 11% de la superficie del Estado; se asume que los apiarios están uniformemente distribuidos en el mismo y que las abejas no solamente forrajean en zonas de cultivo de frutas y hortalizas sino también en otros cultivos (como el café) y plantas silvestres. Por tanto, el 25% de reducción se aplica al 11% de la producción de miel y cera de abeja.

La explicación detallada de la estructura de beneficios que trae consigo el Programa Moscamed se presenta en el capítulo VI.

III.4 Cálculo de indicadores económicos

Tanto los costos como los beneficios se presentan en millones de dólares para cada uno de los 31 años, y sus flujos se convierten a valor presente utilizando como tasa de descuento la inflación promedio en EUA durante el período 1978-2008 (4.17%). Los indicadores económicos a generar para cada uno de los escenarios se calculan de la siguiente manera:



La razón beneficio/costo,

$$BC = \frac{\sum_{j=0}^{31} \frac{Beneficio_j}{(1+r)^j}}{\sum_{j=0}^{31} \frac{Costo_j}{(1+r)^j}}$$

El 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, y debe ser igual o mayor a 1 para que el Programa Moscamed haya sido económicamente factible.

El valor presente neto,

$$VPN = \sum_{j=1}^{31} \frac{Flujo_j}{(1+r)^j}$$

Donde

31 = número de años evaluados

r = tasa de descuento igual a inflación promedio anual de EUA en los 31 años

El valor presente neto a generarse en esta evaluación debe ser positivo a fin de reflejar que la puesta en marcha del Programa Moscamed fue factible desde el punto de vista económico.

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

$$I_0 - \sum_{j=1}^{31} \frac{Flujo_j}{(1+TIR)^j} = 0$$

Donde

I = Inversión Inicial del Programa

La tasa interna de retorno esperada es la tasa de interés que debió haber generado la inversión hecha en el Programa Moscamed, consistente de flujos (costos y beneficios) ocurridos durante el período 1978-2008.

El periodo de recuperación de la inversión, $PR = \text{Min} \left[t, \left(\sum_{j=1}^t Flujo_j - I_0 \right) \geq 0 \right]$

El periodo de recuperación de la inversión, también conocido como punto de equilibrio, es el periodo requerido para que los beneficios netos acumulados igualen a la inversión original realizada mediante el Programa Moscamed.

III.5 Análisis causal

Como complemento de la evaluación económica antes planteada, y con el fin de corroborar estadísticamente la relación causa-efecto entre el Programa Moscamed y los diferentes beneficios que se le atribuyen, en este estudio también se corren análisis de regresión lineal simples, considerando la siguiente función:

$$Y = f(X) + e$$

en donde:

Y = Variable dependiente representada, de manera separada, por los beneficios directos e indirectos que ha generado el Programa Moscamed en los últimos 31 años, considerados en este estudio a través de: 1) el valor neto de la producción nacional y de las exportaciones de las frutas y hortalizas, hospedantes primarios, de la mosca del Mediterráneo, 2) ahorro en el gasto médico de la población rural potencialmente intoxicable por la exposición al insecticida Malatión, 3) ahorro en la eliminación de enemigos naturales que dejan sin control a las plagas secundarias en detrimento de los cultivos, 4) ahorro en la eliminación de agentes biológicos polinizadores que benefician a los cultivos mediante el transporte de polen, 5) ahorro en la utilización indiscriminada de insecticida para el control de la mosca del Mediterráneo en caso que llegara a establecerse en el territorio nacional, y 6) ahorro en el impacto negativo que trae consigo la aplicación de insecticidas en la apicultura.

X = Variable independiente, representada por el Programa Moscamed, conceptualizado aquí mediante los presupuestos e inversiones que ha ejercido a través de los recursos financieros aportados por México, Estados Unidos y Guatemala durante el período 1978-2008.

e = término aleatorio que no explica el Programa.

Desde el punto de vista estadístico, mediante la técnica del análisis de regresión se puede explicar qué tanto del comportamiento o variación de la variable dependiente, representado por la unidad en que se manejen las variables, lo causa o depende de la variable independiente (cambios representados por el valor del parámetro Beta). Así mismo, este análisis es útil para mostrar en qué medida el Programa Moscamed es estadísticamente significativo para generar variabilidad en los beneficios aquí determinados (variabilidad representada con el parámetro R^2).



IV. Estrategia Integrada del Mediterráneo en



de Control de la Mosca México

Desde 1982 el territorio mexicano está considerado área libre de la mosca del Mediterráneo; sin embargo, la presencia de esta plaga en Centro y Sudamérica mantiene bajo intensa presión al área que colinda con Guatemala, así como a otros estados del sureste de México en donde se han presentando brotes de la plaga.

A través del Programa Moscamed se mantiene una estrategia integrada de control que incluye: 1) **contención**, consistente en la aplicación de medidas fitosanitarias y regulatorias en y alrededor del área infestada de la plaga (frontera de Chiapas con Guatemala) para prevenir su propagación hacia el resto de México y los EUA; 2) **erradicación**, que abarca la eliminación de cualquier brote de la mosca del Mediterráneo que se presente en la zona libre del país, mediante procedimientos cuarentenarios permanentes, rigurosos y eficaces que impiden la reintroducción de la plaga; y 3) **prevención**, o Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra Moscas Exóticas de la Fruta, que considera la implementación de medidas fitosanitarias para evitar la reintroducción de la mosca del Mediterráneo a la zona libre o resto de las entidades federativas.

IV.1 Erradicación y contención

Como parte del componente Erradicación de la mosca del Mediterráneo en México se han establecido diferentes medidas bajo el concepto de manejo integrado en grandes áreas, como son: a) detección por trampeo de moscas adultas con feromonas sexuales y atrayentes alimenticios; b) detección por muestreo de fruta; c) control autocida (liberación de moscas estériles); d) control biológico (experimental, mediante la liberación aumentativa de parasitoides); e) control mecánico y cultural; f) control químico por aspersiones de cebos-insecticida; g) control legal, y h) relaciones públicas y divulgación.

IV.1.1 Detección por trampeo

Las actividades de trampeo tienen como objetivos:

- Determinar la presencia de la mosca del Mediterráneo en un área determinada.
- Identificar los límites del área considerada como infestada o libre de la plaga.
- Verificar de manera continua las características de la población de la plaga (fluctuación poblacional, abundancia relativa, etc.).

Estrategias de detección. De conformidad con la Guía para el Trampeo en Programas de Control de la Mosca de la Fruta en Áreas Extensas de la OIEA, el Programa Moscamed tiene establecido un trampeo para detección que consiste en dos trampas por kilómetro cuadrado, en una proporción de 1:1 trampas con atrayente TrimedLure y trampas con atrayente BioLure, respectivamente, excepto en las áreas con liberación de moscas estériles, donde la proporción es de 1:9 en el mismo orden, respectivamente, cubriendo superficies con hospedantes



comerciales, marginales y centros urbanos. Se aplica un muestreo de frutos en forma complementaria en áreas con liberación de moscas estériles y sitios con historial de detección de plaga erradicada. La revisión del área de baja prevalencia es semanal y en el área libre quincenal.

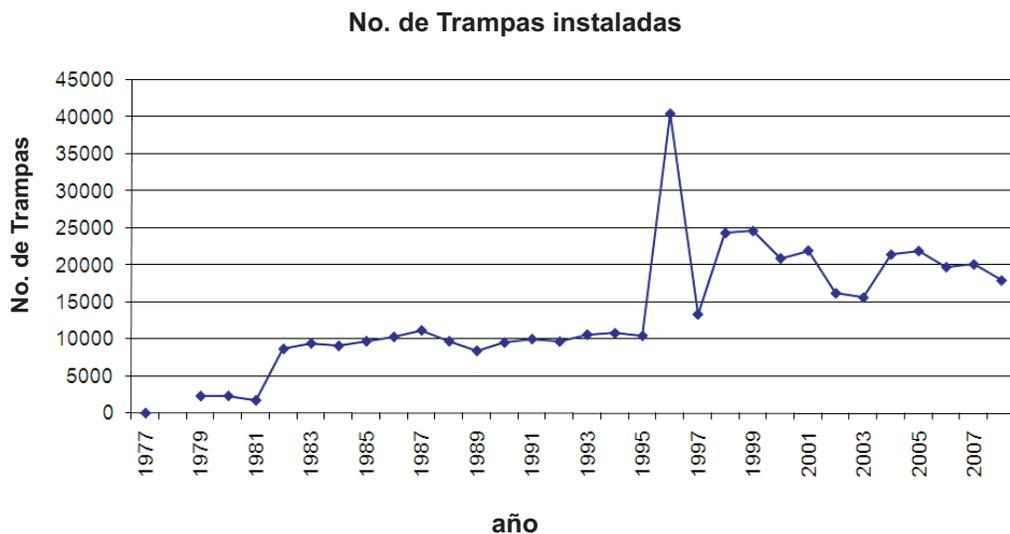
Con base en el protocolo de erradicación de brotes en áreas libre, baja prevalencia y supresión, ante la detección de brotes de la plaga en área libre se ejecuta un trapeo de delimitación, que se instala durante un periodo de tres generaciones sin presencia de la plaga, 10 trampas por Km² en los 9 Km² centrales a relación de 1:4 (Jackson TrimedLure 3 gr: Fase IV BioLure) y 4 trampas por Km² en los 16 Km² restantes a relación de 1:3 (Jackson TrimedLure 3 gr: Fase IV BioLure) para un total de 154 trampas (34 Jackson TrimedLure 3 gr y 120 Fase IV BioLure) en una superficie de 25 Km² alrededor del brote. La revisión es semanal en todas las áreas.

En el área de baja prevalencia, el trapeo de delimitación de brotes comprende la instalación de 10 trampas/Km² en 9 Km² alrededor de la detección aislada. La relación de trampas es 1:4 Jackson TrimedLure 3 gr: Fase IV BioLure. Después de tres generaciones sin plaga, y con el fin de verificar la erradicación del brote, se instala el trapeo de comprobación, de 5 trampas por Km², en una superficie de 9 Km² alrededor del brote, en una relación de 3:2 CyC TrimedLure 10 gr: Fase IV BioLure.

En la figura IV.1 se muestra la cantidad de trampas instaladas durante las fases de erradicación (1977-1982) y contención (1983-2008), en donde se observa que de 1997 a 2005, con excepción de 2002 a 2003, se instalaron alrededor de 20,000 trampas por año.



Figura IV.1 Trampas instaladas en el marco del Programa Moscamed

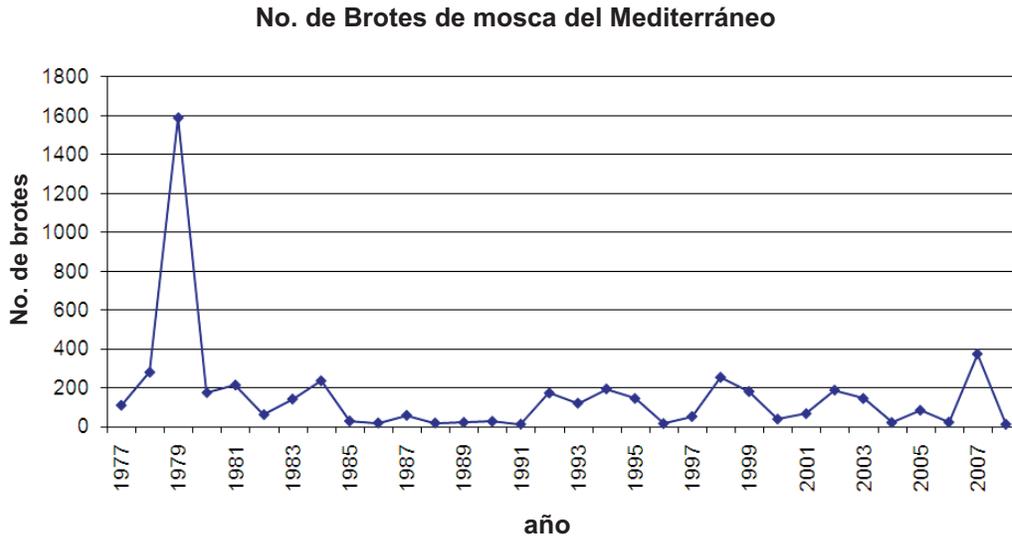


Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

El alto número de brotes detectados en Chiapas durante la fase de erradicación (1977-1982) se observa en la figura IV.2, destacando que a partir de la fase de contención (1983-2008) los brotes presentados no rebasaron los 200 por año en los sitios o lugares infestados (excepto en 1984, 1998 y 2007).



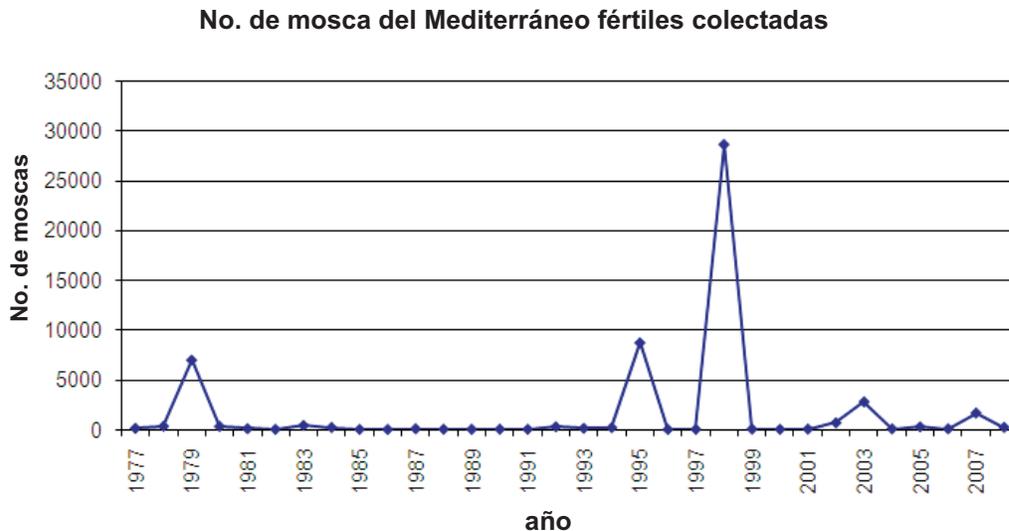
Figura IV.2 Número de brotes detectados en el marco del Programa Moscamed



Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

Adicionalmente al registro de brotes en sitios infestados se maneja el indicador de la intensidad de la infestación y el número de moscas fértiles capturadas por trampa, como elemento que contribuye a la toma de decisiones. En la fase de erradicación (1977-1982) hubo una captura arriba de las 6,600 moscas fértiles, mientras que en la fase de contención (1983-2008), entre 300 y 500 moscas por año; sin embargo, en 1998 se incrementó dramáticamente la captura a más de 28,000 (figura IV.3). Se asume que dicho incremento se debió al fenómeno meteorológico conocido como “El Niño” el cual modificó las condiciones normales de temperatura y humedad, propiciando que la mosca del Mediterráneo migrara de Centroamérica a los estados de Chiapas, Tabasco y Campeche.

Figura IV.3. Captura de moscas fértiles



Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

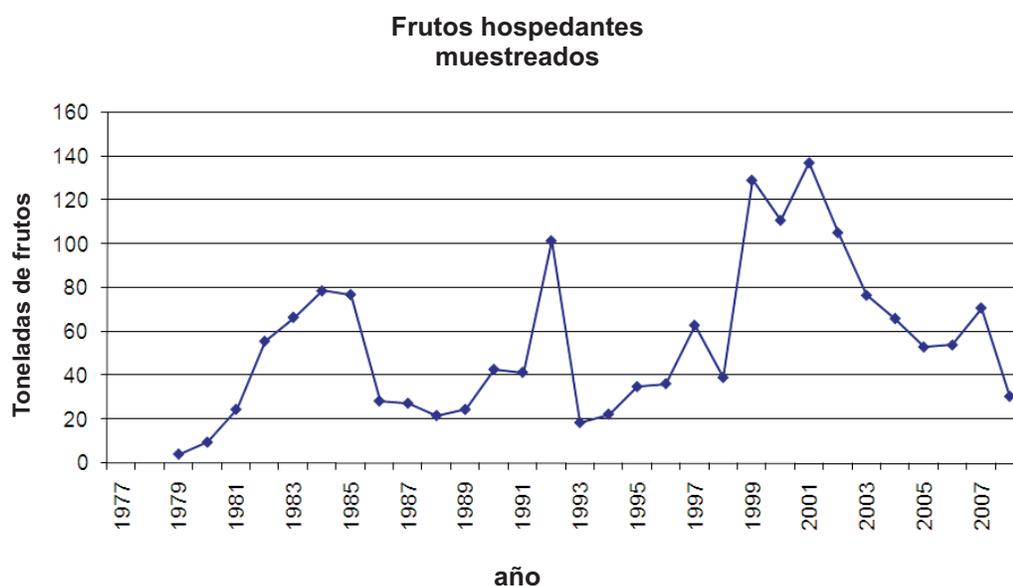
IV.1.2 Detección por muestreo de frutos

El muestreo de frutos se realiza de manera sistemática y dirigida a aquellos frutales hospedantes de la mosca del Mediterráneo, y es efectuado en las áreas de erradicación y libre de alto riesgo. Este ha sido el método más confiable para determinar la presencia o ausencia de la plaga, pues los resultados del muestreo permiten conocer la distribución geográfica y el nivel de infestación. Así mismo, permiten identificar a las poblaciones silvestres establecidas, el avance de la plaga, corroborar las actividades de trapeo y evaluar el grado de éxito de las medidas de control implementadas.

Las actividades de muestreo fueron implementadas desde el inicio del Programa Moscamed y han permitido, junto con el trapeo, detectar oportunamente los brotes y conocer la distribución de la mosca y su densidad. Dos indicadores de muestreo son la cantidad de fruta muestreada (figura IV.4) y el número de larvas encontradas (figura IV.5).



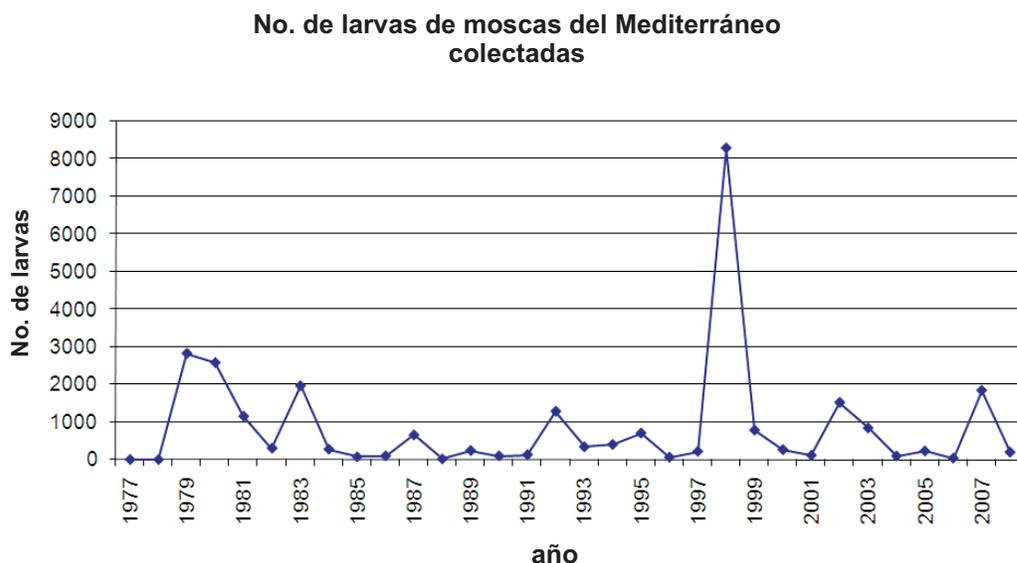
Figura IV.4. Frutos muestreados en el marco del Programa Moscamed



Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

Como se aprecia en la figura IV.4, el muestreo de frutas se intensificó en los años posteriores al incremento de brotes o número de larvas detectadas. Después de los brotes de 1979 el muestreo de frutas se incrementó de manera paulatina. Así mismo, en el año 1998 de la emergencia fitosanitaria por el fenómeno meteorológico “El Niño”, el muestreo de frutas alcanzó una gran actividad (más de 120 toneladas) así como la mayor infestación, superior a las ocho mil larvas de la mosca del Mediterráneo detectadas en dichos frutos (figura IV.5) (Programa Moscamed, 1998b).

Figura IV.5. Larvas de moscas del Mediterráneo detectadas en el marco del Programa Moscamed



Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

IV.1.3 Control químico (aspersión de cebos-insecticida)

Una de las principales funciones del control químico, mediante la aplicación de cebos-insecticida, ha sido reducir las poblaciones de la mosca del Mediterráneo a niveles tales que permitan que el uso de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) sea económicamente viable y eficiente. Tradicionalmente, en el programa de manejo integrado de la mosca del Mediterráneo se han realizado las aspersiones de cebos en zonas donde se observan brotes de la plaga, ya sea por vía aérea utilizando helicópteros o aviones, o por vía terrestre mediante aspersores manuales, motorizados o con equipos de aspersión terrestre en vehículos. Las aspersiones se realizan por lo menos una vez a la semana. Las zonas donde se presentan brotes son tratadas con 4 a 12 aspersiones hasta reducir la población a los niveles deseados. La decisión sobre el número de aspersiones depende de los datos obtenidos del monitoreo establecido después de la detección del brote.

Como puede verse en la figura IV.6, en 31 años se han asperjado más de tres millones de hectáreas (considerando que un área pudo asperjarse más de una ocasión). Durante 1979 y 1981 se asperjó el mayor número (con un máximo de 900 mil hectáreas en 1980) debido a que se registraron 1,589 brotes en 1979. A partir de entonces las aspersiones fueron disminuyendo paulatinamente hasta llegar a un mínimo de 9,000 hectáreas; sin embargo, con el incremento en brotes de la plaga en 1998, al siguiente año se asperjaron más de 400,000 ha, lográndose con ello, así como con la ayuda de otros métodos de control, la disminución drástica de la plaga, y en consecuencia la disminución de hectáreas tratadas en los años siguientes.

En la mayoría de los años que lleva implementado el Programa (1977-2008) ha habido una combinación de aspersiones aéreas y terrestres (tabla IV.1), dependiendo del número de brotes; cuando éste ha sido mayor o se han tenido que asperjar zonas de difícil acceso como cañadas, áreas de vegetación cerrada, montañas, etc., la aspersión ha sido aérea.



El control químico de la mosca del Mediterráneo estuvo basado prácticamente de 1977 al 2002 en el uso del cebo-insecticida compuesto por cuatro partes de proteína hidrolizada y una de Malatión, en aplicaciones a ultra bajo volumen y a una dosis de un litro por hectárea. Durante el tiempo de operación del Programa se han usado alrededor 358 mil litros de Malatión, 9,250 litros de Suredye y 540 mil de Spinosad para la preparación de las mezclas (tabla IV.1) y se han asperjado más de cuatro millones de litros.



Figura IV.6. Hectáreas asperjadas dentro del Programa Moscamed



Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

Como parte de la evolución del Programa Moscamed en cuanto a protección del medio ambiente, y atendiendo las inconformidades de productores cafetaleros de Chiapas contra el uso del Malatión, dado que una región importante de la producción de café buscaba su certificación como área de manejo orgánico, en 1997 se eliminó totalmente el uso de malatión y se sustituyó por un cebo fototóxico (Suredye), hecho a base de colorantes utilizados en alimentos, cosméticos y fármacos, el cual se mezcló con proteína hidrolizada (la formulación de Suredye consistió de 0.688% Phloxine B, 0.312% Uranine, 40% Mazoferm E802 y 20% de fructosa en agua). Este producto sólo fue aplicado durante un año, utilizándose 9,250 litros para tratar 12,788 hectáreas. Debido a que se discontinuó la producción del Suredye, durante el año de la emergencia fitosanitaria (1998) se regresó al Malatión con el cual se asperjaron más de medio millón de litros de la mezcla del cebo, que incluía casi 27 mil litros de Malatión

Tabla IV.1 Aplicación de productos para el control químico de la mosca del Mediterráneo dentro del programa Moscamed

Año	Tipo de aplicación	Producto químico	Producto químico (litros)	Formulación aplicada (litros)
1980	aérea y terrestre	Malatión	175,553	877,763
1981	Terrestre	Malatión	11,849	305,978
1982	aérea/terrestre	Malatión	23,075	107,000
1983	aérea/terrestre	Malatión	10,480	59,524
1984	Terrestre	Malatión	891	38,628
1985	Terrestre	Malatión	754	11,557
1986	Terrestre	Malatión	1,245	10,938
1987	aérea/terrestre	Malatión	2,963	32,325
1988	Terrestre	Malatión	146	13,276
1989	Terrestre	Malatión	584	43,000
1990	Terrestre	Malatión	509	16,550
1991	Terrestre	Malatión	560	13,200
1992	aérea/terrestre	Malatión	11,844	138,423
1993	Terrestre	Malatión	772	46,732
1994	Terrestre	Malatión	805	80,605
1995	aérea/terrestre	Malatión	14,476	350,000
1996	Terrestre	Malatión	374	15,076
1997	aérea/terrestre	Suredye	9,250	17,600
1998	aérea/terrestre	Malatión	26,939	538,770
1999	aérea/terrestre	Malatión	20,131	402,628
2000	aérea/terrestre	Malatión	17,452	349,040
2001	aérea/terrestre	Malatión (93.4%), Spinosad (6.6%)	18,546	370,920
2002	aérea/terrestre	Malatión (82.5%), Spinosad (17.5%)	11,839	370,920
2003	aérea/terrestre	Spinosad	56,759	347,449
2004	Terrestre	Spinosad	17,980	72,224
2005	aérea/terrestre	Spinosad	15,576	392,915
2006	Terrestre	Spinosad	28,604	99,220
2007	Terrestre	Spinosad	246,555	833,690
2008	aérea/terrestre	Spinosad	171,721	467,701

Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

Fue hasta finales del 2002 cuando se eliminó el uso del Malatión en las operaciones del Programa Moscamed y se le sustituyó por el Spinosad como ingrediente activo del cebo, llamado Succes; producto catalogado como ligeramente tóxico tanto para animales como para otros organismos no blanco (polinizadores, abejas), el cual es compatible con la agricultura orgánica. Este cebo orgánico, GF-120 NF Naturalyte 0.02 CB[®], es de origen natural y específico para control de moscas de la fruta; es elaborado con proteínas y azúcares de maíz y su ingrediente activo es el Spinosad, un derivado de la fermentación de la bacteria del suelo *Saccharopolyspora spinosa* (Programa Moscamed, 2008).

IV.1.4 Control mecánico y cultural

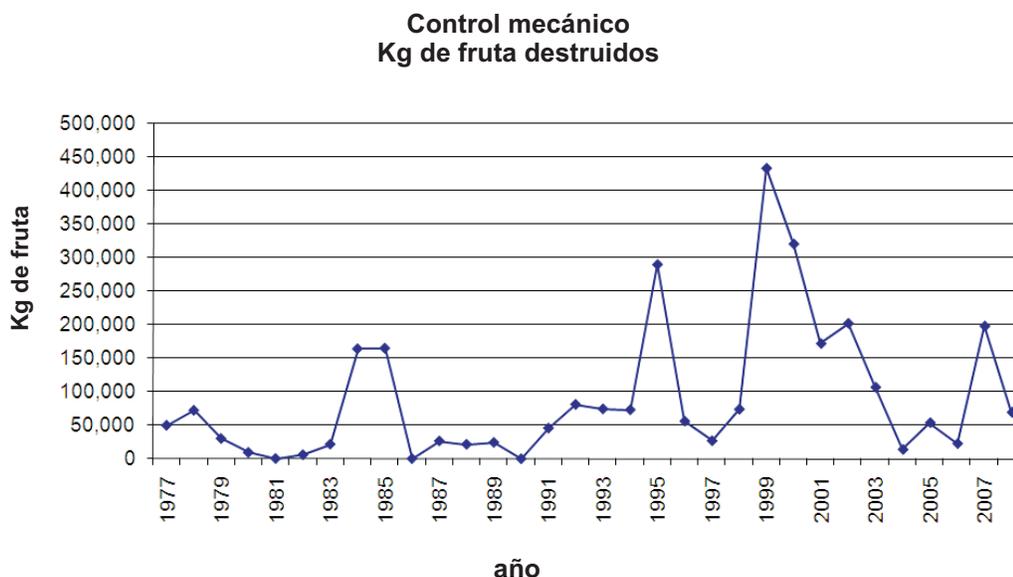
El control mecánico y cultural se aplica a la par de las aspersiones de cebos-insecticida para la supresión de poblaciones de larvas de mosca del Mediterráneo. Entre las acciones relativas a control mecánico y cultural del Programa Moscamed destacan:

- Cosecha, enterramiento y/o tratamiento de frutos hospedantes. En cualquier zona donde se haya detectado la presencia de mosca del Mediterráneo se colectan todos los frutos hospedantes, tanto los que están en el suelo como los que están en el árbol.
- Poda severa y/o eliminación de árboles silvestres hospedantes no comerciales, preferidos de la mosca del Mediterráneo, que se realizó en 1980 en el marco de la llamada "Operación caimito" la cual consistió en la eliminación de todos los árboles de la especie *Chrysophyllum caimito*, altamente susceptibles al ataque de la mosca del Mediterráneo.



A lo largo del Programa y como parte de las actividades de control mecánico, se han colectado, destruido o tratado más de 3,220 toneladas de frutos hospedantes (figura IV.7). En su mayoría han sido colectados por el personal de la campaña y decomisados en los puntos de inspección fitosanitaria. El control mecánico se ha enfocado principalmente a frutos de pericarpio blando, preferidos por la mosca del Mediterráneo: guayaba, cítricos, caimito, chicozapote, durazno, níspero, etc. En 1999 se destruyó la mayor cantidad de fruta (434 toneladas) en respuesta al brote de moscas del Mediterráneo que se extendió por gran parte del Sureste mexicano. En 1995, 1999, 2000, 2002 y 2007 se destruyeron más de 200 toneladas de fruta.

Figura IV.7. Frutos destruidos por las actividades de control mecánico y cultural del Programa Moscamed



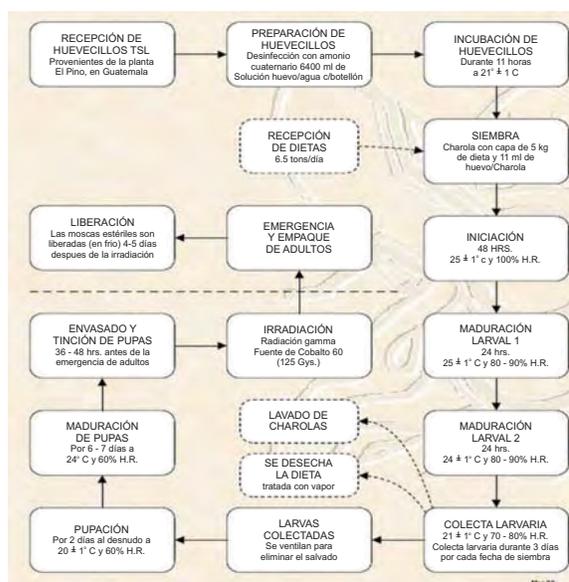
Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

IV.1.5 Control autocida

La aplicación de la Técnica del Insecto Estéril (TIE), también conocida como control autocida, fue inicialmente desarrollada para el control del gusano barrenador del ganado, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) (Wyss, 2002); se basa en la producción masiva de insectos, su esterilización y liberación en campo para asegurar que cuando se presenten los apareamientos en campo una porción considerable ocurra entre insectos estériles y silvestres, reduciendo con ello las poblaciones del insecto objetivo. Esta técnica tiene la ventaja de ser 100% libre de efectos negativos a especies no objetivo, tiene nulo impacto en el ambiente y, aunque su costo inicial es muy alto, a la larga se obtienen significativos beneficios económicos directos e indirectos. Por ejemplo, de acuerdo a Vargas-Terán, *et al.* (2005), el programa de erradicación del gusano barrenador del ganado en México, Centroamérica y EUA ha tenido un costo de 1,300 millones de dólares en un periodo de 45 años, pero los beneficios obtenidos en tan sólo un año alcanzan la misma cantidad.

La técnica del insecto estéril fue utilizada por primera vez en México contra la mosca del Mediterráneo a finales de 1979. La planta de producción de moscas del Mediterráneo estériles, construida en Metapa de Domínguez, Chiapas, fue la primera en su tipo a nivel mundial, con una capacidad instalada de 500 millones de pupas por semana; de 1979 a 2002 se utilizó una cepa bisexual con una producción de 50% machos y 50% hembras. De finales de 2002 a la fecha se trabaja con la cría de la cepa TSL, genéticamente modificada, en la que los individuos hembras son letalmente sensibles a las temperaturas y, de esta manera, son eliminados en la fase de huevecillo. La producción de moscas machos con esta cepa (500 millones por semana) hizo más efectiva la TIE. La producción de mosca estéril se basa en procesos que han sido bien documentados en los manuales de procedimientos de la planta Moscamed (ver diagrama de flujo en la figura IV.8) y detallados en otras publicaciones (Orozco *et al.*, 1983; Schwarz *et al.*, 1985; Cáceres, 2002; FAO/IAEA/USDA, 2003; Enkerlin, 2008).

Figura IV.8. Diagrama de flujo de la producción, irradiación y liberación de moscas estériles de la planta Moscamed en Metapa de Domínguez, Chiapas



Fuente: Programa Nacional moscas de la fruta (Programa Moscamed, 2008)



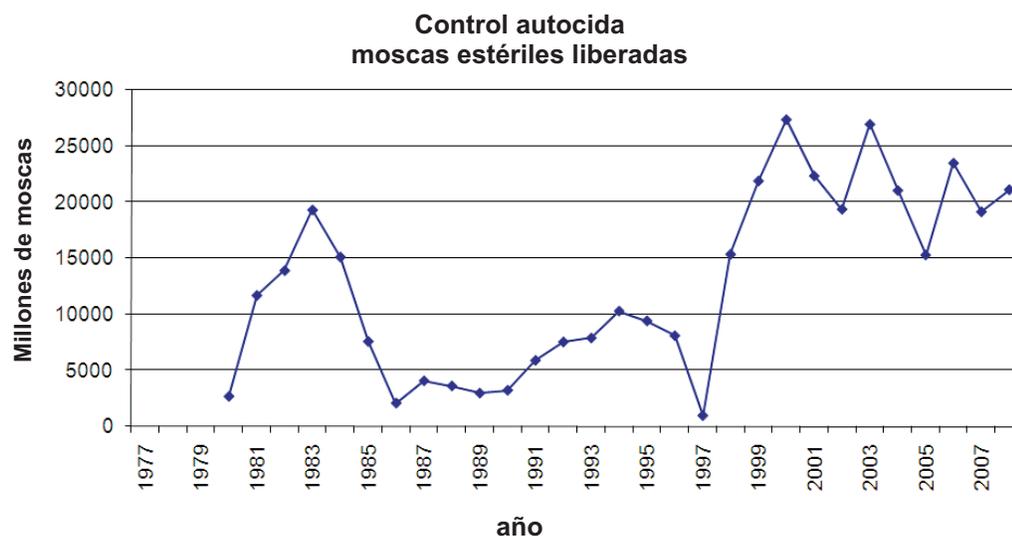
En 1993 se inauguró la planta de producción de mosca del Mediterráneo en El Pino, Guatemala, con una capacidad instalada de 3,000 millones de pupas por semana, con lo cual se incrementó la capacidad del uso de la TIE en la región, reforzando así la barrera de contención biológica en la frontera entre México y Guatemala.

Dentro del Programa Moscamed se desarrolló primero el sistema de liberación en bolsas de papel, el cual se utilizó de 1979 al 2000, luego se adoptó y desarrolló el sistema de adulto en frío en cajas Parc, con lo cual se logró una mayor calidad de moscas liberadas, distribución y densidades homogéneas, auxiliados con el sistema de navegación satelital.

En la figura IV.9 se aprecia la tendencia en la liberación de moscas estériles, hasta un pico máximo superior a 25,000 millones en 2000 y 2003, lo cual fue posible gracias a la producción generada en la planta El Pino, de Guatemala, que permitió la erradicación de los brotes detectados en el norte de Chiapas, ocasionados por la dispersión de la plaga que generó el fenómeno meteorológico "El Niño".

En los últimos años (2008-2009) la barrera biológica de contención se ha centrado en las áreas fronterizas de Chiapas y Guatemala, con liberaciones de 22,000 millones de moscas estériles por año, aproximadamente (figura IV.10).

Figura IV.9. Liberación de mosca del Mediterráneo estéril en México y frontera con Guatemala

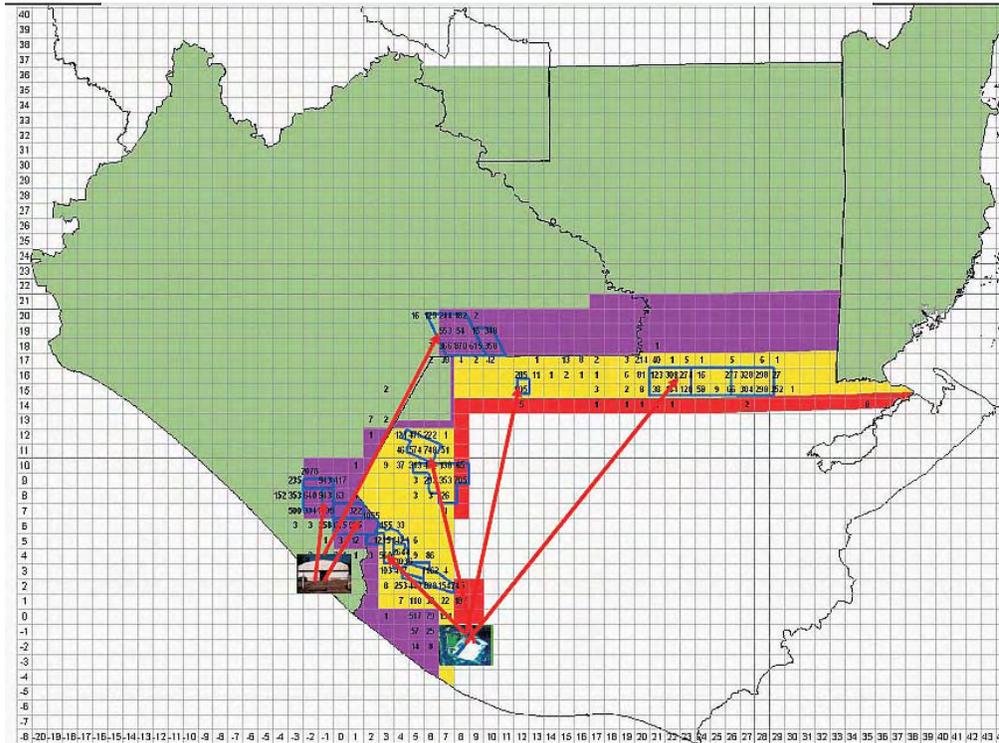


Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

IV.1.6 Control biológico

A pesar de que hay una lista considerable de enemigos naturales de la mosca del Mediterráneo (Clausen, 1978; CABI, 2002), México inició en el año 2000 un plan piloto de la liberación del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) en la zona cafetalera del Soconusco. Se empacaron 421.6 millones de pupas parasitadas y de acuerdo a la emergencia de adultos registrada, se liberaron 243.1 millones de adultos voladores de este parasitoide. Esa zona cafetalera es donde se desarrolla agricultura orgánica y donde es difícil acceder debido a la presencia de cañadas.

Figura IV.10. Programa de liberación de moscas del Mediterráneo estériles en México y Guatemala en 2009



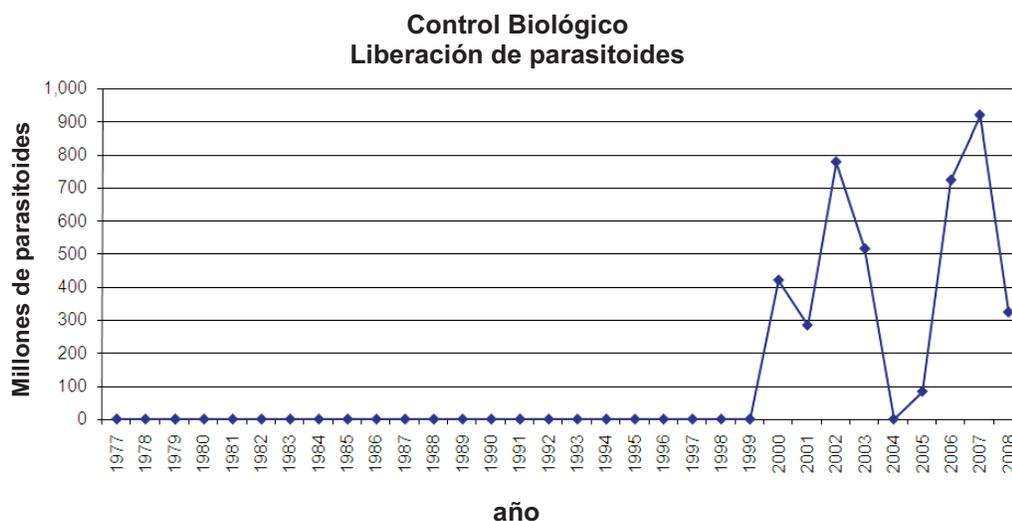
Nota: Las áreas verdes corresponden a la zona libre, las de color morado a zonas de baja prevalencia, las amarillas a las zonas de supresión y las naranjas a las zonas de monitoreo

Fuente: Mapa proporcionado por el área de operaciones de campo del Programa Moscamed, Dirección de Moscas de la Fruta, DGSV, marzo de 2009.

La densidad utilizada fue de más de 900 parasitoides por hectárea. Los resultados de parasitismo obtenidos en campo alcanzaron 70% de larvas parasitadas en 2003. En total, durante el período 2000-2008 se liberaron 4,056.2 millones de parasitoides (figura IV.11), los cuales fueron proporcionados por la planta MOSCAFRUT que tiene sus instalaciones, también, en Metapa de Domínguez, Chiapas.

Adicionalmente a la liberación del parasitoide, con el Programa Moscamed se ha liberado, vía terrestre, al hongo entomopatógeno *Bauveria bassiana*. En 2002 se utilizaron 34,400 litros de formulado de este hongo en 344 hectáreas, mientras que en 2003 se asperjaron 270 hectáreas. Este producto también es utilizado principalmente en zonas cafetaleras donde los cultivos son orgánicos. Los productores han aceptado la práctica, ya que el hongo *Bauveria bassiana*, también tiene la capacidad de atacar a la broca del café, una de las principales plagas de ese cultivo.

Figura IV.11. Liberación de parasitoides en el marco del Programa Moscamed



Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

IV.1.7 Control legal

En un mundo globalizado, la comercialización internacional de productos agrícolas es una actividad común aunque los riesgos de movilización de plagas y enfermedades aumentan. Para evitar el contagio de plagas y enfermedades, o incluso su movilización en territorio nacional, todos los países han implementado medidas cuarentenarias internas y externas para disminuir el riesgo de introducción o movilización de los organismos nocivos. Con respecto a la mosca del Mediterráneo, México mantiene una legislación conformada por varias Normas Oficiales Mexicanas, Normas Emergentes y un Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra las Moscas Exóticas de la Fruta que previene la introducción de la plaga, permite la detección oportuna de la mosca del Mediterráneo antes de que llegue al territorio nacional, da los elementos para actuar de manera inmediata en caso de encontrarse un brote, y evita la movilización de la plaga desde zonas con brotes al resto del país, que es zona libre.

La legislación mexicana relacionada con la mosca del Mediterráneo incluye:

- a) Ley Federal de Sanidad Vegetal (26-07-2007) la cual tiene como finalidad promover y vigilar la observancia de las disposiciones fitosanitarias; diagnosticar y prevenir la diseminación e introducción de plagas de los vegetales, sus productos y subproductos; establecer medidas fitosanitarias y regular la actividad biológica; normar la aplicación, uso y manejo de insumos; así como el desarrollo y prestación de actividades y servicios fitosanitarios.
- b) NOM-006-FITO-1995; por la que se establecen los requisitos mínimos aplicables a situaciones generales que deberán cumplir los vegetales, sus productos y subproductos que se pretendan importar cuando éstos no estén establecidos en una norma oficial específica.
- c) Modificación de la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-008-FITO-1995 (22-05-2009), por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la importación de frutas y hortalizas frescas.
- d) NOM-023-FITO-1995, es la norma por la que se establece la Campaña Nacional Contra Mosca de la Fruta.

- e) NOM-069-FITO-1995, para el establecimiento y reconocimiento de zonas libres de plagas.
- f) NOM-075-FITO-1997, por la que se especifican los requisitos y procedimientos fitosanitarios para la movilización de frutos hospederos de mosca de la fruta.
- g) NOM-076-FITO-1999, Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia Contra las Moscas Exóticas de la Fruta.

En la normatividad antes mencionada se dan a conocer las medidas cuarentenarias internas y externas que deben ser aplicadas para evitar el establecimiento de la mosca del Mediterráneo en México, de lo cual destaca:

- El establecimiento de áreas cuarentenadas.
- La inmovilización de frutas hospederas de la mosca del Mediterráneo desde una zona donde está presente la plaga. En caso de detectarse la movilización de fruta, ésta es decomisada y destruida.
- Las medidas fitosanitarias que se deben llevar a cabo en caso de que se presente un brote de la plaga.
- La expedición de certificados de movilización de productos agrícolas cuando procedan de zonas libres de mosca del Mediterráneo y/o que han sido tratadas para evitar su movilización.
- El establecimiento de puntos de verificación internos; es decir, instalaciones ubicadas en las vías terrestres de comunicación, en donde se constatan los certificados fitosanitarios expedidos y, en su caso, se verifica e inspeccionan los vegetales, sus productos o subproductos, los insumos, vehículos de transporte, materiales, maquinaria y equipos que pueden diseminar plagas cuando se movilizan de una zona a otra; además, se pueden aplicar tratamientos fitosanitarios cuarentenarios para eliminar el riesgo de propagación de plagas.

Entre las frutas que se han sometido a cuarentena, en las zonas donde la mosca del Mediterráneo se ha detectado, están: almendro (*Terminalia catappa*); anona colorada (*Annona reticulata*); anona blanca (*Annona squamosa*); aguacate (*Persea americana*); aceituna (*Olea europea*); berenjena (*Solanum melongena* L.); carambolo (*Averrhoa carambola*); caimito (*Chrysophyllum caimito*); chile (*Capsicum frutescens*, *C. annuum*); chabacano (*Prunus armeniaca*); cereza (*Prunus avium*, *P. cerasus*); cidra (*Citrus medica*); ciruela (*Prunus domestica*); ciruela tropical (*Spondias purpurea*); chirimoya (*Annona cherimola*); dátil (*Phoenix dactylifera*); durazno (*Prunus persica*); frambuesa (*Rubus idaeus*); feiyoa (*Feijoa sellowiana*); granada (*Punica granatum*); guayaba (*Psidium guajava*); higo (*Ficus carica*); kaki (*Diospyros kaki*); kiwi (*Actinidia chinensis*); kunquat (*Fortunella japonica*); lima (*Citrus limon*, *C. limon-reticulata*, *C. jambhiri*); litchi (*Nephelium litchi*); macadamia (*Macadamia* spp); mandarina (*Citrus reticulata*); manzana (*Malus sylvestris*-*M. pumila*); manzana rosa (*Diospyros virginiana*); mango (*Mangifera indica*); membrillo (*Cydonia oblonga*); mimosa (*Mimusops elengi*); naranja (*Citrus sinensis*); naranja agria (*Citrus aurantium*); nectarina (*Prunus persicae* var. *nucipersica*); níspero (*Eriobotrya japonica*); pasiflora (*Eugenia uniflora*); papaya (*Carica papaya*); pepino (*Cucumis sativus*); persimón (*Diospyros kaki*); pera (*Pyrus communis*); pomelo (*Citrus grandis*); tejocote (*Crataegus pubescens*); tomate rojo (*Lycopersicon esculentum*); toronja (*Citrus paradise*); tuna (*Opuntia* spp.); uva (*Vitis* spp.), y zapote amarillo (*Lucuma salicifolia*).

En 1977, después de que se detectó el primer brote de mosca del Mediterráneo en territorio mexicano, se creó la infraestructura necesaria para el establecimiento de un *Sistema de*



Inspección Cuarentenaria para Puertos y Fronteras, legislándose con la Cuarentena Interior No. 11 Contra la Mosca del Mediterráneo. Una de las principales actividades es la revisión de vehículos y personas que salen del área cuarentenada y el decomiso de frutos hospedantes, para lo cual se han establecido puntos de verificación nacionales e internacionales. En 1999 se organizó un programa de fortalecimiento de las cuarentenas para el estado de Chiapas, el cual consistió en la operación de cuatro puntos de verificación internacional y 14 puntos de verificación internos (figura IV.12).

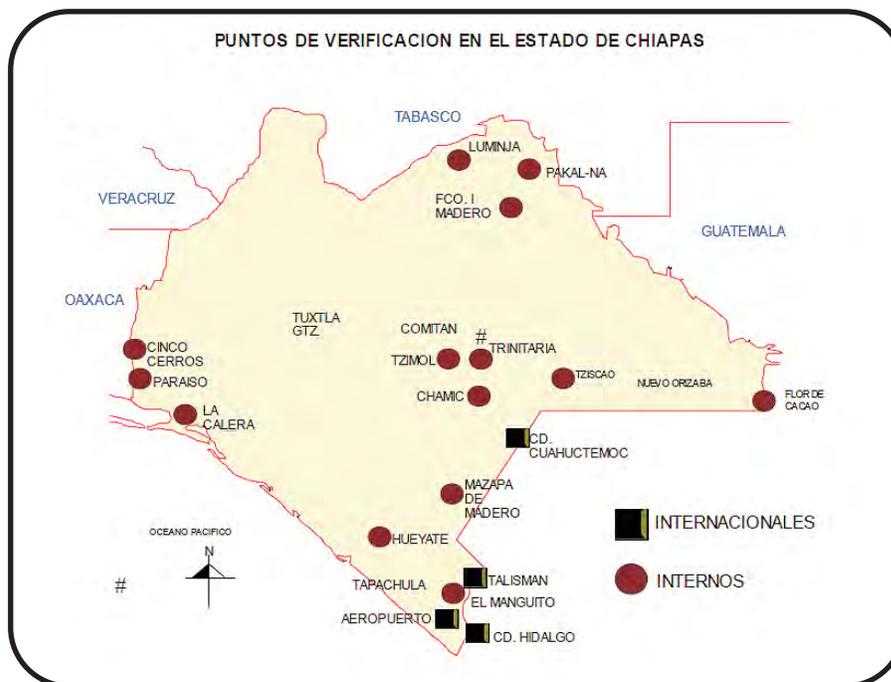
El cultivo de café, banano y mango en Chiapas demandan una gran cantidad de mano de obra y es común que trabajadores agrícolas de Guatemala sean contratados para trabajar en la cosecha del café. Muchos brotes se han detectado en fincas agrícolas y en las rutas de migrantes porque los trabajadores traen consigo frutas hospedantes de la plaga; hecho que es atendido con la revisión de sus bolsas y equipajes, así como por la difusión, divulgación e invitación a no transportar frutas.

Dentro de las actividades de cuarentena se han decomisado frutos hospederos de la mosca del Mediterráneo cada año; destaca 1977, cuando se decomisaron casi 100 toneladas de frutos (figura IV.13). Adicional al decomiso de fruta, y como consecuencia del gran número de brotes detectados en 1998, en 1999 se intensificó la revisión de cargamentos y se fumigaron 23,400 toneladas de fruta.

En 1998 la plaga se había desplazado a los estados de Tabasco y Campeche, por lo que en agosto de ese año la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (ahora SAGARPA) implementó el Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra las Moscas Exóticas de la Fruta para evitar que la mosca continuara su introducción hacia el interior del país, que ya estaba libre de dicha plaga.



Figura IV.12. Puntos de verificación en el estado de Chiapas, México

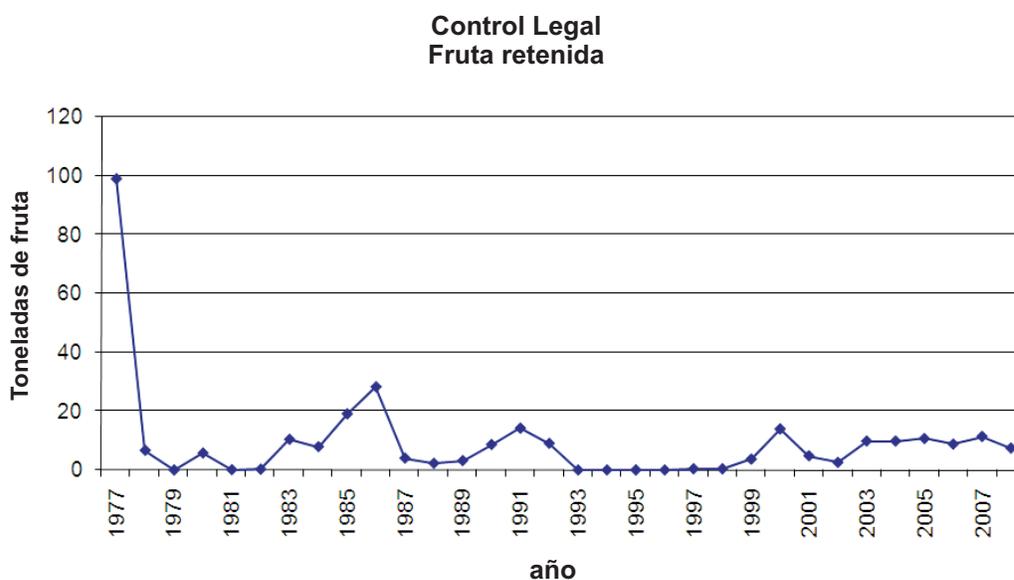


Fuente: Informe Anual 1999, (Programa Moscamed, 1999)

IV.1.8 Relaciones públicas y divulgación

Las relaciones públicas y la divulgación han sido el soporte social para que el Programa Moscamed haya podido realizar todas las actividades de detección y control. La difusión y divulgación se enfocan a dar a conocer la misión y los beneficios que aporta el Programa Moscamed a la agricultura local y nacional, así como en concientizar a productores y ejidatarios de que las acciones de control no dañan los cultivos, animales o la salud humana porque van dirigidas exclusivamente a la plaga.

Figura IV.13. Destrucción de frutos hospedantes de la mosca del Mediterráneo



Fuente: Informes anuales e informes internos Programa Moscamed 1977-2008

El convencimiento de la opinión pública, de grupos ambientalistas o de sociedades de producción se tornó difícil en los años en que se asperjaron grandes superficies de plantaciones de café con el cebo-insecticida: para desdecir rumores de afectaciones a la salud humana y animal, así como los referentes a la aparición de plagas y enfermedades en los cultivos. Otra tarea difícil fue desmentir los comentarios de los campesinos acerca de que en las bolsas de papel se tiraban pestes y animales ponzoñosos para diezmar a la población. Aún a la fecha, en varias ocasiones los dueños de parcelas no permiten la colocación de trampas en sus frutales o, una vez instaladas, las tiran porque creen que matan a la planta.

Se han conducido grandes campañas de divulgación a través de los medios masivos de comunicación a lo largo de los 31 años del Programa Moscamed; aunque la principal actividad ha sido la divulgación presencial en asociaciones de productores, asambleas ejidales y comunidades agrícolas, escuelas rurales y urbanas de todos los niveles, así como en las instituciones de gobierno federales, estatales y municipales.

IV.1.9 Investigación, capacitación y transferencia de tecnología

A partir de que a finales de 1982 se logró la erradicación de la mosca del Mediterráneo en México, se tomó conciencia del problema que representaban las moscas de la fruta nativa, lo cual promovió que en ese mismo año se creara, dentro de la estructura del Programa Moscamed, el Departamento de Investigación de Moscas de la Fruta, cuyo principal objetivo fue desarrollar metodologías para el control de estas plagas y favorecer su transferencia al personal de asistencia técnica y productores. En 1984 se convirtió en el "Departamento de Desarrollo de Métodos" y con el surgimiento de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, en 1992 adquirió la categoría de Subdirección.



Si bien los mayores logros de esta Subdirección se refieren al desarrollo de metodologías que apoyan las acciones a desarrollar contra moscas nativas del género *Anastrepha*, el Programa Moscamed también se nutre de las investigaciones desarrolladas en diferentes partes del mundo donde la mosca del Mediterráneo también representa un problema o amenaza; dichas investigaciones se registran y se dan a conocer en el país. A continuación se señalan algunos aspectos relevantes asociados al Programa Moscamed:

- ❑ Participación en el convenio con OIEA sobre desarrollo y evaluación de atrayentes sintéticos y modelos de trampas para el monitoreo de poblaciones de la mosca del Mediterráneo.
- ❑ Adaptación y optimización de la cría masiva de mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha ludens*) y desarrollo de la cría masiva de la mosca de la indias occidentales (*A. obliqua*). Estos dos trabajos se iniciaron cuando Desarrollo de Métodos era aún parte del Programa Moscamed y fueron posibles gracias a la transferencia de tecnología y experiencia acumulada del personal que laboraba en dicho Programa.
- ❑ Participación en el convenio con USDA-ARS, para el desarrollo del Suredye en el control de la mosca del Mediterráneo, lo cual permitió sustituir el Malatión durante un año en el control químico de la mosca del Mediterráneo y otras moscas de la fruta.
- ❑ Evaluación de la aplicación operativa de *Beauveria bassiana* en el control de brotes de la mosca del Mediterráneo, a través de la propuesta de utilizar adultos estériles como vectores de las esporas del hongo.
- ❑ Participación en el desarrollo del tratamiento hidrotérmico para mango infestado con *Ceratitis capitata* y *Anastrepha serpentina*, gracias a lo cual el mango mexicano se puede exportar prácticamente a cualquier parte del mundo.
- ❑ Irradiación de mangos como tratamiento poscosecha contra moscas de la fruta. Las dosis son ahora parte de la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias No. 18 *Directrices para utilizar la irradiación como medida fitosanitaria*, FAO, Roma.
- ❑ Determinación de la susceptibilidad del aguacate Hass como hospedante de moscas de la fruta. Estos trabajos fueron la base para la apertura del mercado de EUA al aguacate mexicano en 1997.
- ❑ Desarrollo de pruebas para determinar la mejor dieta y el mejor sistema de empaque para *C. capitata* y otras moscas de la fruta bajo el sistema de adulto frío para liberación.
- ❑ Uso de la irradiación de larvas hospederas (*Anastrepha ludens* y *Ceratitis capitata*) en la cría masiva de *Diachasmimorpha longicaudata* y *D. tryoni*, con el fin de evitar la emergencia de moscas de hospedantes no parasitados y favorecer el manejo del parasitoide. Aplicación de la irradiación de huevecillos de *Ceratitis capitata* para apoyar el desarrollo de la cría masiva del parasitoide *Fopius arisanus*.

- Evaluación de dosis de irradiación para la esterilización de moscas de la fruta, incluyendo *C. capitata*.
- Desarrollo de técnicas para la liberación, muestreo y evaluación del trabajo de campo realizado con *Diachasmimorpha longicaudata*, como complemento a los trabajos de control/ erradicación de moscas del género *Anastrepha* y *C. capitata*.
- Depuración del empaque masivo de pupa de *Diachasmimorpha longicaudata* con la técnica del adulto frío y el planteamiento de métodos alternativos para su aplicación contra *Anastrepha* spp. y *C. capitata*.

Entre las actividades de capacitación y transferencia de tecnología destacan los cursos anuales sobre moscas de la fruta que imparte el Centro Internacional de Metapa de Domínguez, Chiapas, al personal técnico de México y de diversas partes del mundo. Hasta 2008 se desarrollaron 18 cursos en los que participaron entre 20 y 25 técnicos por curso, en promedio, procedentes de México (aproximadamente 50%), y de Centroamérica, Sudamérica y el Caribe, entre los cuales se cuenta personal técnico que labora en otras plantas productoras de insectos estériles como las de Argentina, Chile, Brasil y Guatemala, lo que enriquece el intercambio de experiencias.

IV.2. PREVENCIÓN

IV.2.1 Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra las Moscas Exóticas de la Fruta

Además de los componentes de Erradicación y Contención del Programa Moscamed, el gobierno mexicano, a través de la DGSV de la SAGARPA, ha realizado actividades de prevención y monitoreo, en el marco del Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra las Moscas Exóticas de la Fruta (SPDNEMEF), para detectar la presencia de posibles brotes fuera del territorio sujeto a acciones permanentes de erradicación y contención (Chiapas) y llevar a cabo acciones correctivas inmediatas. Dicha prevención ha permitido mantener hasta la fecha al territorio mexicano libre de la mosca del Mediterráneo. Formalmente, en el año 2000 se estableció la NOM-076-FITO-1999 mediante la cual se legisla el SPDNEMEF.

Entre las acciones que se realizan en el SPDNEMEF están:

- a) Trampeo mediante la colocación de varios tipos de trampas altamente específicas para *Ceratitis capitata*.
- b) Detección de estados inmaduros de la plaga a través del muestreo de frutos.
- c) Eliminación de frutos silvestres altamente susceptibles de ser infestados por la mosca, aplicando el combate mecánico.
- d) Eliminación de poblaciones de adultos, mediante la aplicación de productos de origen orgánico.
- e) Aplicación del control biológico con liberaciones inundativas de parasitoides de larvas de moscas de la fruta.
- f) Empleo de la Técnica del Insecto Estéril, mediante la liberación de machos estériles de moscas del Mediterráneo.
- g) Aplicación de medidas regulatorias fitosanitarias para impedir la movilización de frutos hospedantes de esta plaga hacia el interior del país.



- h) Capacitación y actualización a técnicos del Programa Operativo Moscamed.
- i) Divulgación a través de la impresión y distribución de trípticos alusivos a las acciones del dispositivo.

En México se ha mantenido un sistema de detección para la mosca del Mediterráneo y otras moscas exóticas desde mediados de la década de 1960, el cual cubre los puertos internacionales, las principales áreas de producción comercial, áreas turísticas, centrales y mercados de abasto, así como algunas áreas marginales con riesgo de introducción de dicha plaga. Por este trapeo se detectó la primera mosca de la plaga en diciembre de 1977 y dos moscas fértiles de la plaga en Oaxaca en 1980. En 1998 se detectaron varios brotes en Campeche y Tabasco y en septiembre de 2004 uno en Tijuana, BC, lo que ocasionó la puesta en práctica del Dispositivo Nacional de Emergencia (DNE). Unos meses después (agosto de 2005) se presentó otro brote en Campeche, el cual fue rápidamente erradicado también por el DNE.

La red de trapeo para moscas exóticas ha comprendido alrededor de 17,000 trampas a lo largo de 31 estados de la república mexicana, además de 17,450 en el estado de Chiapas (figura IV.14). La proporción de trampas para moscas exóticas en las rutas de trapeo es de tres trampas cebadas con TrimedLure para la mosca del Mediterráneo, una trampa cebada con metil-eugenol para la mosca oriental *Bactrocera dorsalis* y una trampa cebada con cuelure para la mosca del melón *Bactrocera cucurbitae*.



Figura IV.14. Sistema de trapeo preventivo contra moscas exóticas de la fruta



Fuente: Mapa proporcionado por Programa Moscamed.





Producción y Comercialización susceptibles de ser atacadas por



de Frutas y Hortalizas la mosca del Mediterráneo



Con la creciente regionalización del mundo en bloques económicos, la puesta en marcha de acuerdos o tratados entre países se ha facilitado y se ha incrementado el intercambio comercial de los productos, incluyendo los agrícolas. Entre los acuerdos destacan también los relacionados con aspectos fitosanitarios, como el Programa Moscamed, el cual, además de prevenir la introducción y dispersión de la mosca del Mediterráneo de Guatemala a territorio mexicano y estadounidense, está protegiendo la industria hortofrutícola y facilitando el incremento de las exportaciones de frutas y hortalizas mexicanas a la Unión Americana, Japón y otros mercados de alto valor.

En el presente capítulo se analiza el comportamiento de 20 frutas y hortalizas (tabla V.1) susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo, los cuales son de importancia económica para el país por su capacidad para generar divisas y empleo en el campo, y cuya producción y comercialización en el mercado nacional y de exportación ha ido en aumento gracias, en parte, a las estrategias de control de la plaga.



Tabla V.1. Frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo, consideradas en el estudio

Hospedantes	Frutas y hortalizas
Primarios	Chabacano, durazno, guayaba, limón persa, mandarina, mango, manzana, naranja, pera, toronja y uva
Secundarios	Aguacate, chile verde, chayote, fresa, melón, papaya, pepino, sandía y tomate rojo (jitomate)

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con Enkerlin (2005), entre los beneficios, directos e indirectos, que genera un programa de control integral de plagas, como el Moscamed, destacan:

- Incremento en rendimiento, volúmenes de producción y calidad de los cultivos, por reducción de daños y efecto de plagas secundarias.
- Reducción en costos de producción por el establecimiento de estrategias más eficientes de control de plagas.
- Incremento en los volúmenes de exportación al disminuir el rechazo del producto que no cumple con las normas de calidad que demanda el mercado internacional.
- Creación de más empleo en el campo al incrementar la demanda, interna y externa, de productos hortícolas y frutícolas de calidad.
- Mejor nutrición humana por el consumo de frutas y hortalizas de calidad y un mayor consumo per cápita.
- Ahorro en salud pública por intoxicaciones severas o moderadas ocasionadas por el inadecuado manejo de insecticidas para controlar plagas.
- Mayor protección al ambiente por el menor uso de insecticidas que contaminan los cultivos, aguas y suelos.
- Mayor protección de insectos polinizadores, lo cual permite mejor rendimiento de los cultivos.

V.1 Superficie cosechada y rendimientos

La superficie sembrada de los cultivos seleccionados aumentó de 745 mil hectáreas en 1978 a 1.5 millones en 2008, equivalente a un crecimiento promedio anual de 13% (tabla V.2), destacando el incremento significativo de la superficie de la pera (49%) y aumentos importantes de toronja (24%), limón (20%), mandarina y mango (ambos, 22%). Con crecimientos entre el 15% y 10%, aguacate, chabacano, chayote, chile verde, manzana, naranja y pepino, mientras que los demás con aumentos menores. Fresa, melón, tomate rojo y uva mostraron tasas de crecimiento negativas en superficie cosechada; la del tomate rojo fue la que más se contrajo mostrando altibajos a lo largo del período, manteniéndose en alrededor de 70 mil hectáreas.

Tabla V.2. Superficie cosechada de frutas y hortalizas

CULTIVO	1978	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Promedio anual	Crecimiento promedio
SUPERFICIE COSECHADA (Hectáreas)									
Aguacate	51,450	73,015	77,365	89,705	94,104	103,119	114,471	80,432	13.8%
Chabacano	1,058	623	328	579	396	284	2,069	644	11.4%
Chayote	55,911	588	1,224	1,325	2,367	2,155	129,764	8,982	14.5%
Chile Verde	55,911	98,350	97,284	113,173	145,674	150,735	129,764	116,991	14.5%
Durazno	24,018	28,719	35,019	40,726	40,866	36,921	39,757	34,082	8.5%
Fresa	6,237	4,401	5,143	7,149	6,503	5,657	6,176	5,641	-0.2%
Guayaba	16,790	7,307	13,011	16,628	19,334	23,072	20,701	16,501	3.4%
Limón	47,059	70,053	72,216	87,317	121,138	135,563	147,492	92,691	20.2%
Mandarina	51,409	10,316	6,271	12,298	13,733	15,170	177,308	21,051	22.1%
Mango	51,409	105,301	108,450	134,902	154,304	159,989	177,308	122,088	22.1%
Manzana	26,321	52,222	57,750	61,341	54,719	59,542	56,939	54,921	13.3%
Melón	26,321	26,056	40,417	28,960	28,005	22,086	23,789	28,592	-16%
Naranja	164,588	127,646	176,003	273,186	323,618	317,280	331,297	241,296	11.9%
Papaya	11,396	20,617	9,832	13,987	17,153	18,932	16,084	16,871	5.7%
Pepino	7,616	14,014	15,516	14,111	17,475	17,995	16,981	15,203	13.8%
Pera	4,246	5,767	3,388	5,110	4,842	4,536	49,454	6,198	48.6%
Sandía	33,134	34,617	29,705	30,816	46,139	41,965	49,454	36,293	6.7%
Tomate Rojo	65,421	69,329	81,545	75,739	74,629	71,086	16,382	69,720	-20.0%
Toronja	4,381	4,651	5,943	9,386	13,175	15,500	16,382	9,946	23.7%
Uva	40,404	61,704	47,189	42,836	39,154	30,014	25,956	43,839	-6.9%
TOTAL	745,080	815,296	883,599	1,059,274	1,217,328	1,231,600	1,547,528	1,081,975	12.5%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAP 2008, 2009. Con estimaciones y cálculos propios en cifras sombreadas y crecimiento promedio.

En cuanto a crecimiento en rendimientos, el chayote tuvo el mayor crecimiento (28%) aumentando de 12 en 1978 a 55 toneladas/ha. en 2008, mientras que chile verde, fresa, manzana, papaya, pepino, sandía, tomate rojo y toronja presentaron tasas entre el 10% y 5% durante los años mostrados para el período 1978-2008 en que ha estado en operación el Programa Moscamed (tabla V.3). El resto de los cultivos tuvo crecimientos por abajo del 5%. Sin embargo, la guayaba y el limón mostraron tasas de crecimiento negativas (28% y 25%, respectivamente) al igual que el chabacano, mango, y pera. Si bien los rendimientos aumentan mediante el control de las plagas y enfermedades, también pueden hacerlo por condiciones climatológicas favorables y la utilización de paquetes tecnológicos más eficientes.

Aunque la superficie sembrada de tomate rojo no creció, gracias al incremento en sus rendimientos (9%) la producción de este cultivo aumentó 68% entre 1978 y 2008 (tabla V.4), conservando el primer lugar entre las principales hortalizas y frutas de exportación.



Tabla V.3. Rendimientos de frutas y hortalizas seleccionadas

CULTIVO	1978	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Promedio anual	Crecimiento promedio
RENDIMIENTOS (toneladas/hectárea)									
Aguacate	7.7	7.8	8.9	8.8	9.6	9.9	9.8	9.0	4.0%
Chabacano	6.2	5.7	6.3	6.1	5.2	4.6	4.2	7.2	-5.9%
Chayote	11.9	32.0	46.0	43.8	54.7	50.6	54.9	39.7	28.0%
Chile Verde	9.5	7.9	8.7	10.5	12.0	13.4	15.5	10.4	8.2%
Durazno	7.4	6.0	4.6	3.0	3.6	5.6	5.1	5.0	-5.8%
Fresa	15.9	12.9	20.8	18.4	21.7	28.8	33.6	19.4	12.8%
Guayaba	106.6	8.3	13.7	12.2	13.2	13.4	13.4	15.7	-28.4%
Limón	87.4	12.4	9.5	10.9	13.5	13.2	15.1	13.9	-24.7%
Mandarina	11.5	8.2	12.7	15.7	12.2	13.1	16.2	11.8	5.7%
Mango	10.5	10.5	9.9	9.9	10.1	8.6	10.5	10.1	-0.1%
Manzana	5.3	8.1	7.9	6.7	6.2	9.8	9.2	8.0	9.3%
Melón	13.5	12.7	12.9	14.6	21.5	26.3	24.3	17.0	10.0%
Naranja	11.6	13.9	12.6	13.1	11.8	13.0	13.0	12.2	19%
Papaya	25.0	32.0	25.4	34.5	39.2	37.5	39.7	30.8	7.7%
Pepino	20.7	16.5	19.2	22.0	26.3	26.4	27.9	21.2	5-0%
Pera	9.5	9.4	5.4	5.4	6.5	6.7	5.8	7.1	-7.7%
Sandía	14.3	12.2	13.6	15.7	22.7	20.6	23.9	17.1	8.6%
Tomate Rojo	21.3	23.3	23.1	25.6	28.0	31.6	36.1	26.2	8.9%
Toronja	16.8	16.8	18.1	17.1	20.0	22.6	24.1	17.8	5.9%
Uva	10.6	10.6	9.1	11.1	9.5	11.1	11.8	10.5	19%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAPSIAP 2008, 2009. Con estimaciones y cálculos propios en cifras sombreadas y crecimiento promedio.



V.2 Producción, precio medio rural y valor de la producción

Según FAO/IAEA (noviembre del 2005), la producción de frutas en la pequeña isla de Madeira, Portugal, (Cuyo territorio es de 741 km²) podría aumentar 2,400 ton/año en una década, como resultado de los incrementos en el área sembrada que traería consigo ampliaciones del programa de control de la mosca del Mediterráneo utilizable en dicha isla.

En México, la producción de la mayoría de los cultivos seleccionados aumentó significativamente durante el período 1978-2008 (tabla V.4), resaltando el incremento anual promedio de chayote (91%), limón y toronja (ambos, 31%). También fueron importantes los aumentos del chile verde (24%), aguacate (18%), mango (22%) y pepino (19%). El resto de los cultivos experimentó menores tasas de crecimiento, con excepción del chabacano, pera y uva que mostraron incrementos negativos (-23%, -7% y -5%, respectivamente) lo cual refleja la fuerte competencia de las importaciones. En conjunto la producción de las frutas y hortalizas seleccionadas creció 16%, aumentando de 7.8 millones de toneladas en 1978 a 19 millones en 2008.

Tabla V.4. Producción de frutas y hortalizas

CULTIVO	1978	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Incremento promedio
VOLUMEN DE PRODUCCION (Toneladas)								
Aguacate	395,168	566,451	686,301	790,097	907,439	1,021,515	1,124,565	18.4%
Chabacano	6,508	3,524	2,062	3,535	2,067	1,298	1,255	-23.3%
Chayote	2,089	18,795	56,328	58,015	129,427	109,002	113,660	90.5%
Chile Verde	531,286	780,577	850,540	1,187,476	1,741,680	2,023,442	2,007,276	23.9%
Durazno	176,640	173,106	161,162	120,186	147,211	208,186	202,066	2.2%
Fresa	99,379	56,665	106,912	131,839	141,130	162,627	207,485	12.6%
Guayaba	178,921	60,365	178,721	202,209	254,160	308,380	277,543	7.3%
Limón	411,254	868,158	685,350	947,483	1,639,575	1,791,666	2,224,382	31.3%
Mandarina	112,820	84,712	79,735	192,945	167,794	199,299	292,610	16.6%
Mango	540,679	1,109,355	1,074,434	1,342,097	1,559,351	1,368,091	1,855,359	22.0%
Manzana	260,600	423,071	456,538	413,223	337,974	583,992	524,755	12.0%
Melón	354,264	331,789	523,194	423,972	603,214	579,974	578,306	8.2%
Naranja	1,902,209	1,770,208	2,220,338	3,571,541	3,812,683	4,112,711	4,306,633	14.1%
Papaya	284,940	659,524	249,545	482,968	672,376	709,477	638,237	13.9%
Pepino	157,278	231,034	297,771	310,975	459,261	475,442	473,300	19.4%
Pera	40,277	54,067	18,413	27,695	31,290	30,308	25,979	-6.8%
Sandía	474,435	421,753	404,077	484,826	1,048,529	864,766	1,181,128	15.8%
Tomate Rojo	1,393,827	1,616,394	1,885,277	1,941,231	2,086,030	2,246,246	2,335,800	8.7%
Toronja	73,799	62,173	107,404	160,522	263,126	350,199	394,865	31.1%
Uva	427,113	592,750	428,896	475,857	371,796	331,898	307,478	-5.2%
TOTAL	7,823,486	9,884,471	10,472,998	13,268,692	16,376,113	17,478,521	19,072,682	15.5%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAP 2008, 2009. Con estimaciones y cálculos propios en valores sombreados y crecimiento promedio.

El chayote aumentó su producción de 2,089 toneladas en 1978 a 113,660 en 2008, mientras que el aguacate de 395,168 a 1.1 millones de toneladas y el mango, de 540,679 a 1.9 millones de toneladas. El tomate rojo casi duplicó su producción en 2008 con respecto a 1978, y la de papaya aumentó de 285 mil a 638 mil toneladas.

La creciente producción de los cultivos seleccionados refleja en parte el beneficio que tuvo en ellos el Programa Moscamed, dado que son susceptibles de ser atacados por la mosca del Mediterráneo; sin embargo, también reflejan una respuesta favorable a condiciones de demanda y rentabilidad con respecto a la de otros productos.

De acuerdo con la tabla V.5, que presenta a los principales estados productores de las frutas y hortalizas seleccionadas, Michoacán se mantuvo como el principal productor de aguacate de 1980 a 2007; el Estado de México y Puebla fueron sustituidos por Morelos y Nayarit en el segundo y tercer lugar, respectivamente. Sinaloa, Chihuahua y Zacatecas conservan la posición de principales productores de chile verde, aportando entre 39% y 65% a la producción nacional; mientras que Colima, Michoacán y Veracruz (este último sustituyó a Oaxaca en el tercer lugar) contribuyeron con el 70% a la producción de limón. Veracruz y San Luis Potosí continúan siendo los principales productores de naranja desde 1980, sin embargo, Nuevo León fue sustituido por Tamaulipas entre los tres mayores productores en 2007; mientras que Sinaloa, Michoacán y Baja California ocuparon los primeros lugares como productores de tomate rojo ese año, aportando el 51% a la producción nacional.

Tabla V.5. Principales Estados productores de frutas y hortalizas

PRODUCTO	ESTADOS EN 1980	Tres principales Estados	Producción Nacional	Aportación principales estados	ESTADOS EN 2007	Tres principales Estados	Producción Nacional	Aportación principales estados
Aguacate	Michoacán, México, Puebla	220,366	441,768	50%	Michoacán, Morelos, Nayarit	1,054,159	1,142,892	92%
Chabacano	Puebla, Jalisco, Distrito Federal	5,038	7,082	71%	Zacatecas, Sonora, Guerrero	1,144	1,326	86%
Chayote	Veracruz, Michoacán, México	2,728	5,675	48%	Veracruz, Michoacán, Jalisco	97,486	100,452	97%
Chile Verde	Sinaloa, Zacatecas, Chihuahua	264,643	671,198	39%	Sinaloa, Chihuahua, Zacatecas	1,468,221	2,259,562	65%
Durazno	México, Aguascalientes Guerrero	80,324	189,173	42%	Michoacán, México, Zacatecas	98,970	192,261	51%
Fresa	Michoacán, Guanajuato, Jalisco	76,014	78,119	97%	Michoacán, Baja California, Guanajuato	159,317	176,396	90%
Guayaba	Aguascalientes, Zacatecas, Guerrero	253,108	284,565	89%	Michoacán, Aguascalientes, Zacatecas	243,276	267,912	91%
Limón	Colima, Michoacán, Oaxaca	393,761	564,972	70%	Colima, Michoacán, Veracruz	1,347,271	1,922,592	70%
Mandarina	Nuevo León, Veracruz, San Luis Potosí	112,372	120,219	93%	Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León	258,010	283,461	91%
Mango	Veracruz, Sinaloa, Chiapas	306,563	638,006	48%	Sinaloa, Guerrero, Nayarit	875,123	1,643,355	53%
Manzana	Chihuahua, Puebla, Oaxaca	198,474	248,810	80%	Chihuahua, Durango, Puebla	447,432	505,078	89%
Melón	Michoacán, Sinaloa, Jalisco	130,022	319,952	41%	Coahuila, Sonora, Guerrero	263,515	543,336	48%
Naranja	Veracruz, Nuevo León, San Luis Potosí	1,251,314	1,743,212	72%	Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí	3,046,142	4,248,715	72%
Papaya	Veracruz, Guerrero, Jalisco	133,912	194,677	69%	Veracruz, Chiapas, Oaxaca	625,827	919,425	68%
Pepino	Sinaloa, Michoacán, Guerrero	176,547	210,817	84%	Sinaloa, Michoacán, Baja California	345,383	490,215	70%
Pera	Michoacán, Puebla, Jalisco	20,305	34,360	59%	Puebla, Morelos, Michoacán,	18,435	24,739	75%
Sandía	Sinaloa, Chiapas, Jalisco	190,418	446,598	43%	Sonora, Sinaloa, Jalisco,	446,779	1,058,848	42%
Tomate Rojo	Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí	863,363	1,320,628	65%	Sinaloa, Michoacán, Baja California	1,248,297	2,425,403	51%
Toronja	Guerrero, Nuevo León, Veracruz	154,244	201,161	77%	Veracruz, Michoacán, Tamaulipas	249,428	313,497	80%
Uva	Sonora, Aguascalientes, Zacatecas	326,929	443,516	74%	Sonora, Zacatecas, Baja California	333,627	356,258	94%

Fuente: SIAP 2008, 2009.

El precio medio rural es el precio promedio pagado al agricultor por la venta de sus productos, de primera mano y en la zona de producción; es considerado oficialmente para determinar el valor de la producción. De acuerdo con la tabla V.6, los precios medios rurales reales (base 2008=100) de las frutas y hortalizas seleccionadas reflejan un crecimiento anual promedio positivo sólo para uva (10%), chayote (8%), manzana (2%) y guayaba (1%), mientras que para el resto de los productos fue negativo, con las contracciones más marcadas para pepino (-16%), limón (-14%), naranja y mango (ambos, -12%).

Tabla V.6. Precios medios rurales de frutas y hortalizas

CULTIVO	1978	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Incremento promedio
PRECIO MEDIO RURAL REAL (Pesos de 2008 por tonelada)								
Aguacate	13,442	7,640	10,724	4,289	6,664	8,576	12,112	-1.67%
Chabacano	11,150	6,951	10,409	5,728	9,054	5,921	5,992	-9.53%
Chayote	1,212	6,143	3,027	5,265	2,035	1,792	2,005	8.45%
Chile Verde	8,703	8,502	9,072	6,515	6,043	5,600	5,726	-6.53%
Durazno	8,965	11,599	10,072	9,387	8,274	6,612	5,217	-8.36%
Fresa	10,356	22,491	10,451	5,585	7,765	10,248	8,552	-3.04%
Guayaba	4,616	4,508	5,385	5,344	4,456	3,189	4,938	1.09%
Limón	5,440	3,092	3,570	3,205	2,889	1,656	2,177	-13.73%
Mandarina	906	5,507	2,080	1,273	1,564	885	854	-0.95%
Mango	5,961	4,655	6,068	3,988	2,775	2,863	2,743	-11.77%
Manzana	5,253	6,661	6,052	5,686	5,049	4,128	6,049	2.30%
Melón	3,872	4,295	4,610	3,667	3,057	3,422	2,907	-4.52%
Naranja	2,382	2,309	3,053	1,717	1,139	750	1,089	-11.86%
Papaya	3,017	2,526	3,026	3,620	2,795	3,498	2,787	-1.27%
Pepino	6,789	4,972	4,057	2,749	2,347	3,010	2,275	-16.17%
Pera	7,973	5,757	5,508	5,515	3,276	3,988	5,025	-7.18%
Sandía	3,403	3,185	4,233	2,785	1,656	1,800	2,228	-6.60%
Tomate rojo	7,244	4,802	5,612	4,064	5,503	5,076	5,322	-4.85%
Toronja	2,246	2,422	1,897	1,983	2,168	1,855	1,797	-3.53%
Uva	7,791	5,111	9,367	6,772	7,288	10,502	14,371	10.38%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAP 2008, 2009. Precios deflacionados con el índice de precios al consumidor, base 2008=100, Banco de México.



Como se observa en la tabla V.7, el valor real de la producción (a pesos de 2008) aumentó para la mayoría de las frutas y hortalizas seleccionadas, con excepción de chabacano, durazno, pepino y pera, en el período 1978-2008. Chayote, toronja, aguacate, chile verde y mandarina tuvieron los mayores crecimientos en el valor de su producción (102%, 23%, 14, 13%, respectivamente) y el resto de los productos por abajo del 10%. El aguacate aumentó de 6,171 millones en 1978 a 13,621 millones en 2008; el chile verde de 5,372 a 11,493 millones; y el mango pasó de 3,745 a 5,089 millones.

Tabla V.7. Valor de la producción de frutas y hortalizas

CULTIVO	1978	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Incremento promedio 1/
VALOR DE LA PRODUCCIÓN (millones de pesos de 2008)								
Aguacate	6,171	7,086	9,563	5,149	6,589	9,052	13,621	13.6%
Chabacano	84	40	28	31	20	8	8	-32.3%
Chayote	3	189	222	464	287	202	228	101.7%
Chile verde	5,372	10,867	10,025	11,757	11,468	11,708	11,493	13.1%
Durazno	1,840	3,288	2,109	1,714	1,327	1,422	1,054	-8.6%
Fresa	1,196	2,087	1,452	1,119	1,194	1,722	1,774	6.6%
Guayaba	960	446	1,251	1,642	1,234	1,016	1,370	5.9%
Limón	2,599	4,395	3,179	4,615	5,161	3,066	4,843	10.6%
Mandarina	119	764	216	373	286	182	250	12.7%
Mango	3,745	8,457	8,471	8,133	4,715	4,047	5,089	5.1%
Manzana	1,590	4,614	3,590	3,571	1,859	2,491	3,174	11.8%
Melón	1,593	2,333	3,134	2,363	2,009	2,051	1,681	0.9%
Naranja	5,262	6,694	8,807	9,317	4,733	3,187	4,688	-1.8%
Papaya	999	2,728	981	2,657	2,047	2,564	1,779	9.8%
Pepino	1,240	1,881	1,570	1,299	1,175	1,479	1,077	-2.3%
Pera	373	510	132	232	112	125	131	-15.6%
Sandía	1,876	2,199	2,222	2,052	1,892	1,609	2,632	5.6%
Tomate	11,729	12,711	13,746	11,990	12,507	11,782	12,431	0.9%
Toronja	193	247	265	484	621	671	710	23.4%
Uva	3,866	4,961	5,220	4,897	2,952	3,602	4,419	2.2%
TOTAL	50,808	76,497	76,180	73,860	62,191	61,987	72,450	5.9%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAP 2008, 2009. Con estimaciones y cálculos propios en cifras sombreadas y crecimiento promedio

En términos generales, los costos de producción crecieron en mayor proporción durante los mencionados años para las frutas y hortalizas mencionadas. De acuerdo con la tabla V.8, el costo de producción/tonelada de la mandarina creció 123% mientras que el de la guayaba y toronja 63% y 62%, respectivamente. Los costos de producción de manzana, limón, mango, uva y naranja crecieron, en promedio, de 31% a 58%; y los del durazno y pera, en 23% y 17%, respectivamente. Sólo para chabacano se redujeron en 10%.

Tabla V.8. Costos de producción de las frutas y hortalizas, hospedantes primarios

HOSPEDANTE PRIMARIO	1978	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Crecimiento anual promedio
MILLONES DE DÓLARES / TONELADA								
Chabacano	1.54	0.86	0.87	0.84	1.13	0.5	0.55	-10%
Durazno	33.5	70.65	65.5	46.61	73.27	89.61	77.28	23%
Guayaba	6.89	3.78	15.31	17.6	26.87	25.24	39.62	63%
Limón	49.64	99.04	103.52	131.57	298.82	202.54	372.36	52%
Mandarina	2.18	16.51	6.73	10.2	15.88	11.55	18.43	123%
Mango	38.21	101.82	147.41	123.89	145.88	142.85	209.04	43%
Manzana	12.01	41.11	46.23	40.25	42.57	65.07	96.49	58%
Naranja	96.41	144.68	275.07	254.73	262.83	201.94	345.67	31%
Pera	7.68	12.38	4.63	7.13	6.97	8.89	10.82	17%
Toronja	3.53	5.33	8.27	13.23	34.51	42.53	52.32	62%
Uva	15.63	23.66	35.98	29.54	36.18	50.36	71.89	32%

Fuente: SIAP 2008, 2009. Cálculos propios y convertidos a dólares utilizando el tipo de cambio fix de Banco de México.



Descontando al valor bruto de la producción, los costos de producción, se genera el valor neto. Como se muestra en la tabla V.9, el valor neto de la producción de mango aumentó de 45 millones de dólares en 1978 a 249 millones en 2008, mientras que las de uva de 70 a 325 millones de dólares en el mismo período.

Tabla V.9. Valor neto de la producción de las frutas y hortalizas, hospedantes primarios



PRODUCTO	1978	1985	1990	1995	2000	2005	2008
	(Millones de Dólares)						
Chabacano	0.35	0.19	0.20	0.19	0.25	0.11	0.12
Durazno	7.56	15.94	14.78	10.51	16.53	20.22	17.43
Guayaba	14.52	7.96	32.28	37.11	56.63	53.21	83.52
Limón	8.37	16.71	17.46	22.19	50.41	34.16	62.81
Mandarina	0.48	3.61	1.47	2.23	3.47	2.53	4.03
Mango	45.37	120.88	175.01	147.09	173.20	169.60	248.19
Manzana	23.49	80.41	90.41	78.72	83.25	127.26	188.71
Naranja	21.07	31.62	60.13	55.68	57.45	44.14	75.56
Pera	0.65	1.04	0.39	0.60	0.59	0.75	0.91
Toronja	0.77	1.17	1.81	2.89	7.54	9.30	11.44
Uva	70.66	106.99	162.70	133.61	163.61	227.74	325.13

Fuente: Cálculos propios con cifras del SIAP (2008, 2009) y convertidos a dólares utilizando el tipo de cambio fix de Banco de México.

V.3 Exportaciones

Condiciones climatológicas, tecnologías modernas y disponibilidad de mano de obra, aunado a la capacidad para controlar plagas y enfermedades, han dado a México posiciones de liderazgo como productor y exportador de ciertas frutas y hortalizas. Por ejemplo, según estadísticas de la FAO, (2009) México ocupó el primer lugar a nivel mundial como productor y exportador de aguacate, con una participación de mercado del 34% y 22%, respectivamente. A la producción mundial de mango aportó el 6% y a las exportaciones, 30%, mientras que en cítricos ocupó el cuarto lugar entre los mayores productores, después de Brasil, EUA y China. Con hortalizas frescas tuvo la duodécima posición como productor mundial y el primero como exportador, ocupando el décimo lugar con tomate rojo, que es su principal hortaliza exportada.

Esto es relevante frente a un mercado mundial que se caracteriza actualmente por una demanda de crecimiento conservador en la mayoría de los productos hortofrutícolas, cuyos requerimientos de abasto son calidad y ausencia de residuos tóxicos (por agroquímicos). Así mismo, México se enfrenta cada vez a una mayor competencia con proveedores de otros países, haciéndose imperativo mantener altos estándares de calidad y atender una oferta exportable en nichos de mercado específicos; como por ejemplo, el de productos orgánicos que presenta una creciente tendencia no solamente en EUA, principal socio comercial de México, sino en el propio mercado nacional.

De acuerdo con el Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT, 2009), durante el periodo 2000-2003 la exportación agrícola nacional alcanzó un valor anual promedio de 3,817 millones de dólares, es decir, 2.3% de la exportación nacional total. Las hortalizas representaron el 61% de las exportaciones agrícolas y las frutas, el 22%. En los últimos cuatro años la agricultura de exportación se ha concentrado en 14 productos, los cuales son susceptibles de ser atacados por la mosca del Mediterráneo, con el tomate rojo como el principal cuya participación promedio fue del 16% en el total anual, seguido por pepino y chile verde.

Estados Unidos de América es el principal mercado externo de los productos mexicanos, al cual se destina más del 80% de las exportaciones agrícolas. México es el segundo proveedor de la Unión Americana en legumbres, hortalizas, frutas y café, con exportaciones que llegan a 12% de esos productos.

Las principales frutas y hortalizas de exportación experimentaron crecimientos promedio muy importantes durante el periodo 1978-2007 (tabla V.10), destacando el de las exportaciones de aguacate, papaya y chile/pimiento verde (279%, 189% y 128%, respectivamente). Aunque el tomate rojo, sandía, pepino/pepinillo y limón/lima mostraron tasas de crecimiento menores (15%, 34%, 22% y 88%, respectivamente) los volúmenes exportados fueron significativamente elevados. Por el contrario, en términos de volumen, pera y manzana tuvieron exportaciones insignificantes, mientras que toronja una tasa de crecimiento negativo.

Tabla V.10. Exportaciones mexicanas de frutas y hortalizas

PRODUCTO	1978	1985	1990	1995	2000	2005	2007	Incremento promedio 1/
	EXPORTACIONES (toneladas)							
Aguacates	104	711	17,427	54,595	89,270	218,525	310,260	279%
Chiles y pimiento verde	11,763	11,231	146,154	256,013	339,963	478,066	530,896	128%
Durazno	561	218	33	99	348	1,113	1,635	20%
Fresa	19,154	3,733	14,457	27,932	35,048	52,357	66,914	23%
Limón y lima	10,445	32,433	73,140	168,937	264,645	387,196	462,868	88%
Mango, mangostan y guayaba	16,740	32,433	58,770	131,721	206,782	195,210	232,806	55%
Manzana	222	42	115	72	106	115	252	2%
Melón	114,366	118,918	206,985	138,849	240,903	142,147	136,513	3%
Naranja	20,639	742	3,783	10,068	10,694	13,562	28,193	5%
Papaya	173	1,281	4,852	36,410	59,818	83,159	101,306	189%
Pepino y pepinillo	128,614	275,218	202,859	265,295	371,369	397,586	428,379	22%
Pera	20	0	4	40	36	20	53	189%
Sandía	84,372	96,927	110,522	150,745	278,770	402,364	484,676	34%
Tomate rojo	463,870	481,298	393,237	717,289	689,997	900,767	1,072,647	15%
Toronja (Incluye pomelo)	13,225	2,139	561	3,833	2,242	8,870	11,674	-2%
Uva	6,717	25,434	27,830	79,375	115,414	189,788	176,855	72%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: FAO (2009), Dirección de Estadística 2009 para el periodo 1980-2006, y SIAP (2008, 2009) para los otros años, con estimaciones en cifras sombreadas.

Las exportaciones de mango, mangostán y guayaba crecieron de 16,740 toneladas en 1978 a 232,806 en 2007, y las de papaya pasaron de 173 a 101,306 toneladas. El tomate rojo se mantuvo alrededor del millón de toneladas durante los dos últimos años y las exportaciones de aguacate aumentaron de 104 toneladas en 1978 a 310,260 en 2007; las de chile verde pasaron de 11,763 a 530,896, y las de uva, de 6,717 toneladas a 176,855.

De acuerdo con Irene Licona (2007) el levantamiento del cerco fitosanitario al aguacate mexicano en todo el territorio estadounidense representó mayores oportunidades de ingreso a los productores y empacadores nacionales de ese fruto, al mismo tiempo que propició fuentes adicionales de empleo. La calidad del producto y la acreditación de su sanidad llevaron a EUA a abrir de manera total su mercado al aguacate mexicano, luego de haber impuesto en 1914 un embargo, aduciendo cuestiones sanitarias. El aguacate mexicano también se exporta, aunque en menor medida, a la Unión Europea, Centroamérica, Canadá, Japón, Corea y China; las exportaciones han crecido de manera importante en los últimos años; siendo Michoacán el principal productor de ese fruto.

La autora antes mencionada (Licona, 2007) señala que los estándares de calidad de la sandía mexicana la han colocado en el primer lugar de las exportaciones mundiales. México lleva casi 80 años comercializando sandía con la Unión Americana; del total de la producción nacional de esta fruta, 40% se canaliza hacia EUA, 30% a Canadá y el resto al mercado nacional. Si bien la

sandía mexicana es un producto muy apreciado en el mercado internacional, para mantener su liderazgo en ventas se requiere no solamente incrementar su volumen de producción, sino mantener la calidad y competitividad en las exportaciones, lo cual ha sido posible gracias a las condiciones inmejorables para producirla con que cuenta México: gran variedad de climas y suelos adecuados, capacidad productiva en la mayoría de los estados de la república (con excepción del D.F., Tlaxcala e Hidalgo) y tecnología agrícola adecuada (Licona, 2007). De acuerdo con información del SIAP (2008), las exportaciones de sandía crecieron de 110 mil toneladas en 1990 a 485 mil en 2007, equivalentes a 191 millones de dólares.



Las exportaciones de uva aumentaron de 9,259 ton en 1980 a 177,885 millones de ton en el 2007 (SIAP, 2008). Ocampo (2008) señala que siendo Europa el primer importador de frutas y hortalizas del mundo —donde cada año se gastan 17,448 millones de dólares, según la FAO— la oportunidad para los productos hortofrutícolas mexicanos se expande. México exporta ya a la Unión Europea uva fresca, jugo de naranja y toronja congelado o concentrado, aguacate, limones, frutas en conserva, mangos y guayabas, además de algunas hortalizas congeladas. El mercado europeo representa una oportunidad para los 2,119 productores mexicanos de uva, quienes en una superficie de alrededor de 33 mil hectáreas (distribuidas en los estados de Sonora, Baja California, Zacatecas y Aguascalientes) obtienen 345 mil toneladas de fruta fresca al año. Tan sólo la Asociación Agrícola Local de Productores de Uva de Mesa de Hermosillo Sonora contribuye con el 70% de la producción nacional y exporta 90% de lo que produce (19 millones de cajas de 9 kg c/u), con un valor que asciende a 250 millones de dólares.

Cifras del SIAP (2008) muestran que las exportaciones de toronja ascendieron de 560 toneladas en 1990 a 11,673 en 2007. De acuerdo con el Banco de México, llegan a los mercados de los Países Bajos, Francia, EUA, Canadá, Bélgica, Italia, Japón, Rusia y Alemania, y generan divisas por cerca de nueve millones de dólares a los estados productores de Veracruz, Michoacán y Tamaulipas.

De acuerdo con la tabla V.11, el valor de la mayoría de las exportaciones de frutas y hortalizas reflejan un crecimiento promedio extraordinario, durante los años mostrados. El de aguacate, chile verde, limón, papaya y uva estuvo por arriba del 100%. La tasa de crecimiento del valor de las de aguacate fue muy superior a los demás (334%) ascendiendo a 812 millones de dólares en 2007; mientras que para toronja fue el menor (11%) con 150 millones de dólares. Para tomate rojo el crecimiento fue de 37% y el valor de sus exportaciones alcanzó los 1,266 millones de dólares en 2007.

Tabla V.11. Valor de las exportaciones mexicanas de frutas y hortalizas

PRODUCTO	1978	1985	1990	1995	2000	2005	2007	Crecimiento promedio 1/
	(Millones de dólares)							
Aguacate	0.09	0.76	14.87	34.47	73.69	378.82	812.19	334%
Chile Verde	0.8	8.59	129.35	221.28	374.19	601.84	698.14	198%
Durazno	0.08	0.09	0.01	0.25	0.45	0.83	1.39	58%
Fresa	9.58	4.55	17.36	43.88	50.33	86.91	209.75	65%
Guayaba	0.25	0.41	0	0	0	0	1.13	28%
Limón	0.87	3.97	10.89	39.87	73.64	160.46	301.9	157%
Mandarina	0	0	4.75	1.65	1.72	1.71	3.86	NA
Mango	2.31	9.27	27.37	104.81	110.24	86.31	108.42	86%
Manzana	0.1	0.01	0.05	0.05	0.09	0.15	0.44	27%
Melón	34.5	24.66	70.83	64.61	87.66	70.49	111.89	21%
Naranja	2.3	0.18	0.85	2.99	3.95	3.43	6.92	19%
Papaya	0.02	0.14	0.82	12.67	23.68	63.15	59.7	263%
Pepino	8.36	33.84	79.65	150.08	176.91	287.67	365.75	84%
Pera	0	0	0	0.03	0.01	0.02	0.08	NA
Sandía	9.83	16.22	19.7	49.8	69.09	156.63	246.04	68%
Tomate Rojo	179.98	198.15	428.81	585.61	462.52	883.34	1265.82	37%
Toronja	4.95	0.8	0.3	4.07	1.2	5.63	9.51	11%
Uva	1.06	11.88	14.64	75.47	106.93	159.63	150.16	122%

1/ Es el incremento promedio por periodo de cinco años.

Fuente: FAO (2009), Dirección de Estadística 2009, para el periodo 1980-2006, y SIAP (2008, 2009) para los otros años.



En cuanto a los productos orgánicos, su consumo presenta una tendencia creciente e irreversible en el mundo (Agronet, 2000). Los alimentos orgánicos son aquellos que se producen bajo un conjunto de procedimientos denominados “orgánicos, biológicos o sustentables” a fin de generar productos más saludables, un mayor ingreso a quienes los cultivan y protección al medio ambiente con el uso de técnicas no contaminantes que disminuyen el empleo de energía y sustancias inorgánicas (en su producción se prohíbe el uso de agroquímicos, la radiación y la siembra de transgénicos). Por las técnicas aplicadas y la certificación que se requiere, los productores orgánicos incurren en costos mayores que en la producción convencional, lo que ocasiona que los productos tengan precios más elevados.

Se estima que actualmente se gastan más de 30,000 millones de dólares en productos orgánicos y la demanda aumenta cada año por arriba del 30%. México ya es exportador de alimentos orgánicos; el café es uno de ellos. Trabajos de campo del Programa Integración, Agricultura e Industria, de la Universidad Autónoma Chapingo, indican que los productores indígenas de café orgánico obtienen mayores rendimientos que sus colegas de producción convencional. El país también abastece con ciertos productos orgánicos al mercado nacional, a través de supermercados, mercados tradicionales, tiendas especializadas y tianguis orgánicos en Oaxaca, Veracruz, Chapingo-Edomex, Tlaxcala, Jalisco y Distrito Federal, entre otros.

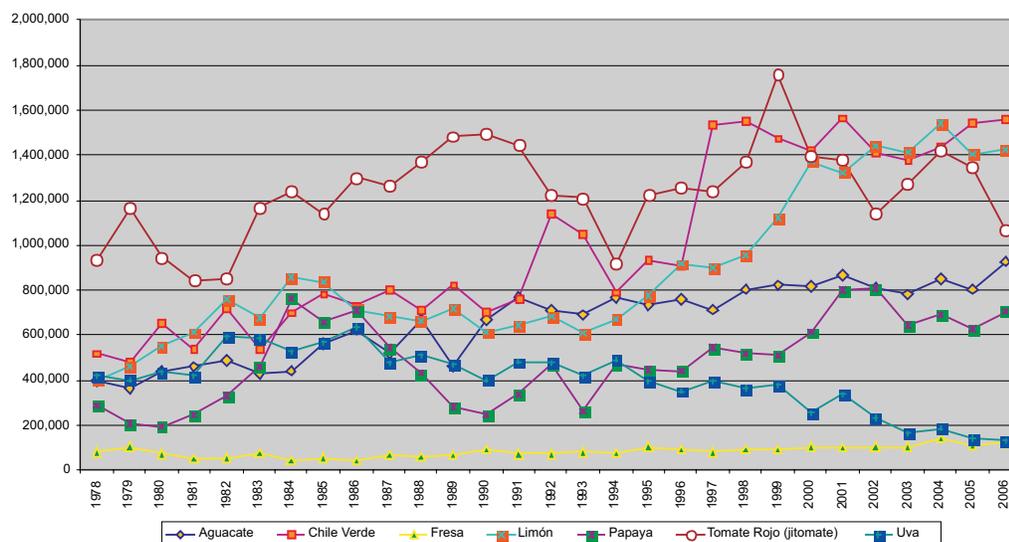
Si bien el precio de los productos es un determinante del comportamiento de las exportaciones, es evidente que el Programa Moscamed ha sido un factor clave en la dinámica que han tenido las de frutas y hortalizas.

V.4 Mercado nacional de frutas y hortalizas

Como se puede observar en la figura V.1, al igual que sucede con las exportaciones, tomate rojo, chile verde y limón tuvieron los mayores crecimientos en el consumo nacional; el consumo interno de chiles aumentó de alrededor de 500,000 toneladas en 1978 a más de 1.5 millones en 2006, y el de limón pasó de 400,000 a 1.4 millones. Aunque menos pronunciada, la tendencia del consumo del aguacate también es importante, pues creció de 400,000 a más de 900,000 toneladas en el mencionado periodo. Estos resultados no extrañan, considerando el gran hábito que tiene la población mexicana de consumir chiles, limones y aguacates.

Aunque el consumo de tomate rojo fue el mayor en términos de volumen (cerca de 900,000 toneladas en 1978 y 1.1 millones en 2006), mostró un comportamiento errático durante el periodo; al igual que la papaya, que recuperó en 2001-2002 las casi 800,000 toneladas que alcanzó en 1984; pero después de la caída de 2002 su consumo se mantuvo ligeramente por debajo de las 650,000. Por otro lado, el consumo interno de uva (satisfecho con producción nacional) presentó una pronunciada caída a partir de 1986, de casi 600,000 toneladas a menos de 200,000 en 2006 lo cual se explica, en gran medida, por las crecientes importaciones de esta fruta procedentes de EUA y Chile.

Figura V.1. Consumo nacional de frutas y hortalizas seleccionadas



V.5 El Sector hortofrutícola en el estado de Chiapas

Por su frontera con Guatemala y sus condiciones climatológicas el estado de Chiapas es el más proclive al ataque de la mosca del Mediterráneo. Es un importante estado productor de mango, chile verde, naranja y sandía, que son cultivos hospederos de esta plaga y de gran importancia económica por su demanda internacional; además, también produce aguacate, papaya, naranja, limón, tomate rojo, durazno y manzana, todos susceptibles de ser atacados por dicha plaga.

Al igual que el resto del país, Chiapas se beneficia del Programa Moscamed por los incrementos que propicia en superficie cosechada, rendimientos, volúmenes y valor de la producción así como exportaciones de frutas y hortalizas, lo cual indirectamente genera y sostiene el empleo en el campo al aumentar la demanda, interna y externa, de productos hortofrutícolas de calidad.

V.5.1 Superficie cosechada, rendimientos, producción y precio

La superficie cosechada de las frutas y hortalizas de Chiapas aumentó de 161,549 hectáreas en 1980 a 289,293 en 2008, equivalente al 79% (tabla V.12); se presentaron incrementos importantes en cultivos de papaya (90%), chile verde (40%), manzana (35%) y mango (30%). El resto de los cultivos tuvo crecimientos menores y la superficie cosechada de aguacate, limón, melón, naranja, sandía y tomate rojo se contrajo entre un 4% y 38%.

Tabla V.12. Superficie cosechada de frutas y hortalizas en Chiapas

CULTIVO	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Crecimiento Promedio 1/
	Hectáreas							
Aguacate	3,930	1,786	4,135	630	368	289	362	-34%
Chile Verde	573	1,876	3,188	3,234	3,040	3,762	4,025	40%
Durazno	479	1,025	1,099	1,242	985	1,732	1,785	25%
Limón	928	1,211	1,371	713	430	557	586	-8%
Mango	5,131	4,875	7,238	13,100	17,038	20,440	23,185	30%
Manzana	219	708	2,934	2,460	1,663	1,225	1,242	35%
Melón	580	668	978	1,533	637	252	35	-38%
Naranja	3,040	1,428	3,757	2,159	2,249	2,486	2,342	-4%
Papaya	0	0	0	1,000	1,737	1,810	1,789	90%
Sandía	2,485	4,175	2,059	467	1,596	1,927	1,713	-6%
Tomate Rojo	1,030	400	327	430	1,130	676	837	-4%
Total	161,549	182,092	192,086	249,860	270,315	286,969	289,293	79%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAP 2008, 2009. Valores sombreados iguales al año anterior por falta de datos.

La superficie cosechada de mango en Chiapas contribuyó con 8.3%, en promedio, a la superficie cosechada nacional de dicha fruta durante el periodo 1980-2008 (tabla V.13), mientras que la de sandía con 6.5% y la de papaya, 4.4%. La contribución de aguacate, durazno, manzana y melón estuvo entre el 2% y 3%, y la de las restantes frutas y hortalizas, por abajo del 2%.

Tabla V.13. Contribución de Chiapas a la superficie cosechada nacional de frutas y hortalizas

CULTIVO	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Crecimiento Promedio 1/
Aguacate	7.21	2.45	5.34	0.70	0.39	0.28	0.26	2.1
Chile Verde	0.70	1.91	3.28	2.86	2.09	2.50	2.85	1.8
Durazno	2.00	3.57	3.14	3.05	2.41	4.69	4.25	3.1
Guayaba	1.05	2.78	0.00	0.00	0.01	0.46	0.42	0.6
Limón	1.62	1.73	1.90	0.82	0.35	0.41	0.39	0.9
Mandarina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.56	0.46	0.2
Mango	8.05	4.63	6.67	9.71	11.04	12.78	12.70	8.3
Manzana	0.49	1.36	5.08	4.01	3.04	2.06	2.21	2.6
Melón	2.14	2.56	2.42	5.29	2.27	1.14	0.16	2.8
Naranja	1.88	1.12	2.13	0.79	0.69	0.78	0.74	1.0
Papaya	0.00	0.00	0.00	7.15	10.13	9.56	9.78	4.4
Pera	0.42	4.14	3.78	0.00	0.00	0.00	0.00	1.4
Pepino	0.47	0.69	0.00	0.00	0.10	0.44	0.33	0.2
Sandía	8.48	12.06	6.93	1.52	3.46	4.59	3.82	6.5
Tomate Rojo	1.48	0.58	0.40	0.57	1.51	0.95	1.48	0.7

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAP 2008, 2009. Valores sombreados iguales al año anterior por falta de datos.

Los rendimientos de la mayoría de las frutas y hortalizas seleccionadas experimentaron variación errática entre 1980 y 2008 (tabla V.14). Los rendimientos de la papaya y tomate rojo tuvieron crecimientos importantes (36% y 27%, respectivamente) y también significativos

para chile verde (6%); sin embargo, para el resto de los cultivos fue negativo. El cultivo de la papaya inició a principios de los 1990.

Los rendimientos de aguacate, mango, manzana, naranja y sandía reflejan bruscas caídas, llamando la atención los de aguacate y mango, que se redujeron casi a la mitad de 1980 a 2008. Estos resultados llaman la atención en un Estado en el que las actividades de divulgación y transferencia de tecnología sobre los beneficios del Programa Moscamed pueden incentivar prácticas de cultivo y control de plagas más adecuados.



Tabla V.14. Rendimientos de frutas y hortalizas del estado de Chiapas

CULTIVO	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Crecimiento promedio 1/
	RENDIMIENTOS (Toneladas / Hectárea)							
Aguacate	9.34	11.54	8.00	4.92	6.25	5.58	4.54	-12%
Chile Verde	3.15	4.22	3.70	6.27	3.16	6.34	4.48	6.%
Durazno	4.00	10.00	5.90	4.50	3.98	3.66	3.83	-1%
Limón	6.38	3.38	9.50	8.94	6.59	6.40	6.24	-0%
Mango	16.44	11.55	10.00	14.28	11.80	6.42	7.62	-12%
Manzana	7.69	8.00	3.00	7.48	2.52	2.62	2.55	-17%
Melón	13.50	7.34	7.82	11.65	13.82	14.78	12.00	-2%
Naranja	10.09	9.75	10.50	6.48	6.80	7.38	6.74	-7%
Papaya	0.00	0.00	0.00	37.00	78.50	67.49	73.79	36%
Sandía	27.71	12.27	10.95	18.09	15.21	15.21	19.31	-6%
Tomate Rojo	8.74	12.10	15.23	17.56	31.81	34.78	35.45	27%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAP 2008, 2009. Valores sombreados iguales al año anterior por falta de datos.

En cuanto al comportamiento de su producción (tabla V.15), chile verde (49%), papaya (63%), durazno (25%), tomate rojo (23%), mango (14%) y manzana (12%) mostraron los mayores crecimientos promedio durante los años señalados. La papaya aumentó de 37 mil toneladas en 1995 a 132 mil en 2008, mientras que el chile verde pasó de 1,806 en 1980 a 18,062 toneladas en 2008. La producción de manzana aumentó significativamente de 1980 a 1995, pero a partir de los siguientes años inició su descenso. Aguacate, limón, melón, naranja y sandía mostraron crecimientos negativos en producción de entre 8% y 45%; siendo la de melón insignificante en el último año (13,538 ton en 1980 y menos de media tonelada en 2008), mientras que el aguacate experimentó una drástica reducción al bajar de 36,686 toneladas en 1980 a sólo 1,644 en 2008 (-42%). Se observa una tendencia errática en la producción de limón, con el mayor volumen en 1990 y mucho menores en años subsecuentes.

La contracción en producción de dichas frutas y hortalizas puede estar respondiendo a condiciones climatológicas, enfermedades y otras plagas, así como a rentabilidad con respecto a los productos hortofrutícolas de otros estados.

Tabla V.15. Producción de frutas y hortalizas en Chiapas

CULTIVO	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Crecimiento promedio 1/
	PRODUCCION (Toneladas)							
Aguacate	36,686	20,608	33,080	3,100	2,299	1,612	1,644	-42%
Chile Verde	1,806	7,925	11,789	20,266	9,596	23,846	18,062	49%
Durazno	1,916	10,250	6,484	5,593	3,925	6,338	6,828	25%
Limón	5,918	4,089	13,024	6,373	2,832	3,561	3,659	-8%
Mango	84,366	56,297	72,380	186,998	201,009	131,250	176,625	14%
Manzana	1,685	5,664	8,802	18,392	4,189	3,208	3,172	12%
Melón	13,538	5,730	5,070	1,200	4,582	2,198	420	-45%
Naranja	30,657	13,917	39,448	13,987	15,302	18,357	15,784	-11%
Papaya	226	8,700	1,934	37,000	136,355	122,123	132,014	63%
Sandía	68,866	51,242	22,537	8,448	24,268	29,305	33,090	-12%
Tomate Rojo	9,000	4,840	4,980	7,550	35,935	23,496	29,666	23%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAP 2008, 2009. Valores sombreados iguales al año anterior por falta de datos.

Con respecto a los precios de los productos seleccionados, chile verde, durazno, limón y melón tuvieron los mayores incrementos promedio en dólares, en los años señalados dentro del período 1980-2008, siendo el más alto para el melón que creció de 174 dólares la tonelada en 1980 a 661 en 2008, aunque mostró una tendencia errática (tabla V.16). Los precios de sandía, tomate rojo, papaya y manzana reflejaron aumentos de entre el 7% y 10%, mientras que mango y aguacate tuvieron un bajo incremento (2% y 1%, respectivamente) y la naranja mostró una tasa de crecimiento negativa en precio (-1%).

Tabla V.16. Precios medios rurales de frutas y hortalizas

CULTIVO	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2007	Crecimiento promedio 1/
	Dólares / tonelada							
Aguacate	313.86	194.98	319.99	155.79	472.40	372.43	328.48	1%
Chile Verde	231.47	173.53	782.19	498.52	360.71	268.30	435.34	12%
Durazno	305.14	779.91	348.43	148.00	381.39	510.55	737.47	16%
Limón	130.78	116.99	248.88	233.68	177.14	161.22	237.94	11%
Mango	239.76	175.48	302.21	243.19	328.79	264.85	264.79	2%
Manzana	435.92	779.91	348.43	623.15	765.37	599.65	703.47	9%
Melón	174.37	153.76	142.22	186.95	484.56	201.66	661.32	26%
Naranja	108.98	77.99	302.21	233.68	146.37	102.03	102.31	-1%
Papaya	0.00	0.00	0.00	234.95	211.10	301.99	336.02	7%
Sandía	130.78	134.57	177.77	389.47	150.58	150.56	220.34	9%
Tomate Rojo	435.92	233.97	533.31	612.32	563.17	266.85	710.37	9%

1/ Es el incremento promedio por periodo de 5 años.

Fuente: SIAP 2008, 2009. Valores sombreados iguales al año anterior por falta de datos.

El valor promedio de la producción de aguacate, melón naranja y sandía se contrajo durante el período 1980-2007 (tabla V.17), mientras que para chile verde, durazno, mango, manzana y tomate rojo creció a tasas significativas (66%, 45%, 16%, 21% y 34%, respectivamente). Destaca la producción del chile verde, cuyo valor aumentó de 0.42 millones de dólares en 1980 a 7.86 millones en 2008, así del tomate rojo que creció de 3.92 a 21 millones de dólares en dichos años.



Tabla V.17. Valor de la producción de frutas y hortalizas

CULTIVO	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008	Crecimiento promedio 1/
	Millones de dólares							
Aguacate	11.51	4.02	10.59	0.48	1.09	0.60	0.54	-41 %
Chile Verde	0.42	1.38	9.22	10.10	3.46	6.40	7.86	66 %
Durazno	0.58	7.99	2.26	0.83	1.50	3.24	5.04	45 %
Guayaba	0.03	0.26	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	14 %
Limón	0.77	0.48	3.24	1.49	0.50	0.57	0.87	2 %
Mango	20.23	9.88	21.87	45.48	66.09	34.76	46.77	16 %
Manzana	0.73	4.42	3.07	11.46	3.21	1.92	2.23	21 %
Melón	2.36	0.88	0.72	0.22	2.22	0.44	0.28	-31 %
Naranja	3.34	1.09	11.92	3.27	2.24	1.87	1.61	-12 %
Sandía	9.01	6.90	4.01	3.29	3.65	4.41	7.29	-4 %
Tomate Rojo	3.92	1.13	2.66	4.62	20.24	6.27	21.07	34 %

1/ Crecimiento calculado para periodos de cinco años
Fuente: Cálculos propios; con cifras del SIAP (2008, 2009) convertidos a dólares mediante tasa de cambio reportada por Banco de México.

V.5.2 Exportaciones

El SIAP-SIACON (2009) no reporta estadísticas de exportaciones de frutas y hortalizas por entidad federativa. El Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012 informa de una caída en las exportaciones estatales de 1995-2002, con un ligero repunte en 2003-2005, cuando el total ascendió a 92.2 millones de dólares en 2005; el café contribuyó con más de la mitad (49.6 mdd), seguido de abarrotes con 18.6 mdd, mango con 6.9 mdd y plátano con 3 mdd. De acuerdo con dicha fuente, el principal destino de las exportaciones chiapanecas fue EUA, con 54%, seguido por Guatemala, 9% y Canadá, 8%.

De acuerdo con el padrón de productores de la Junta Local de Sanidad Vegetal de fruticultores del Soconusco, las exportaciones de mango se han incrementado en los últimos años de 12,654 toneladas en 2004 a cerca de 20,000 en 2008, equivalentes a un crecimiento anual promedio del 13%, mientras que las de papaya ascendieron a 10,000 toneladas en 2008; (tabla V.18). Según esta fuente, el sobreprecio que recibe el productor por exportaciones *versus* el mercado nacional, es lo suficientemente atractivo para que le estimule dirigir su producto al mercado externo; mientras que en 2008 el precio que recibió por el mango en el mercado nacional anduvo alrededor de 2,333 pesos/ton., con exportaciones ascendió a cerca de 6,000/ton. Para papaya, el precio promedio fue de 3,880 pesos/ton en mercado nacional y de 5,000 pesos/ton en el de exportación.

Tabla V.18. Exportaciones de frutas chiapanecas

EXPORTACIONES	2004	2005	2006	2007	2008	Crecimiento anual promedio
(Toneladas)						
MANGO	12,654	13,502	15,078	14,298	20,000	13%
PAPAYA	ND	ND	ND	ND	10,000	

Fuente: Comunicación personal de la Junta Local de Sanidad Vegetal de fruticultores del Soconusco, Chiapas.

De acuerdo con los comentarios de funcionarios de Desarrollo Agropecuario, la exportación de productos orgánicos ascendió a 10 millones de dólares, y es bajo el volumen de la producción que se comercializa en el exterior. La superficie dedicada a la producción de agricultura orgánica en Chiapas es de 100 mil hectáreas; el café es el que principalmente se produce y exporta: 80% de la producción total de café, equivalente a un millón y medio de quintales cosechados anualmente, se va al mercado externo, al café orgánico corresponde 30% del total. Los principales mercados que demandan este producto son EUA y la Comunidad Europea, donde se pagan aproximadamente 125 dólares por quintal, con lo cual se cubren los costos de producción y la actividad sigue siendo rentable.

Si bien en este estudio no se considera al café como un hospedante primario de la mosca del Mediterráneo para fines de efectos negativos en su producción, dado que no existe suficiente evidencia que al atacar esta plaga la cereza impacte la calidad del grano (y por tanto el precio del café), es un hecho que varias zonas productoras localizadas alrededor de la frontera Chiapas-Guatemala (cerca de 250,000 hectáreas) son consideradas el principal reservorio de esta mosca, lo que las convierte en una vía natural de dispersión de la plaga hacia las áreas libres del estado de Chiapas y Tabasco, con lo cual aumenta la posibilidad de que pueda llegar a atacar otros cultivos.





VI. Estructura de





Beneficios



Un logro relevante del Programa Moscamed ha sido mantener desde 1982 al territorio mexicano libre de esta plaga (NOM-EM-028-FITO-1995), lo cual ha traído consigo beneficios al país al evitar que con su establecimiento se presenten pérdidas cuantiosas a la actividad hortofrutícola.

De acuerdo con Enkerlin (2008) entre los beneficios que se esperan de un programa de manejo integrado de insectos-plaga (como el Programa Moscamed) están: a) incremento en los volúmenes de producción de los cultivos afectados; b) ahorro en costos ambientales; (c) ahorro en costos de los programas de control convencionales; y, d) mayores ganancias en la comercialización de productos agrícolas por mejores estándares de calidad. Un estudio de FAO/IAEA (2005) señala que un programa basado en el uso de insecto estéril para el manejo de la mosca del Mediterráneo trae consigo, además de una disminución de pérdidas debidas al ataque de la mosca del Mediterráneo: a) aumento en la disponibilidad de fruta en cultivos de traspatio, b) ahorros en la aplicación de productos químicos, c) reducción de costos ambientales, y d) posibilidad de exportar frutas y hortalizas al provenir de áreas libres de esta plaga.

En México, la puesta en marcha del Programa Moscamed ha generado beneficios tanto a la producción hortofrutícola y su comercialización, en los mercados nacional y de exportación, como al ambiente, al evitar la aplicación indiscriminada de insecticidas que puedan causar daño a organismos benéficos, incluyendo agentes de control biológico de otras plagas, disminución de polinizadores (especialmente abejas) y con ello menor cantidad y calidad de frutos, así como daños a la salud humana.

Se consideran beneficios directos: 1) el incremento en las áreas de cultivo, rendimientos y producción de las frutas y hortalizas susceptibles de ser atacados por la mosca del Mediterráneo; 2) disminución de los costos de producción al reducirse la aplicación de insecticidas; 3) incremento en la comercialización de los productos y retención de los mercados de exportación; y 4) mejora en precios de las frutas y hortalizas al aumentar la calidad de los productos. Entre los beneficios indirectos destacan: 5) disminución del rechazo de productos por residuos de insecticidas; 6) ahorro en gastos médicos por intoxicaciones y mejora de la nutrición humana; 7) disminución de residuos tóxicos (por insecticidas) en frutos, agua y aire; 8) reducción de efectos negativos a polinizadores; 9) incremento en la producción y exportaciones de miel de abeja; 10) aumento en la producción de cultivos orgánicos; 11) disminución de plagas secundarias, y 12) creación y retención de empleo agrícola.

VI.1. Beneficios directos

El hecho de que México esté libre de la mosca del Mediterráneo ha motivado a los productores nacionales a incrementar la superficie sembrada de frutas y hortalizas, porque se evitan daños que de otra manera enfrentarían; así mismo, los rendimientos también han aumentado y por lo tanto los volúmenes de producción. Si bien las cifras nacionales reflejan incrementos en las variables mencionadas, como se vio en el capítulo V, es difícil atribuirle únicamente al Programa Moscamed, sin el apoyo de un análisis de causalidad, los incrementos en volúmenes de producción y exportación, áreas sembradas y rendimientos por hectárea de las frutas y hortalizas seleccionadas. Sin embargo, es claro que si este Programa no hubiera sido implementado, la mosca del Mediterráneo habría invadido casi toda la superficie agrícola de México, con la consecuente disminución de áreas destinadas a la producción hortofrutícola.



La producción de frutas y hortalizas en México representa una de las actividades agrícolas más importantes, tanto por la cantidad de mano de obra que demandan, como por el valor de su producción y capacidad de exportación. A pesar de que el cultivo de frutas y hortalizas utiliza sólo cerca del 10% de la superficie cultivada nacional, el valor de su producción ha contribuido con el 26% al valor de la producción agrícola total en 1980, 34% en 1990 y 43% en 2000 y 2007, respectivamente (tabla VI.1). La producción de frutas creció de 8.8 millones de toneladas en 1980 a 17.3 millones en 2007, mientras que la de hortalizas pasó de 3.5 millones en 1980 a cerca de 11 millones de toneladas en 2007. El valor de la producción de los hortofrutícolas aumentó de 2,589 millones de dólares en 1980, a 4,314 millones en 1990, 6,064 millones en 2000 y 9,017 millones en el 2007.

Tabla VI.1. Volumen y valor de los hortofrutícolas en la producción agrícola nacional

(Cifras en Millones)										
AÑO	FRUTAS		HORTALIZAS		PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS		PRODUCCION AGRICOLA NACIONAL 1/		HORTOFRUTICOLAS / PROD. AGRIC. NAL. 1/	
	Tons.	Dólares	Tons.	Dólares	Tons.	Dólares	Tons.	Dólares	Tons.	Dólares
1980	8.8	1,738.7	3.5	850.0	12.3	2,588.7	106.2	9,989.2	12%	26%
1990	10.4	2,516.7	5.9	1,797.1	16.3	4,313.7	154.4	12,713.2	11%	34%
2000	15.2	3,197.5	8.7	2,866.2	23.8	6,063.7	376.9	14,052.4	6%	43%
2007	17.3	5,107.5	10.9	3,909.1	28.2	9,016.6	502.8	20,793.1	6%	43%

Fuente: Elaboración propia con cifras del SIAP (2008, 2009). El valor de la producción convertido a dólares estadounidenses utilizando la tasa de cambio peso/dólar FIX del Banco de México.

1/ Incluye cereales, oleaginosas, forrajes, frutas, hortalizas, legumbres, especies ornamentales y orgánicos.

México cuenta con diferentes regiones bioecológicas que le permiten producir las hortalizas y frutas más demandadas en el mercado exterior, y su participación en los mercados de exportaciones ha crecido significativamente en los últimos años (Licona, 2007). El valor de las exportaciones agroalimentarias mexicanas aumentó 20% de enero-noviembre de 2006 con respecto al mismo periodo de 2005, al pasar de 10 mil 631 millones de dólares a 12 mil 749 millones. México ha sido líder mundial en la producción de algunos cultivos frutícolas; por ejemplo, en 1980 fue el principal productor mundial de aguacate, el tercero en limón y mango, y el quinto en naranja, piña y toronja. Mosqueda (1983) menciona que México es el primer productor de aguacate, aportando 28% de la producción mundial, el segundo en mango (5%), el cuarto en papaya (13%) y el sexto en cítricos (5). Licona (2007) señala que en aguacate, mango, papaya, sandía y melón México es el principal exportador del mundo; el segundo en limón, nuez, pepino, espárrago, garbanzo y cebolla; y entre el tercero y quinto en tomate, fresa, pimiento, berenjena, espinaca, calabaza y coliflor.

De acuerdo con la Subsecretaría para el Fomento a los Agronegocios (2009), SAGARPA, entre los 20 productos de exportación más importantes de México en 2007 estuvieron ocho frutales y siete hortalizas que generaron en conjunto 4,484 millones de dólares al año en su acceso a los mercados de EUA, Canadá, Unión Europea y Japón, países que exigen altos estándares de calidad y que no permiten la importación de productos agrícolas provenientes de áreas donde esté establecida la mosca del Mediterráneo.

La mayoría de los productos de exportación mencionados están en la lista de hospedantes de la mosca del Mediterráneo (Weems, 1981), por lo que gracias al Programa Moscamed México

ha tenido el estatus de país libre de esta plaga y, por tanto, ha mantenido e incrementado su capacidad exportadora de estos productos de alto valor. En los últimos tres años el valor de las exportaciones de frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo (tomate rojo, chile, fresa, pepino, chayote, melón, sandía, guayaba, papaya, naranja, limón, toronja, mandarina, mango, manzana, chabacano, durazno, pera y uva) ha oscilado entre el 76 y 82% del valor total de las exportaciones agrícolas. Las exportaciones de estos productos hortofrutícolas aumentaron de 881 mil toneladas en 1980 a 1.45 millones en 1990, 2.97 millones en el 2000 y 4.17 millones en el 2007, representando una derrama de divisas al país de alrededor de 4.5 millones de dólares en el último año.



En términos generales, se considera en este estudio que durante 1978-2008 el Programa Moscamed ha contribuido a proteger de manera importante, los incrementos promedio anuales presentados en la superficie cosechada, rendimientos, producción nacional y valor neto de la producción de las 20 frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo. En la cuantificación de los beneficios indirectos que genera el Programa se consideran solamente a los hospedantes primarios de dicha plaga. En la tabla VI.2 se presentan incrementos anuales promedio de superficie cosechada, rendimientos, volumen, valor de la producción y de los costos de producción. La superficie cosechada de estos cultivos creció 2.31% en el período, la producción nacional 3.15% y el valor neto de la producción 6.37%; mientras que los costos de producción aumentaron 4.72 por ciento.

Tabla VI.2 Crecimiento anual promedio de la superficie cosechada, rendimientos, producción nacional y valor neto de la producción de los hospedantes primarios de la mosca del Mediterráneo

HOSPEDANTES PRIMARIOS DE LA MOSCAMED	SUPERFICIE COSECHADA	RENDIMIENTO	PRODUCCION NACIONAL	VALOR DE LA PRODUCCION NACIONAL 1/	COSTOS DE PRODUCCION 1/	VALOR NETO DE LA PRODUCCION 1/
Crecimiento anual promedio durante 1978-2008						
Chabacano	-4.01%	-1.21%	-5.17%	-3.25%	-3.72%	0.91%
Durazno	1.64%	-1.18%	0.43%	2.73%	2.23%	7.14%
Guayaba	0.68%	0.74%	1.43%	5.80%	5.15%	6.17%
Limón	3.75%	1.78%	5.60%	6.72%	6.36%	10.43%
Mandarina	1.99%	1.11%	3.12%	7.13%	6.63%	11.64%
Mango	4.07%	-0.02%	4.06%	5.63%	4.98%	6.31%
Manzana	0.48%	1.80%	2.28%	6.95%	6.29%	7.35%
Naranja	2.28%	0.38%	2.67%	4.20%	3.71%	8.59%
Pera	0.18%	-1.58%	-1.40%	1.11%	1.01%	2.56%
Toronja	4.35%	1.16%	5.56%	9.09%	8.58%	13.68%
Uva	-1.42%	0.37%	-1.05%	5.05%	4.40%	5.21%
TOTAL	2.31%		3.15%	5.34%	4.72%	6.37%

1/ Los crecimientos están calculados sobre valores en dólares nominales

Fuente: Cálculos propios con cifras de FAO (2009) y SIAP (2008, 2009).

El volumen de las exportaciones de estas frutas y hortalizas se incrementó 3.2% en promedio al año, mientras que el valor neto de las mismas creció 13.5% (tabla VI.3), destacando el 21% de crecimiento en el valor de las exportaciones de limón, 17% uva y 13% mango.

Como ya se ha mencionado, si no se hubiera establecido el Programa Moscamed habría una pérdida potencial y residual en la producción de las frutas y hortalizas, hospedantes primarios, debido a infestaciones de la mosca del Mediterráneo. Como en México nunca se ha establecido tal plaga, se carece de estudios sobre niveles de infestación asociados a posibles impactos en parcelas con y sin control de esta mosca.

Estudios de otros países mencionan las pérdidas potenciales asociadas a distintos niveles de infestación de la mosca del Mediterráneo (Cividanes *et al.*, 1993; Clarice *et al.*, 2000; Vo *et al.*, 2003; Doria *et al.*, 2004; Segura *et al.*, 2004; Velasco-García *et al.*, 2004; IAEA, 2005; Bjeliš, 2007; Medeiros *et al.*, 2007; Willink y Villagrán, 2007; Porras y Lecuona, 2008; USDA, 2008); para evaluar dichas pérdidas en este estudio se utilizarán las cifras de niveles de daño que reporta Weems (1981), las cuales se muestran en la tabla VI.4.

Tabla VI.3 Crecimiento anual promedio del volumen y valor de las exportaciones de frutas y hortalizas

HOSPEDANTES PRIMARIOS DE LA MOSCAMED	VOLUMEN DE LAS EXPORTACIONES	VALOR NETO DE LAS EXPORTACIONES 1/
	Crecimiento anual promedio durante 1978-2008	
Chabacano	NA	NA
Durazno	3.10%	9.73%
Guayaba	-0.76%	4.39%
Limón	2.05%	20.77%
Mandarina	-4.42%	-1.08%
Mango	8.74%	13.21%
Manzana	5.41%	4.93%
Naranja	-2.12%	3.62%
Pera	13.39%	11.53%
Toronja	-0.02%	2.13%
Uva	7.88%	17.34%
TOTAL	3.15%	13.45%

1/ Los crecimientos están calculados sobre valores en dólares nominales

Fuente: Cálculos propios con cifras de FAO (2009) y SIAP (2008, 2009).

Tabla VI.4 Pérdidas potenciales y residuales por infestaciones de la mosca del Mediterráneo

CULTIVO	Nivel de infestación de la moscamed	Daño en ausencia de control integrado de la moscamed 1/	Daño a pesar del control químico de la moscamed 2/
Chabacano, Durazno, Manzana, Pera, Limón, Mandarina, Naranja y Toronja	Alto	20	5
Mango y Cafe cereza	Alto	10	2
Aguacate y Uva	Medio	15	3
Chile Verde, Fresa	Bajo	5	1
Papaya	Bajo	5	1
Chayote, Melón, Pepino, Sandía y Jitomate	Solo en laboratorio	5	1
Guayaba	Solo en laboratorio	20	5

1/ De acuerdo a Weems, 1981.

2 / Porcentaje de reducción en producción de frutas y hortalizas.



VI.2. Beneficios indirectos

La cuantificación de beneficios indirectos que ha generado el Programa Moscamed puede ser un tanto subjetiva cuando se busca otorgarles un valor monetario, principalmente por la falta de estadísticas específicas. Sin embargo, aunque se pueden inferir algunos beneficios indirectos obtenidos mediante el Programa Moscamed, tomando en cuenta los parámetros que reportan estudios similares realizados para otros países, resultaría difícil asignar impactos causales determinantes a este Programa, sin el apoyo de los análisis de regresión correspondientes. Por tal motivo, en este estudio, además de evaluar los beneficios que reporta la literatura al respecto, se corren los análisis de regresión respectivos para cuantificar la relación causa-efecto entre el Programa Moscamed y los beneficios generados.



VI.2.2 Impacto en salud humana y nutrición

En el control de las moscas de la fruta, incluyendo *C. capitata*, generalmente se ha utilizado un cebo compuesto por proteína hidrolizada y un insecticida. Los insecticidas más utilizados son el Fentión, Malatión, Dimetoato y Triclorfon, los cuales aunque conllevan una baja o mediana toxicidad llegan a causar serios problemas de intoxicación en humanos y, sobre todo, daños a organismos no objetivo (MMWR, 1999). Como se mencionó en el capítulo IV, de 1978 hasta 2002 se emplearon cebos a base de Malatión y fue hasta 2003 que tal insecticida fue totalmente substituido por el Spinosad, sustancia ligeramente tóxica que minimiza los efectos secundarios al ambiente y a la fauna benéfica. Sin embargo, por su mayor costo, la mayoría de los productores no lo utilizarían en caso de que esta plaga invadiera el territorio nacional, sino que se inclinarían por los organofosforados, que son más económicos y están fácilmente disponibles en el mercado.

Los insecticidas organofosforados, entre los que se encuentra el Malatión, ejercen acción sobre la transmisión nerviosa, y aunque dicho plaguicida es considerado de baja toxicidad a los humanos, existen evidencias de los efectos negativos que producen a la salud humana. Por ejemplo, en el estudio sobre el impacto de los insecticidas durante la campaña de erradicación de la mosca del Mediterráneo en Florida (del Center for Disease Control and Prevention, Departamento de Salud de los EUA, MMWR, 1999) se reporta que 123 personas, de un universo de 132,000, que estuvieron expuestas a la aplicación de Malatión y Diazinón, presentaron efectos negativos en vías respiratorias, síntomas gastrointestinales, neurológicos, dermatitis y conjuntivitis; se calcula que hubo una persona intoxicada por cada 1,073 expuestas.

En el estudio de Madeira, Portugal (IAEA, 2005), se señala un costo de 11,500 euros al año por daños a la salud humana debido a la aplicación de productos químicos; se estima que si se implementara un programa de manejo integrado de la mosca del Mediterráneo en dicha isla, se generaría un beneficio indirecto de 22,286 euros tan sólo por la reducción de daños a la salud humana. Enkerlin y Mumford (1997) señalan que en Jordania se presenta una tasa de envenenamiento de tres personas por cada 10,000 habitantes, y Vo, *et al.* (2003) estimaron, en su estudio de Centroamérica, una tasa de envenenamiento de una persona por cada 10 mil habitantes.

Se asume que la población afectada por la aplicación generalizada de productos químicos en México será básicamente la rural, la cual fluctuó de 22 millones en 1980 a 23.3 en 1990, 24 en 1995, 24.8 en el 2000 y 24.3 en 2005 (tabla VI.5).

Tabla VI.5. Población rural de México y su participación en la población total nacional

Año	Población rural	% de la Población Total	Fuente
1980	22,000,000	32.9	INEGI, 2009
1990	23,318,648	28.7	INEGI, 2009
1995	24,000,000	26.3	INEGI, 2009
2000	24,760,789	25.4	INEGI, 2009
2005	24,275,645	23.5	INEGI, 2009

Pimentel (2005) señala que el costo a la salud humana por el uso de insecticidas y otros productos tóxicos en EUA es de 1,228.5 millones de dólares al año, incluyendo costos de hospitalización por envenenamiento, tratamiento, salarios perdidos debido a la incapacidad, tratamiento de posible cáncer como consecuencia del efecto permanente de plaguicidas y el costo irreparable que representa la muerte de personas envenenadas.

En México no se tienen cuantificados los costos de las implicaciones que tiene el uso de insecticidas en la salud humana; sin embargo, considerando que en la mayoría de los cultivos de alto valor (como los susceptibles de ser atacados por la mosca del Mediterráneo) se realizan aplicaciones de insecticidas a niveles muy similares que en EUA, se podría esperar que los impactos negativos sobre la salud humana de la población mexicana, fueran proporcionales a la superficie cultivada en México (216,401 Km²) en comparación con la de la Unión Americana (3.77 millones de Km²), equivalente al 5.7%.

Considerando los cálculos de MMWR (1999) de que por cada 100,000 personas expuestas al Malatión hay 93 intoxicadas, y que los daños causados en la salud de la población rural mexicana que conlleva la intoxicación de las personas expuestas a los insecticidas lo representa el costo de atención médica de las potencialmente intoxicables, suponiendo que un 12.5% de la población rural mexicana está expuesta al Malatión y, de ésta el 50% experimenta problemas neurológicos que requieren atención médica, con un costo de 190 dólares por persona, se estima que el impacto para México, si no existiera el Programa Moscamed, sería de 43,441 personas intoxicadas con afectación neurológica, equivalente a un costo médico por 5.44 millones de dólares durante el período 1978-2008.

Respecto a la mejora en la nutrición de la población mexicana y los ahorros que esto conlleva en salud pública, se presume que en la medida en que se va incrementando la producción de frutas y hortalizas saludables —sobre todo en la agricultura de traspatio y, con ello, el consumo per cápita de estos productos en el sector rural— el nivel nutricional de la población mejora y se reduce el gasto en salud pública que el gobierno tiene que realizar (Vo *et al.*, 2003). Sin embargo, como este estudio no tiene como propósito evaluar los beneficios en la agricultura de traspatio y por falta de información detallada al respecto, no se cuantifican aquí los incrementos que se hubieran podido presentar en el consumo per cápita de frutas y hortalizas de la población rural.

Al hablar de productos hortofrutícolas saludables, Enkerlin (2005) se refiere a aquellos en cuyo cultivo se reduce considerablemente la aplicación de agroquímicos en el tratamiento de plagas y enfermedades de frutas y hortalizas, a cambio de un trato más amigable del medio ambiente como el control autocida que se incluye en estrategias de manejo integrado contra la mosca del Mediterráneo. Según FAO/OMS (2002), la ingesta insuficiente de frutas y hortalizas puede ocasionar 2.7 millones de muertes cada año; esta causa está entre las diez



principales de riesgo de muerte en el mundo. Hay pruebas suficientes para sustentar que el consumo adecuado de frutas y hortalizas, contribuye a prevenir muchas enfermedades y a favorecer la buena salud (Vo et al., 2003). En este contexto, los ahorros en la salud pública se pueden dar también en la medida en que se reduce la aplicación de insecticidas y, con ello, los posibles casos de envenenamiento del personal que lo aplica, por el mal manejo que haga de estos productos químicos. La curación de dichos envenenamientos es costosa, pero el peor efecto para quienes los padecen es que pueden generarles enfermedades crónicas y hasta la muerte.



VI.2.3 Ahorro de impactos negativos al ambiente por el uso de insecticidas

Como se mencionó antes, en el control químico del Programa Moscamed se utilizó durante muchos años el cebo-insecticida Malatión, y fue hasta 2003 que se usó totalmente el producto GF-120 NF Naturalyte 0.02 CB[®], cebo de origen natural cuyo uso se permite en la agricultura orgánica porque es mucho menos tóxico para la fauna benéfica. Sin embargo, si el Programa Moscamed no hubiera estado en operación, la mayoría de los productores no hubieran utilizado dicho producto por su alto costo y habrían continuado utilizando el Malatión.

Según FAO/IAEA (2005), actualmente se aplican más de 2,000 litros de insecticidas en la producción de frutas de la isla de Madeira, Portugal, generando un costo superior a los 2 millones de euros al año (considerando la aplicación del Departamento de Producción de Frutales y la de los agricultores individuales), además de costos ambientales y de salud entre los que destacan: a) costos de salud a los que aplican los pesticidas y a los consumidores de los productos que cultivan, b) costos solventados por el gobierno para monitoreo y prevención de daños por pesticidas, y 3) costos extras por el control de otras plagas que proliferan, debido a la destrucción de sus enemigos naturales con los pesticidas. Dicho estudio estima que la ampliación del actual programa de control de la mosca del Mediterráneo en la Isla, el cual incluye la técnica del insecto estéril (SIT, en sus siglas en inglés), generaría ahorros ambientales y de salud superiores a los 690,000 Euros anualmente.

De acuerdo con el CFDA (2003), una invasión de la mosca del Mediterráneo a dicho estado de la Unión Americana traería consigo costos ambientales como resultado de la interrupción del manejo integrado de plagas (cuyo éxito ha reducido el riesgo químico en las granjas convencionales de California) por la amplia aplicación de insecticidas que tendría que realizarse en la erradicación de la mosca del Mediterráneo. Señala que la industria de alimentos orgánicos también enfrentaría altos costos de producción, reducciones severas en rendimientos y una alta necesidad de tratamientos de protección a los cultivos.

Utilizar en menor medida agroquímicos en los cultivos genera efectos positivos no solo a los agricultores y a quienes consumen los productos, sino también a los suelos donde se cultivan, aguas subterráneas y plagas secundarias (menor incidencia), lo cual trae consigo mejoras en la calidad ambiental. Además, una menor aplicación de estos productos químicos mantiene la calidad y producción de miel de abeja en niveles adecuados, al permitir la óptima polinización de la flora y de ciertos cultivos.

En estudios conducidos por USDA-APHIS (1993) se reporta que el Malatión es un producto que impacta negativamente al ambiente, incluyendo: a) la eliminación de enemigos naturales y, con ello, afectando el control que estos ejercen sobre las plagas; b) la eliminación de polinizadores; c) impactos negativos a la apicultura; y d) contaminación del suelo y agua.



En ausencia del Programa Moscamed, y suponiendo el establecimiento de la mosca del Mediterráneo en territorio nacional, la aplicación de Malatión para controlar la plaga en las frutas y hortalizas, hospedantes primarios, tendría que ser de 5 aplicaciones/hectárea y de 0.2 lt./aplicación, equivalente a 17 millones de litros de insecticida-cebo. En la evaluación se considera el precio del insecticida de 4.5 dólares/litro y el costo por aplicación de 10.39 dólares en 2008 (de acuerdo con los especialistas del Programa), llevados a los dólares correspondientes hacia atrás. En presencia del Programa se considera el mismo cálculo anterior, pero restándole la cantidad de insecticida que se ha aplicado en Chiapas mediante el Programa Moscamed (357,740 litros de Malatión, 9,250 de Sure dye y 540,491 litros de Spinosad), tanto para eliminar brotes como para contener la incursión de la mosca al territorio nacional.

VI.2.3.1 Impacto en enemigos naturales

La fauna benéfica presente en los sistemas naturales, incluyendo los agrícolas, ofrece control de los organismos fitófagos, manteniendo sus poblaciones por debajo de un nivel que genere daño económico. Sin embargo, al presentarse la aplicación de productos químicos generalmente se reducen drásticamente las poblaciones de agentes de control biológico (enemigos naturales) con la consecuente explosión de los organismos plaga. Pimentel y colaboradores (1991) señalan que aproximadamente 80% del control de plagas y resistencia vegetal se debe a la acción de depredadores, parasitoides y patógenos. Pimentel (2005) estima que en los EUA se incrementa en 520 millones de dólares anuales el manejo de los cultivos, debido al control y pérdidas relacionadas con plagas que se presentan como consecuencia de la destrucción de sus enemigos naturales. El estudio de USDA-APHIS (1993) sobre los impactos negativos al ambiente por el uso de insecticidas en el manejo de la mosca del Mediterráneo, reconoce que en la aplicación de Malatión, tanto terrestre como aérea, se presentan mortalidades de la fauna benéfica por arriba del 90% (tabla VI.6).

Tabla VI.6 Estimación de la mortalidad en organismos expuestos a la aplicación de Malatión para el control de mosca del Mediterráneo por vía:
a) aérea y b) terrestre, en seis regiones ecológicas de los Estados Unidos
 (modificado de USDA-APHIS 1993)

Vía Aérea						
GRUPO	ECORREGIÓN					
	1	2	3	4	5	6
Arañas	91.7	96.3	94.5	81.1	61.6	70.7
Hormigas	100	100	100	100	100	100
Parasitoides	100	100	100	100	100	100
Abejas	100	100	100	100	100	100
Vía Terrestre						
GRUPO	ECORREGIÓN					
	1	2	3	4	5	6
Arañas	95.8	95.8	95.8	96.1	96.5	96.5
Hormigas	100	100	100	100	100	100
Parasitoides	100	100	100	100	100	100
Abejas	99.7	100	99.7	99.7	99.7	99.7

Ecorregión 1
Valle central y costa de California

Ecorregión 2
Suroeste Basin y Range

Ecorregión 3
Lower Rio Grande Valley

Ecorregión 4
Sureste y planicie costera del Golfo

Ecorregión 5
Delta del Mississippi

Ecorregión 6
Florida

En México se han establecido programas de control biológico exitosos para varios de los cultivos incluidos en el presente trabajo. Por ejemplo, desde finales de la década de 1960 se mantiene un control casi total de la mosca prieta de los cítricos, debido a un sobresaliente programa de control biológico clásico con la introducción de parasitoides de Asia (SAGARPA, 1996). Se ha observado que después de la aplicación de insecticidas se elimina a los enemigos naturales de la plaga, lo cual se convierte en una seria amenaza para la citricultura porque se presentan otros organismos plagas como escamas, piojos harinosos, ácaros y minadores, que están bajo control gracias a enemigos naturales nativos y exóticos que permiten el manejo del cultivo con bajo requerimiento de insecticidas.



En el cultivo de manzano durante la década de 1940 se introdujo a México el parasitoide *Aphelinus mali* para el control del áfido del manzano, *Eriosoma lanigerum*, y se lograron niveles de parasitismo superiores al 80% en Puebla y otras regiones productoras de este frutal (García y Sánchez, 1991). El cultivo de café tiene como principal plaga a la broca del café (*Hypothenemus hampei*) para cuyo control se introdujo el parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*; presentándose en condiciones confinadas un parasitismo de 89% y en campo abierto se registraron niveles de 56% (Barrera *et al.*, 2008).

Está documentado que en cultivos como aguacate, mango, durazno y guayaba las poblaciones de insectos escama, áfidos, y algunos ácaros fitófagos, aumentan después de las aplicaciones de insecticidas. Caso notorio es el incremento exponencial de ácaros plaga (*Oligonychus* spp) que ha habido en aguacate, después de la apertura comercial de este producto a los EUA, al aumentarse las aplicaciones de insecticidas; dichos ácaros se mantenían en niveles tolerables en el cultivo de aguacate en el estado de Michoacán.

Es difícil cuantificar el costo del manejo de plagas secundarias que quedan libres de efecto regulador de sus enemigos naturales, ya que varía por cultivo y condiciones geográficas particulares, debido a que está relacionado con la cantidad, frecuencia y tipo del insecticida aplicado. Sin embargo, tomando en cuenta que los enemigos naturales (parasitoides y depredadores) son los responsables de la mayor parte del control de las principales plagas agrícolas, y que la aplicación de insecticidas elimina a los enemigos naturales, con lo que quedan sin control las plagas secundarias que también afectan a frutas y hortalizas, se hace necesario incrementar el uso de insecticidas para controlar dichas plagas. Considerando los niveles de mortalidad de parasitoides y depredadores documentados en EUA y que los agentes de control biológico participan con el 50% del control de las especies plaga (Pimentel, 2005), se estima que el costo de producción de los frutales aquí seleccionados se incrementaría, sólo por la aplicación de medidas de control de plagas secundarias, en por lo menos 20%. Sin embargo, el costo podría aumentar considerablemente si se tratara de vectores de virus (como áfidos en melón).

En este estudio se asume que los costos de producción de los hospedantes primarios aumentarían 20%, como consecuencia de la aplicación de insecticidas para el control de la mosca del Mediterráneo, si no existiera el Programa Moscamed. En presencia del Programa —y debido a que gran parte de las aspersiones se ha realizado en la zona del Soconusco, donde el cultivo de los hospedantes primarios es reducido— se asume que el efecto de las plagas secundarias se da solamente sobre los cultivos que se producen en dicha zona, en donde el principal es el mango y, en menor proporción, la papaya. La superficie cosechada de mango creció de 51,000 hectáreas en 1978 a 177,308 en 2008, lo cual implica un incremento anual promedio de 4% al año; mientras que la de papaya aumentó de 11,396 has en 1978 a 16,084 en 2008, con un crecimiento ligeramente superior a 1%. Suponiendo que solamente 20% de estos cultivos se producen en el Soconusco —equivalente a 27,791 hectáreas en promedio al año— el incremento en el uso de insecticida para controlar a las plagas secundarias se daría solamente en dicha superficie. Este número de hectáreas es congruente con las que reportan los especialistas para estos dos cultivos en la zona del Soconusco.

VI.2.3.2 Impacto en la polinización

La polinización es un fenómeno fundamental en la producción de frutas y hortalizas, ya que muchas de las plantas requieren la participación de insectos para el transporte del polen entre ellas. Orlando (2001) señala que en ausencia de insectos polinizadores se reducen de manera drástica la cantidad y la calidad de muchos cultivos hortofrutícolas. Por ejemplo, al utilizar abejas en el cultivo del melón se logra un incremento del 23% en su producción; en sandía 26% y en pepino, 35%. La producción de aguacate aumentó 50% al introducir colmenas en la época de floración; en manzano y peral se incrementaron la cantidad y calidad en 20 y 35%, respectivamente, y en cítricos pasó del 10 al 42%. En estudios que actualmente se realizan en Chiapas (Alfredo Castillo, ECOSUR, comunicación personal) se ha observado que cuando se hacen aplicaciones de insecticidas se reduce notablemente la producción de mango.

Como la aplicación de insecticidas afecta a los polinizadores, los cuales tienen como función transportar el polen fertilizando a los cultivos, se asume que al ser eliminados gran parte de los polinizadores, el volumen y el valor de la producción de los hospedantes primarios baja 20%, en ausencia del Programa Moscamed. En presencia del Programa y bajo el mismo criterio mencionado arriba (sólo el área cultivada de mango y papaya en la zona del Soconusco estaría sujeta al impacto negativo en polinización), el 20% de reducción se aplica sobre el volumen y valor de la producción de dichos productos durante los 31 años de la evaluación.

VI.2.3.3 Impacto en la apicultura

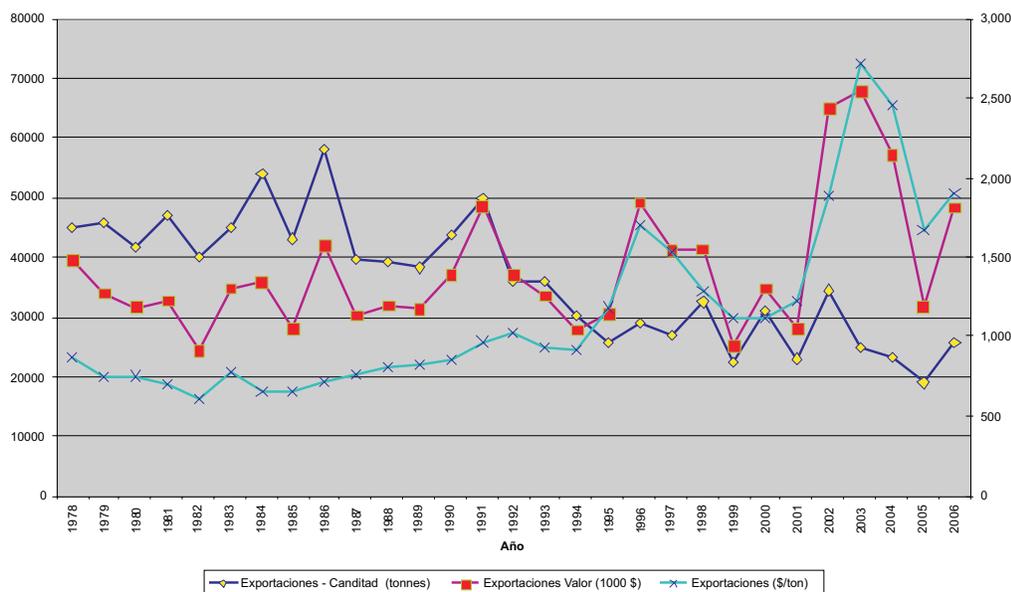
Como se señala en el estudio USDA-APHIS (1993), la aplicación de Malatión aérea y terrestre causa una mortandad de abejas muy alta cuando son rociadas con este producto. Caron (1979) menciona que la aplicación de Malatión para el control de mosquitos en Maryland, EUA, ocasionó en promedio 27% de mortandad en abejas de apiarios. Por su parte, Hester y colaboradores (2001) encontraron que la aplicación de Malatión, aún en mínimos volúmenes, también ocasiona la muerte de abejas de manera significativamente mayor que en el control. Pimentel (2005) documenta que el efecto de insecticidas causa pérdidas a la economía de EUA por más de 283 millones de dólares anuales debido a contracción en la producción apícola, daño directo a las colonias de abejas, y pérdidas de polinización; señala que aproximadamente 20% de las colonias de abejas son adversamente afectadas por insecticidas. Vo y colaboradores (2003) estiman que 60% de los apiarios en Centroamérica se afecta por la aplicación del control químico en el manejo integrado de moscas de la fruta, mientras que Enkerlin y Mumford (1997) señalan que cuando menos 25% de los apiarios en Jordania son improductivos debido a la mortandad de abejas durante el forrajeo.

La sustentabilidad de la actividad apícola es importante para México, no solamente por el valor económico que implica y su capacidad para generar divisas al país mediante las exportaciones de miel de abeja, sino por los efectos benéficos que ocasiona a la actividad agrícola mediante el proceso de polinización.

Las exportaciones mexicanas de miel de abeja reflejan una tendencia errática decreciente (figura VI.1): se reduce de alrededor de 40,500 toneladas en 1978 a casi la mitad en 2006 (20,600 toneladas), independientemente de que el precio por tonelada y el valor de las mismas refleje, aunque con altibajos, valores al alza (dólares corrientes) hasta 2003.

La reducción en el volumen de las exportaciones se explica por la contracción que ha venido presentando el inventario de colmenas y la producción de miel de abeja en México (tabla VI.7). Mientras que los inventarios de colmenas bajaron de 2.3 millones en 1980 a 2.1 en 1990, 1.9 en 2000 y a 1.7 en 2007, la producción se contrajo de 62,450 toneladas en 1980 a 52,252 en 2007.

Figura VI.1. Precio, volumen y valor de las exportaciones de miel de abeja



Fuente: FAO, 2009.

A partir del año 2000 las reducciones observadas en el número de colmenas y, como consecuencia, en el volumen de producción de miel de abeja, pueden explicarse principalmente por la enfermedad de varroasis que se presentó en las abejas en los últimos años, y por el efecto negativo que generó la introducción de la abeja africana al país. También pudo deberse al uso de otros insecticidas para el control de distintas plagas. Sin embargo, las bajas en el número de colmenas y volúmenes de producción de miel pudieron haber sido mucho mayores, en ausencia del Programa Moscamed.

Tabla VI.7. Inventario de colmenas y producción de miel de abeja en México

Año	Inventario colmenas	Producción (Ton)
1980	2,382,648	62,450
1990	2,110,000	61,419
2000	1,875,731	56,902
2007	1,747,033	52,252

Fuente: Integrado con cifras del SIAP (2008, 2009).

El repunte en el precio de la miel de abeja de aproximadamente 800 dólares la tonelada en 1978 a cerca de 1,700 dólares en 1996, y a 2,700 en 2003 pudo responder a la calidad del producto y a condiciones de oferta y demanda en el mercado internacional, al igual que la caída en los precios a partir del 2004. Tomando en cuenta que *Imagen Agropecuaria-Agronegocios* (2007) señala que México ya ha estado produciendo miel orgánica para los mercados nacional e internacional con un sobrepeso para los apicultores de aproximadamente 35% con respecto al de la miel convencional, y considerando las demandas de Alemania, Bélgica e Inglaterra, parece extraña la caída en el precio que reflejan las cifras a partir del 2004.

Sin embargo, la producción de miel bajo técnicas orgánicas es relativamente nueva en el país y contribuye sólo con 2.5% a la actividad apícola convencional. El número de apicultores dedicados a esta actividad aumentó de 889 en el 2000 a 2,461 en 2004, periodo en el cual la producción de miel orgánica aumentó 60% y el número de jornales pasó a 2,233. En un apiario convencional se requieren 36 jornales, mientras que en el orgánico, 72.

El impacto en apicultura, en ausencia del Programa Moscamed, se cuantifica considerando una caída de 25% en el volumen y valor de la producción de miel y cera de abeja, a lo largo del periodo 1978-2008, como consecuencia del impacto negativo que tiene la aplicación del insecticida Malatión en abejas en forrajeo. En presencia del Programa, se aplica el criterio de que, como solamente las abejas en forrajeo localizados en la zona del Soconusco están expuestos a la aplicación intensiva del insecticida en el estado de Chiapas, el 25% de reducción se realiza sobre el área de trabajo del Programa Moscamed que corresponde al 11% de la superficie del Estado; asumiendo que los apiarios se encuentran uniformemente distribuidos en el mismo y tomando en cuenta que las abejas no solamente forrajean en zonas de cultivo de frutas y hortalizas sino también en otros cultivos (como café) y plantas silvestres. Por lo tanto, se aplica una reducción de 25% sobre el 11% de la producción de miel y cera de abeja. En el cálculo del valor neto de la producción se considera el precio de 2,330 dólares/ton de miel de abeja en 2007, con un costo de producción promedio de 1,481 dólares/ton en 2009, llevados a valores anuales en todo el período de análisis.

VI.2.4 Impacto en el empleo

Tomando en cuenta que cada cultivo requiere cierto número de jornales por hectárea para realizar las prácticas agrícolas respectivas, puede inferirse que, a los crecimientos anuales substanciales que mostraron las superficies sembradas de las frutas y hortalizas seleccionadas, corresponde cierto aumento proporcional en el empleo. Partiendo de la base de que el Programa Moscamed estimuló los crecimientos observados en la superficie sembrada y rendimientos de los cultivos seleccionados (con excepción del durazno), puede decirse, entonces, que dicho Programa propició el incremento de mano de obra en la producción de los hortofrutícolas seleccionados y susceptibles de ser atacados por la mosca del Mediterráneo.

Según Fujii (2001), la disponibilidad de empleo agrícola en México creció en 4.3 millones de jornales de 1993 a 1998; cabe señalar que el empleo agrícola depende de demanda interna, exportaciones, importaciones y productividad de los cultivos. Según sus estimaciones, de los cultivos hortofrutícolas el que mayor demanda de mano de obra tuvo fue el de pepino con 258 mil jornales; le sigue el de limón persa con 24 mil y el aguacate con 19 mil. De los 258,000 jornales demandados por el cultivo de pepino, Fujii (2001) atribuyó 81,000 a la productividad, 37,000 a la demanda interna, 139,000 a las exportaciones y mil a las importaciones.

García y Omaña (2001) señalan que la demanda de empleo agrícola en el norte de México, fundamentalmente para el cultivo de frutales y hortalizas durante el periodo 1991-1998, aumentó en 738,000 jornales en frutales y en 6.35 millones en hortalizas. Los frutales incluyeron: aceituna, aguacate, ciruela, durazno, guayaba, limón persa, mango, manzana, naranja, papaya, pera, plátano, toronja, uva, piña, algarrobo, higo, chabacano, granada, membrillo, litchi y nanche; y las hortalizas: ajo, cebolla, chícharo, chile seco, chile verde, ejote, elote, fresa, melón, sandía, jitomate, tomate, acelga, alcachofa, apio, berenjena, betabel, brócoli, calabacita, calabaza, cilantro, col, col de Bruselas, coliflor, espinaca, lechuga, perejil, rábano, pepino y poro. Los autores suponen que los requerimientos de mano de obra en 1991 no variaron con respecto a los de 1981.



La Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS, 1994) sustentó dicho argumento diciendo que no hubo cambios tecnológicos significativos en la producción de frutas y hortalizas durante la década de los ochenta, lo que implicaría que la demanda de mano de obra se mantuvo relativamente en los mismos niveles de jornales por hectárea, y que los rendimientos de las frutas y hortalizas no crecieron debido al factor tecnología. Sin embargo, de acuerdo con cifras del SIAP (2008, 2009) antes mencionadas, chayote, nopalitos, pepino, toronja, fresa, manzana y durazno sí mostraron incremento en sus rendimientos en la década de 1980; al igual que en la de 1990 el chayote, pepino, tomate rojo y sandía; dichos crecimientos se atribuyen al resultado de climas favorables y/o al control de plagas y enfermedades, y a que el Programa Moscamed pudo haber sido un factor clave.

En cuanto a su capacidad para generar empleo, tan sólo en el Estado de México la fruticultura genera 12 mil empleos permanentes y 361 mil temporales, en adición a un sinnúmero de empleos indirectos relacionados con esta actividad productiva, como son los proveedores de insumos, los comercializadores de frutas, los industriales que las procesan y otros prestadores de servicios (Velázquez, 2009).

Las frutas y hortalizas son los cultivos que más mano de obra requieren en su proceso productivo y ofrecen empleo a pobladores de las zonas productoras y de las comunidades aledañas. Como se observa en la tabla VI.8, papaya, tomate y pepino son los cultivos que más mano de obra demandan: se requieren 137, 117 y 109 jornales por hectárea al año, respectivamente; le siguen el melón y la sandía con 56 y 52 y el resto entre 49 y 14; los cultivos del mango, manzana y pera son los que menos jornales/ha necesitan al año (VI.8).

En dicha tabla se puede observar también que el costo de la mano de obra representó la mayor proporción de los costos de producción de los cultivos para fresa, toronja, pepino y limón (93%, 88%, 81% y 75%), respectivamente; la más baja es la de chabacano y durazno (18%). Estos porcentajes de la participación de la mano de obra se aplicaron a los costos de producción reportados en el capítulo de Producción y Mercado (V) para cuantificar el costo del empleo en las frutas y hortalizas de los hospedantes primarios.

Tabla. VI.8. Número de jornales requeridos por cultivo y proporción de la mano de obra en los costos de producción

CULTIVO	Estados que reportan información	Promedio del número de jornales 1/	Proporción de la Mano de Obra en los Costos de Producción
Aguacate	Michoacán	22.5	ND
Chabacano y durazno	Chihuahua	14.0	0.18
Chayote y calabacita	Oaxaca	48.8	0.8
Chiles verdes	Chihuahua, Tamaulipas, Sinaloa, Sonora	39.5	0.41
Fresa	Baja California	31.0	0.93
Guayaba	Aguascalientes	35.0	0.32
Limón	Colima, Veracruz, Yucatán	47.3	0.75
Mango	Oaxaca, Nayarit, Sinaloa, Veracruz	10.0	0.57
Manzana y pera	Chihuahua, Nuevo León, Puebla	10.3	0.45
Melón	Chihuahua, Colima, Oaxaca	52.5	0.48
Naranja y mandarina	Nuevo León, SLP, Sonora, Veracruz, Yucatán	28.0	0.68
Papaya	Oaxaca, Veracruz, Yucatán	137.0	0.3
Pepino	Sinaloa	109.0	0.81
Sandía	Chihuahua, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Veracruz, Yucatán	56.5	0.5
Tomate Rojo	Baja California, Sinaloa, Sonora	117.5	0.52
Toronja	Veracruz	35.0	0.88
Uva	Aguascalientes, Sonora	37.0	0.58

1/ Cálculos propios tomando en cuenta la información que reportan los Estados señalados.
22.4 jornales equivalen a un empleo.

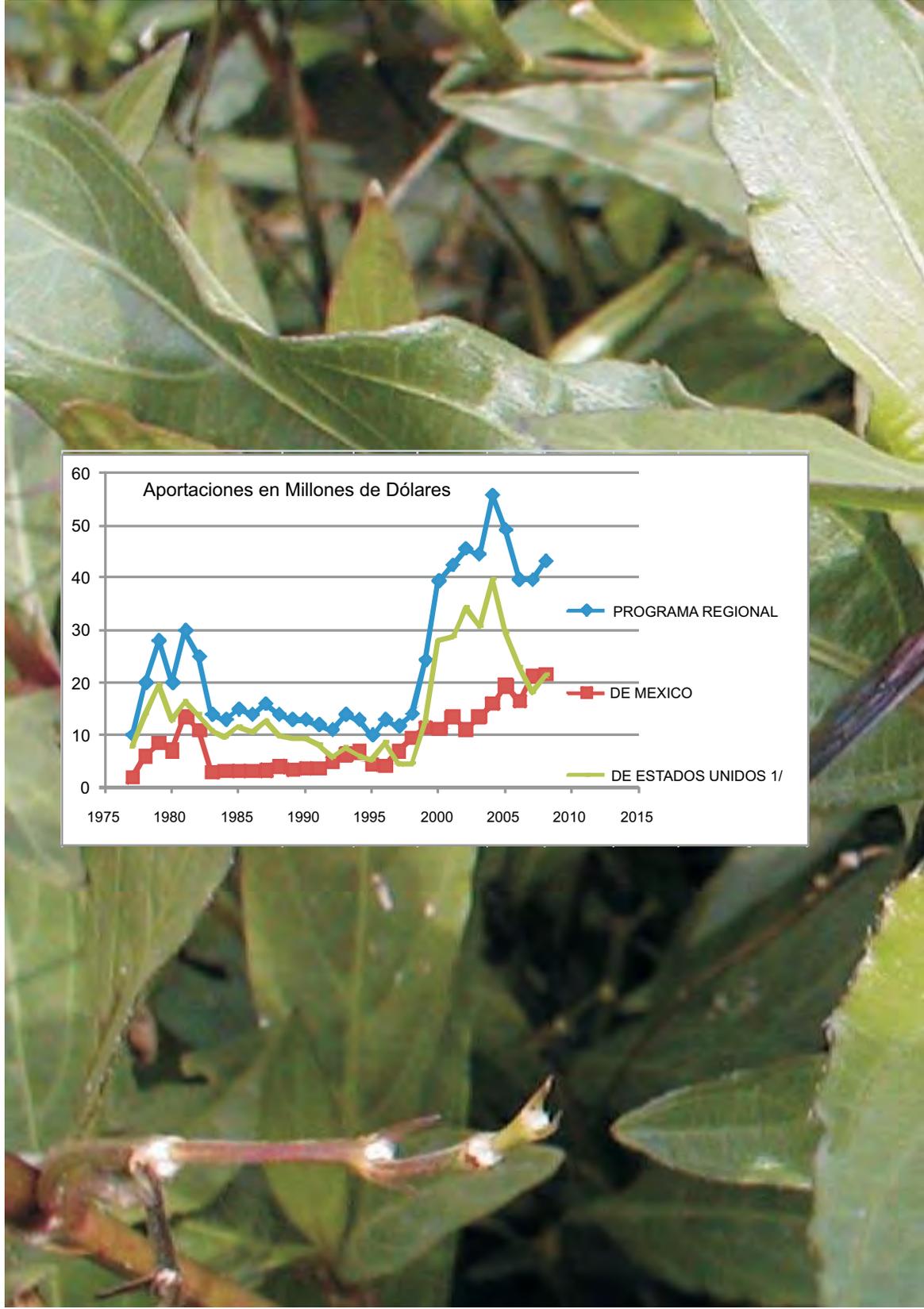
Fuente: Comunicación personal de la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios de la SAGARPA.

Tomando en cuenta las cifras obtenidas, se puede considerar que el Programa Moscamed ha contribuido a crear y mantener un total de 508 millones de jornales en el país, durante 1978-2008. Lo anterior, sin contar los 510 empleos fijos que, en promedio, ha ocupado el Programa Moscamed México en su operación (en la planta productora de mosca estéril, actividades de campo y administración), equivalentes a una nómina de alrededor de 90 millones de dólares, a lo largo del período.

Resumiendo, y con base en los diferentes beneficios ya señalados, se puede inferir que la puesta en operación del Programa Moscamed ha propiciado, conjuntamente con otros factores, incrementos en superficie sembrada, rendimientos, producción y exportaciones de las frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo. Esto, aunado a los impactos positivos al ambiente por la reducción en el uso de insecticidas; disminución de residuos tóxicos por menor uso de plaguicidas en frutos, agua y aire; contracción de efectos negativos a polinizadores y a la apicultura; disminución de plagas secundarias, así como beneficios indirectos en la creación y retención de empleo agrícola y mejora en la salud de quienes aplican y están expuestos a los insecticidas.



VIII. Estructura de costos



del Programa Moscamed



VII.1 Costo total del Programa Regional Moscamed

El Programa Regional Moscamed ha representado un costo total de 810 millones de dólares durante el período 1977-2009, de los cuales México ha aportado el 36%, equivalente a 294 millones y EUA, a través de su Departamento de Agricultura (USDA), los restantes 515 millones (tabla VII.1). En los 294 millones de dólares están considerados los 48 millones con los que México ha contribuido a la Comisión Guatemala (1.43 millones anuales, en promedio).

Los 515 millones de dólares con los que ha contribuido EUA al Programa Regional incluyen cerca de 80 millones que han sido destinados al Programa Moscamed de México, y los restantes 435 millones al de Guatemala. Sin embargo, no incluyen las aportaciones en especie que el USDA ha estado haciendo al Programa de México en maquinaria, equipo, etcétera.

Si bien las aportaciones de México a la Comisión Moscamed México-Guatemala, al igual que las de EUA, no se han gastado en territorio nacional, se incorporan aquí porque las de México corresponden a un de-embolso del gobierno mexicano y ambas han sido recursos asignados a actividades de control que, aunque se efectúan en Guatemala, han contribuido a impedir que la mosca del Mediterráneo ingrese a la zona libre mexicana. Por otro lado, a los recursos asignados por el gobierno mexicano habría que agregar los estimados en 10 millones de dólares de inversión inicial en la planta productora de moscas estériles en Metapa de Domínguez, Chiapas, que asignó México. Hubo también ciertos donativos de organismos internacionales (USDA, FAO, AIEA) para la construcción y equipamiento de la planta⁵ estimados en alrededor de 5 millones de dólares para construcción y 3.7 millones para maquinaria y equipo, los cuales no están incluidos aquí (Comunicación Personal Programa Moscamed, 2009).

Como puede verse en la tabla VII.2, de los 810 millones operados por el Programa Regional Moscamed, 133 millones corresponden a la fase de erradicación y 677 a la de contención.



⁵ Información proporcionada por el ingeniero Gutiérrez Samperio.

Tabla VII.1 Aportación de recursos al Programa Regional Moscamed (dólares EUA)

AÑO	DE MEXICO			DE ESTADOS UNIDOS			TOTAL PROGRAMA REGIONAL	APORTACION AL PROGRAMA REGIONAL	
	AL PROGRAMA DE MEXICO	A LA COMISION GUATEMALA	TOTAL	AL PROGRAMA REGIONAL 12/	AL PROGRAMA DE MEXICO	TOTAL		DE MEXICO	DE USDA
1977	1,556,000	467,932	2,023,932	3,876,068	4,100,000	7,976,068	10,000,000	20%	80%
1978	5,551,000	467,932	6,018,932	8,878,068	5,103,000	13,981,068	20,000,000	30%	70%
1979	8,015,000	467,932	8,482,932	14,207,068	5,310,000	19,517,068	28,000,000	30%	70%
1980	6,654,000	467,932	7,121,932	5,566,068	7,312,000	12,878,068	20,000,000	36%	64%
1981	13,150,000	467,932	13,617,932	8,676,068	7,706,000	16,382,068	30,000,000	45%	55%
1982	10,605,000	467,932	11,072,932	10,127,068	3,800,000	13,927,068	25,000,000	44%	56%
1983 1/	2,500,000	467,932	2,967,932	7,232,068	3,800,000	11,032,068	14,000,000	21%	79%
1984	2,750,000	467,932	3,217,932	6,182,068	3,600,000	9,782,068	13,000,000	25%	75%
1985 2/	2,810,000	467,932	3,277,932	9,826,068	1,896,000	11,722,068	15,000,000	22%	78%
1986	2,804,000	467,932	3,271,932	8,928,068	1,800,000	10,728,068	14,000,000	23%	77%
1987	2,496,862	896,595	3,393,457	10,469,543	2,137,000	12,606,543	16,000,000	21%	79%
1988	2,802,335	1,330,262	4,132,597	8,117,403	1,750,000	9,867,403	14,000,000	30%	70%
1989	2,338,202	1,154,519	3,492,721	7,757,279	1,750,000	9,507,279	13,000,000	27%	73%
1990 3/	2,596,000	1,096,501	3,692,501	6,999,024	2,308,475	9,307,499	13,000,000	28%	72%
1991	2,707,687	1,103,307	3,810,994	6,225,452	1,963,554	8,189,006	12,000,000	32%	68%
1992	4,141,465	893,347	5,034,812	4,265,188	1,700,000	5,965,188	11,000,000	46%	54%
1993	5,100,000	1,272,260	6,372,260	5,927,740	1,700,000	7,627,740	14,000,000	46%	54%
1994	5,910,000	1,005,053	6,915,053	4,384,947	1,700,000	6,084,947	13,000,000	53%	47%
1995	3,274,000	1,218,998	4,492,998	3,987,002	1,520,000	5,507,002	10,000,000	45%	55%
1996	3,274,000	971,739	4,245,739	7,234,261	1,520,000	8,754,261	13,000,000	33%	67%
1997 4/	4,660,000	2,338,379	6,998,379	3,173,621	1,560,000	4,733,621	11,732,000	60%	40%
1998 5/	6,361,855	3,111,009	9,472,865	3,377,094	1,250,041	4,627,135	14,100,000	67%	33%
1999	9,140,526	2,341,451	11,481,977	10,464,130	2,363,893	12,828,023	24,310,000	47%	53%
2000	8,882,673	2,370,852	11,253,525	25,669,960	2,452,515	28,122,475	39,376,000	29%	71%
2001 6/	9,793,953	3,750,000	13,543,952	26,447,587	2,440,460	28,888,048	42,432,000	32%	68%
2002	7,941,798	3,211,933	11,153,731	34,274,414	149,855	34,424,269	45,578,000	24%	76%
2003 7/	11,879,370	1,648,408	13,527,778	30,007,222	1,000,000	31,007,222	44,535,000	30%	70%
2004 8/	14,532,804	1,522,183	16,054,988	38,745,012	1,000,000	39,745,012	55,800,000	29%	71%
2005	17,260,389	2,214,946	19,475,335	28,724,665	1,000,000	29,724,665	49,200,000	40%	60%
2006 9/	14,179,317	2,380,850	16,560,167	22,139,833	1,000,000	23,139,833	39,700,000	42%	58%
2007 10/	18,822,519	2,398,548	21,221,067	17,378,933	1,000,000	18,378,933	39,600,000	54%	46%
2008 9/	17,465,358	4,082,450	21,547,808	20,643,192	1,000,000	21,643,192	43,191,000	50%	50%
Total periodo	231,956,112	46,992,910	278,949,024	409,912,183	78,692,793	488,604,976	767,554,000	36%	64%
Prom. Anual	6,041,239	1,456,368	8,925,124	13,200,397	2,414,933	15,615,330	24,540,455	36%	64%

Fuente: Informes actuales del Programa Moscamed 1978/2007, DGS/SENASICA y Oficina de Representación del IICA en México.

1/ Presupuestos reportados directamente en dólares estadounidenses en el Informe Anual 1983 (pag. 97), Programa Mosca del Mediterráneo, SARH, Dirección General de Sanidad Vegetal. De 1977 a 1983 en el Informe anual de 1983 (pag. 97) y de 1984 a 1997 en el correspondiente de cada año.

2/ De 1981 a 1985 los recursos USDA incluyen las aportaciones de la OIEA (de 83,000 dólares en 1981 y 82,000 en cada uno de los siguientes cuatro años), según informe de 1985.

3/ En el presupuesto de USDA se incluyen recursos por la venta de mosca a EUA (608,475 en 1990 y 263,554 dólares en 1991) y en el de SARH/SAGARPA los de la venta de desechos (96,000 en 1990 y 107,687 dólares en 1991). De 1992 a 1997 los recursos por venta de desechos fueron de 141,465; 100,000; 610,000; 74,000; 74,000 y 100,000, respectivamente. En 1998 por venta de desecho se reportaron 560,000 pesos, 588,000 en 1999, 670,000 en 2000. A partir del 2001 y hasta 2005 no se reportaron ingresos por la venta de desechos.

4/ Los recursos de USDA incluyen las remesas normales y las del Dispositivo Nacional de Emergencia, pero no incluye el valor de las donaciones que hace en especie, como autos y/u otro equipo que EUA otorgó al Programa Moscamed en este año y en anteriores. En 2002 tampoco incluye la aportación que hizo de huevecillos de la cepa TSL de la planta El Pino, ni el equipamiento para el sistema de liberación de adulto en frío.

5/ A partir de 1998 los presupuestos empezaron a reportarse en pesos mexicanos (ya no en dólares de EUA) en los Informes Anuales del Programa Mosca del Mediterráneo. Las cifras se convirtieron a dólares obteniendo la tasa promedio anual en base a la mensual, fix, (para operaciones al mayoreo) que reporta el Banco de México. El presupuesto de México incluye 0.56 millones de dólares por venta de desechos. A partir de este año el IICA empezó a manejar parte de los recursos para las actividades de campo. Los recursos administrados por el IICA fueron reportados por SENASICA

6/ A partir de 2001 se empezó a reportar presupuesto proveniente de la Comisión Guatemala-México-Estados Unidos de América.

7/ En 2003 el USDA aportó en especie: 105,451 millones de huevecillos de la cepa TSL, ingredientes para la producción de moscas estériles en la planta Metapa, 20,246.5 millones de pupas estériles de la planta El Pino, así como los respectivos servicios aéreos para su liberación en Chiapas, producto Success 0.02 CB y el servicio de aviones para la aspersión aérea de 15,000 hectáreas en los municipios de Cacahoatán y Unión Juárez. Por otro lado, SENASICA hizo una aportación extraordinaria por \$6,124,186 (agregados al presupuesto normal) para la regularización de la seguridad social de los trabajadores del programa operativo Moscamed durante el período 2001-2003. A partir de este año el USDA ha estado aportando un millón de dólares en huevecillos de la planta El Pino.

8/ Al presupuesto normal de SENASICA se agregó una aportación extraordinaria de \$7,741,205 para la adquisición de vehículos de campo, carga y transporte del personal, y al de IICA también una aportación extraordinaria de \$18,942,026 para material de trampeo, equipos, herramienta, refacciones, prendas de protección e insumos para las operaciones de campo, planta productora de mosca y centro de empaque.

9/ Cifras proporcionadas por la DGSV porque el origen y destino del presupuesto y otra información administrativa de detalle dejó de reportarse en los Informes Anuales del Programa Moscamed.

10/ Presupuesto reportado en dólares estadounidenses en el Informe Anual de 2007, pero sólo el total, no desagregado por origen de los recursos. Para la desagregación se restó del total el monto proporcionado por SENASICA para el IICA.

11/ Aportaciones ordinarias y extraordinarias del gobierno de México a la Comisión Guatemala. Los 4,679,321 de dólares reportados de manera agregada para el período 1976-1986 fueron divididos entre diez para señalar aquí la aportación anual. Cifras proporcionadas por la DGSV.

12/ Incluye las aportaciones que ha realizado Guatemala.



Tabla VII.2. Resumen de las aportaciones de recursos al Programa Regional Moscamed

APORTACIONES	Operación del Programa 1977-2008		Fase de Erradicación 1977-1982		Fase de Contención 1983-2008	
	MILLONES DE DOLARES ACUMULADOS					
TOTAL PROGRAMA REGIONAL	767.5	100%	133	100%	677	100%
DE MÉXICO	278.9	36%	48	36%	246	36%
DE ESTADOS UNIDOS 1/	488.6	64%	85	64%	431	64%

1/ En las aportaciones de Estados Unidos están incluidas las de Guatemala.



El presupuesto ejercido por el Programa Moscamed en México incluye el costo de erradicación que representó el control de los diferentes brotes de la mosca del Mediterráneo en algunos estados del país (áreas libres de Chiapas, Tabasco, Campeche, Baja California y Oaxaca) durante el período 1978-2008; sin embargo, no incorpora el presupuesto asignado a las actividades permanentes de vigilancia que se realizan a través del Trampeo Preventivo contra las Moscas Exóticas de la Fruta, el cual incluye recursos federales.

El manejo de los recursos financieros del Programa Moscamed en México lo ha efectuado durante todo el período la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) del SENASICA y, a partir de 1998 se firmó un acuerdo SAGARPA-IICA para las operaciones de campo asociadas a las estrategias de contención y erradicación en Chiapas, a un costo del 8% sobre el presupuesto administrado. Esto ha significado el manejo de dos plantillas de personal separadas y de contabilidades simultáneas, las cuales no necesariamente coinciden en la forma de reportar la información de gestión durante el período.

VII.1.1 Presupuesto por capítulo de gasto

Debido a que por normatividad las entidades gubernamentales mexicanas no están obligadas a conservar la información histórica durante más de cinco años, mucha de la información presupuestal y de gasto desagregada o detallada no está disponible para los 31 años que se evalúan en este estudio. El reporte de cifras sobre presupuesto y ejercicio de los recursos, detallados por capítulo de gasto, es un requerimiento del gobierno federal, así que a este nivel general de glosa, la administración del Programa Moscamed cuenta con información periódica a partir del año 2000.

Los capítulos de gasto que afectan dicho Programa son el 1000, correspondiente a todos los conceptos asociados con gastos del personal (sueldos, prima vacacional, gratificaciones, cuotas por seguro de vida, IMSS, INFONAVIT y AFORE, entre otros); el 2000, que abarca la adquisición de materiales y suministros (como los que se requieren en las operaciones de campo, laboratorio de taxonomía y en la planta productora de moscas); el 3000, en el que se registran los servicios generales (como rentas, electricidad, teléfono, pasajes, viáticos y mantenimiento de maquinaria, equipo, vehículos e inmuebles); y el 5000, destinado a la inversión en bienes muebles e inmuebles (adquisición de mobiliario y equipo de cómputo, por ejemplo).

De acuerdo con la tabla VII.3, los gastos de personal (capítulo 1000) son los que más presupuesto han requerido: 63% del presupuesto total del Programa Moscamed, en promedio, para los años de 1995, 2000, 2005 y 2008, mientras que la adquisición de materiales y suministros (capítulo 2000) 12%, y los servicios generales (capítulo 3000) el 22%. La inversión en bienes muebles e inmuebles (maquinaria y equipo) fue insignificante en estos años, con tan sólo 16,255 dólares en el 2000 en que la asignación presupuestal fue mayor (8.35 millones de dólares). El presupuesto de 1995, reportado en esta tabla, corresponde al total del Programa, mientras que para los años restantes incluye solamente el que administra el IICA.

Tabla VII.3 Presupuesto asignado por capítulo de gasto

PRESUPUESTO ASIGNADO AL PROGRAMA MOSCAMED EN MEXICO 1/									
CAPITULO de GASTO (Cifras en dólares de 2008)									
AÑO	1000		2000		3000		5000		PRESUPUESTO TOTAL
	Presupuesto	del Total	Presupuesto	del Total	Presupuesto	del Total	Presupuesto	del Total	
1995	2,806,134.03	65%	957,709.80	22%	584,369.60	13%	-	-	4,348,213.43
2000	4,843,728.17	58%	2,000,017.01	24%	1,499,346.60	18%	16,255.19	0%	8,359,346.98
2005	3,908,065.26	72%	95,271.39	2%	1,435,971.81	26%	-	-	5,439,308.46
2008	3,237,887.78	59%	97,643.12	2%	1,579,435.65	29%	541,137.13		5,456,103.67
Promedio anual	3,698,953.81	63%	787,660.33	12%	1,274,780.92	22%	139,348.08	0%	5,900,743.14

Fuente: Información proporcionada por personal administrativo del Programa Moscamed

1/ Apparentemente solo el de 1995 es el total asignado al Programa, ya que los de los otros tres años corresponden al administrado por IICA.

Sin embargo, no toda la maquinaria y equipo con que opera el Programa Moscamed ha sido adquirido con fondos de su presupuesto; como se mencionó antes, el USDA ha venido haciendo donativos periódicos de este tipo de activos. De acuerdo a valuación reciente realizada a los activos fijos (maquinaria y equipo) con que opera el Programa Moscamed, el valor de los mismos es de 77.49 millones de pesos, equivalentes a 6.96 millones de dólares de 2008 (tabla VI.13). De este total, el 33% corresponde a bienes muebles adquiridos mediante el presupuesto del Programa, 2% con recursos de SENASICA y el 64% con aportaciones de terceros.

VII.1.2 La nómina del Programa

El Programa Moscamed de México ha tenido un impacto importante en la generación de empleos en la zona del Soconusco, Chiapas, al haber mantenido la contratación de entre 450 y 677 empleados permanentes, y otros eventuales por periodos menores a tres meses, para cubrir los requerimientos de las operaciones de campo. Como puede verse en la tabla VII.4, la plantilla de personal fijo disminuyó de 599 empleados en 1985, a 477 en 1995 para aumentar nuevamente a 677 en el 2000; bajó aparentemente a 387 en 2004 y a 450 en 2005. Sin embargo, dada la inconsistencia en cifras, totales y por departamento, observada en diferentes años, parecería errónea la caída de personal en el 2004 y el incremento en "operaciones de campo" del 2006 (en donde pudieran estarse incluyendo a los trabajadores eventuales). Lo que parece evidente es que la planta productora de mosca estéril y las operaciones de campo son las que más personal han absorbido durante estos años.

Tabla VII.4. Plantilla del Programa Moscamed en Chiapas, México

ÁREAS DE TRABAJO	1985	1990	1993	1995	2000	2004	2005
Administración	65	54	42	57	56	58	68
Dirección	7	10	7			2	
Planta productora de mosca	183	260	170	234	219	131	154
Desarrollo de métodos	28		19			17	16
Operaciones de campo	170	179	146	186	402	139	137
Mantenimiento	129		66			40	68
Divulgación/ Relaciones públicas	17		12				
Otros			14				7
Total	599	503	476	477	677	387	450

Fuente: Informes anuales del Programa Moscamed 1985, 1990, 1993, 1995,2000, 2004 y 2005.



El personal eventual varía dependiendo del número de detecciones y brotes que ha habido necesidad de controlar, y normalmente no se incluye en los informes anuales del Programa. Por ejemplo, en 1981 se reportó una plantilla de 698 empleados permanentes y la contratación de 1,616 temporales, mientras que en 1983 los trabajadores permanentes fueron 546 y los eventuales, 2,996.

Considerando la nómina que ha venido manejando el IICA a partir de 1998 (tabla VII.5), el 50% del total lo absorbió la planta productora de mosca estéril en 1998 y 2000, mientras sólo 6% en 2005. A las operaciones de campo correspondió el 35% en los dos primeros años mencionados y el 73% del total en 2005; a administración se destinó entre el 15 y 21% en los años señalados (incluyendo la comisión de 8% que cobra a la SAGARPA por el manejo de los recursos).

Tabla VII.5 Nómina ejercida por Áreas de Trabajo

ÁREAS DE TRABAJO	Nómina	Del total de						
	(Pesos)	la nómina						
	1995		1998		2000		2005	
Producción de mosca	5,975,378	47%	9,700,943	50%	9,700,943	50%	1,877,000	6%
Operaciones de campo	4,761,388	37%	6,700,000	35%	6,700,000	35%	21,555,000	73%
Administración 1/	2,013,248	16%	3,000,000	15%	3,000,000	15%	6,220,000	21%
Total	12,750,014	100%	19,400,943	100%	19,400,943	100%	29,652,000	100%

Fuente: Informes anuales del Programa Moscamed 1985, 1990, 1993, 1995,2000, 2004 y 2005.

1/Solo incluye la nómina que maneja el IICA de 1998 a 2005; en 1995 toda la manejaba la Unidad Moscamed de la DGSV.

VII.1.3 Gasto por Área de Trabajo

Como se mencionó en el capítulo IV, el Programa Moscamed ha utilizado dos estrategias de control: Erradicación (1977-1982), Contención (1983-2008) y Sistema Preventivo contra las Moscas Exóticas de la Fruta. En las dos primeras, que se llevan a cabo en Chiapas, se identifican para fines de costos tres grandes rubros: 1) producción de moscas estériles, 2) operaciones de campo, y 3) administración. De acuerdo con información disponible (tabla VII.6), del total de presupuesto asignado al Programa Moscamed (durante los años 1995, ejercicio fiscal 1997-1998, 2007 y 2008) la producción de mosca absorbió el 33%, las operaciones de campo 56% y la administración el 11% restante. Esto no incluye el presupuesto asignado al SPMEF.

Tabla VII.6. Presupuesto total asignado por Áreas de Trabajo

ÁREAS DE TRABAJO	1995	1997/1998	2007	2008	TOTAL	
	Cifras en dólares de 2008				Promedio	Del Total
PRODUCCION DE MOSCA ESTERIL	2,119,646	4,195,743	5,953,852	5,715,984	4,496,306	33%
Cría y esterilización	729,241	3,459,495				
Cronol y calidad		119,809				
Otros	1,315,113	416,734				
Desarrollo de métodos	75,292	199,705				
OPERACIONES DE CAMPO	1,641,272	3,159,010	11,813,703	13,680,826	7,573,703	56%
Detección y control	507,642		6,049,398	5,824,729		
Mantenimiento	60,722					
Divulgación / Relaciones públicas	24,980			199,712		
Otros 1/	1,047,928		5,764,305	7,656,385		
ADMINISTRACION	587,295	1,116,572	1,992,468	2,205,905	1,475,560	11%
Dirección	27,335	182,591	158,214			
Area administrativa / Otros	559,960	933,980	1,834,254			
TOTAL	4,348,213	8,471,325	19,760,024	21,602,715	13,545,569	100%

Fuente: Reportes internos del Area Administrativa del Programa Moscamed

1/ Incluye la aspersión y liberación aérea de mosca, costos del centro de empaque, cuarentenas, entre otros.

Comparando la composición de costos en 1997-1998 y 2007 para los rubros de operaciones de campo y la administración, se observa que, en un período de 10 años, los montos ejercidos por las operaciones de campo aumentaron significativamente: de 3.2 millones de dólares de 1997-1998 a 11.8 millones en 2007 (274%), y la administración pasó de 1.1 millón de dólares a dos millones en dichos años (78%), mientras que el crecimiento del presupuesto para la producción de mosca pasó en el mismo periodo de 4.2 millones de dólares a 5.9, respectivamente (42%).

En el presupuesto que administra el IICA, se identificaron costos por Departamento para los años 2000, 2005 y 2008: a la producción de mosca correspondió 31% del presupuesto promedio asignado; a las operaciones de campo, 56%, y a la administración el 12% (tabla VII.7). Aquí llama la atención la reducción observada en el presupuesto asignado a las operaciones de campo de 5.4 millones dólares en el 2000 a 2.6 millones en 2005 y 2.8 millones en 2008, considerando que es básicamente esta actividad del Programa Moscamed que le corresponde administrar al IICA.

Tabla VII.7. Presupuesto asignado por Áreas de Trabajo y manejado por el IICA

(Cifras en dólares de 2008)					
ÁREAS DE TRABAJO	2000	2005	2008	TOTAL	
				Promedio	Del Total
PRODUCCION DE MOSCA ESTERIL	2,001,244.83	2,082,324.67	1,974,131.44	2,019,233.65	31%
Cría y esterilización	1,824,615.66	1,865,030.80	1,758,760.98	1,816,135.81	
Desarrollo de métodos	176,629.16	217,293.88	215,370.46	203,097.83	
OPERACIONES DE CAMPO	5,411,775.61	2,598,269.35	2,818,808.28	3,609,617.75	56%
Mantenimiento	530,542.81	580,028.10	438,166.53	516,245.81	
Divulgación / Relaciones públicas/Otros	2,148,330.06	66,125.12	38,531.85	750,995.68	
Detección y control /Otros	2,732,902.74	1,952,116.13	2,342,109.90	2,342,376.26	
ADMINISTRACION	946,326.54	758,714.44	663,163.95	789,401.64	12%
Dirección	281,761.66	82,843.18	86,807.80	150,470.88	
Area administrativa	664,564.88	675,871.25	576,356.15	638,930.76	
TOTAL	8,359,346.98	5,439,308.46	5,456,103.67	6,418,253.04	100%

Fuente: Informes anuales Programa Moscamed 2000,2005 y 2008.



VII.2 Costo de los procedimientos fitosanitarios del Programa

Las cifras registradas y agrupadas para los componentes del Programa se obtuvieron de reportes internos para algunos años y, por separado, para el presupuesto que administran la DGSV/SENASICA y el IICA. Sería muy útil que el Programa contara con un sistema de información de gestión –técnica, financiera y administrativa– de donde se obtuvieran los datos requeridos ágil y de manera detallada y completa. Dicho sistema, además de contribuir a mantener la información sistematizada, sería una herramienta útil en la toma de decisiones oportunas de un Programa tan relevante como el Moscamed.

El presupuesto ejercido para las actividades generales de producción de mosca estéril, operaciones de campo y administración, absorbieron cada una, en promedio, 37%, 50% y 13%, respectivamente, del presupuesto total que manejó la DGSV/SENASICA en los años 1995, 2000, 2005 y 2008 (tabla VII.8).

La producción de mosca estéril incluye principalmente las actividades de producción y esterilización de pupa, control de calidad y envío de pupas a los centros del empaque; mientras que las operaciones de campo incorporan a las actividades generales de detección y control de los brotes entre las que se encuentra el muestreo, las aspersiones de insecticidas, liberación de moscas y parasitoides así como divulgación y cuarentenas.



Tabla VII.8 Proporción del presupuesto ejercido por Áreas de Trabajo

ÁREAS DE TRABAJO	1995	2000	2005	2008	Promedio
	Porcentajes del presupuesto total				
Producción de mosca estéril	49%	24%	38%	36%	37%
Operaciones de campo	38%	0.65	0.48	0.52	50%
Administración	14%	11%	14%	12%	13%

Fuente: Informes anuales Programa Moscamed 2000, 2005 y 2008.

Las actividades del Programa Moscamed son reforzadas con la investigación que lleva a cabo el área de “Desarrollo de métodos”, lo cual ha permitido el desarrollo e implementación de metodologías y estrategias que incrementan la eficiencia de la producción de mosca estéril y parasitoides, así como de las operaciones de campo (por ejemplo, la validación de tecnología que se realiza mediante el control biológico). Como se vio en la tabla VII.7, el presupuesto asignado al área de Desarrollo de Métodos, que también se encarga de las actividades de capacitación y transferencia de tecnología, fue de de 176,629 dólares (de 2008) en el año 2000, de 217,294 en 2005 y de 215,370 en 2008, con cargo a los recursos que administra el IICA. Sin embargo, gran parte del personal de este departamento no está incluido en la nómina del Programa Moscamed; 25 están adscritos al Programa Operativo Moscafruit (dado que la función principal de esta área es generar investigación básica y aplicada que requiere la Campaña contra Moscas de la Fruta, en general), nueve son personal de base de SENASICA y solo tres se incorporaron recientemente al Programa Operativo Moscamed, SAGARPA-IICA.

Con respecto a las actividades de capacitación y como se mencionó antes, se han impartido 18 cursos internacionales sobre moscas de la fruta (incluyendo la mosca del Mediterráneo), los

cuales han contado con la participación de 20 a 25 técnicos/cursos, procedentes tanto de México (aproximadamente la mitad) como de América Central, Sudamérica y el Caribe.

El funcionamiento del Programa Moscamed se refuerza con actividades de divulgación, mediante las cuales se concientiza a los usuarios y al público en general sobre la importancia y necesidad de llevar a cabo medidas de control contra la mosca del Mediterráneo. El presupuesto asignado a esta función (incluyendo la de relaciones públicas) fue de 66,125 dólares del 2008 en el año 2005 y de 38,532 en el 2008 (tablas VII.5 y VII.6).

VII.2.1. Costos de producción de la mosca estéril

Como se mencionó en el capítulo IV, la planta de producción de mosca estéril tiene una capacidad media de producción de 500 millones de moscas semanales, equivalentes a 26,000 millones anuales, aproximadamente. Entre los principales conceptos de gasto de la planta destacan, entre otros: siembra e incubación de huevos, desarrollo de larvas, marcado e irradiación de pupas, monitoreo del control de calidad y envío de pupas al centro de empaque; además de la propia operación y administración de la planta. Las actividades de ésta han sido desarrolladas por una plantilla de entre 100 y 250 trabajadores en el periodo 1979-2008, con un presupuesto total de 5.95 millones de dólares (del 2008) en 2007 y de 5.72 millones en 2008.

La producción de un millón de moscas estériles tuvo un costo promedio de 246 dólares (de 2008) en 1993, y de 234 dólares en 1994. Considerando costos de producción de 3.99 millones de dólares y 23 millones de moscas producidas en 1998, el costo por millón de moscas producidas ese año se calcula en 174 dólares, mientras que en 2007 en 230 dólares (con un costo de producción de 5.95 millones de dólares y una producción de 25,920 millones de moscas).

VII.2.2 Costo de las operaciones de campo

Las principales actividades que coordina la Subdirección de Operaciones de Campo son: trapeo; muestreo de frutos; identificación de adultos y estados inmaduros; control químico; recepción, maduración y liberación de moscas estériles (control autocida); control mecánico, y control legal. Por ejemplo, con base en la tabla VII.6, el presupuesto total ejercido en operaciones de campo aumentó de 3.16 millones de dólares en 1998, a 11.81 millones en 2007 y a 13.68 en 2008 (todos en dólares de 2008); variación que refleja la incidencia de la plaga en el área de influencia del Programa Moscamed.

VII.2.2.1 Trapeo

El costo del trapeo depende del tipo de detección o brote identificado. Por ejemplo, en zonas donde hubo una detección o un brote se instalan 10 trampas/km² en un área de 25 km² a la redonda y en una relación de trampas de 1:1 Jackson/Fase IV, lo que da un total de 250 trampas, distribuidas uniformemente en el área de monitoreo. De acuerdo a la tabla VII.9, de 2000 al 2008 se revisaron 178,657 trampas, siendo las Fase IV, Jackson y Panel Amarillo las más utilizadas, con 76,720, 53,659, y 41,811, respectivamente. El costo de la trampa varió de 2.67



dólares en la Fase IV a tres dólares la Jackson, 3.47 la Panel, 8.31 la Multilure y 11.67 la C&C. En 2008 operaron 17,956 trampas con un costo de 59,260 dólares (tabla VII.9).

Tabla VII.9. Costo del material de trampeo

AÑO	TRAMPAS INSTALADAS					TOTAL
	Jackson	Panel Amarillo	Fase IV	C & C	Multilure	
2000	12,837	3,354	4,559	150		20,900
2001	6,824	9,631	4,760	489		21,704
2002	6,439	5,856	3,680	102		16,077
2003	5,464	3,710	5,692	181		15,047
2004	4,046	5,835	10,189	1,342		21,412
2005	4,146	5,657	10,798	1,289		21,890
2006	5,302	3,259	10,320	736	94	19,711
2007	5,770	3,057	14,116	878	139	23,960
2008	2,831	1,452	12,606	965	102	17,956
Total	53,659	41,811	76,720	6,132	335	178,657
Costo de la trampa (dólares 2008)	3.00	3.47	2.67	11.63	8.31	
Costo en 2008	8,493.00	5,038.44	33,658.02	11,222.95	847.62	59,260.03

Fuente: Informes anuales 2000-2008, Programa Moscamed. De 1977 a 1999 el 100% de las trampas instaladas fueron de tipo Jackson.

La revisión de trampas la realizan tramperos, ya sea a pie o en vehículo. De acuerdo al Programa, la revisión de trampas a pie tuvo un costo unitario en 1993 de 6.24 dólares de 2008, mientras que en carro a 4.83; en 1994 bajaron a 5.83 dólares a pie y a 4.69 en auto. En 1998 se calculó un costo de 4.32 para la revisión a pie y 4.09 para la revisión en vehículo.

VII.2.2.2 Costo del muestreo de frutas

El muestreo se realiza con el fin de detectar oportunamente brotes de mosca, para lo cual se hacen recorridos a pie y en auto recolectando muestras de frutos hospederos de la mosca del Mediterráneo. Cada muestra consta, en promedio, de medio kg de fruta por punto de muestreo. En la tabla VII.10 están los 12 frutales detectados como hospedantes de la mosca del Mediterráneo en Chiapas, de 61 especies de frutales muestreadas durante la operación del Programa Moscamed.



Tabla VII.10. Frutos hospedantes de la mosca del Mediterráneo en Chiapas

Nombre común	Nombre científico	Años en que se identificaron ataques de la moscamed	Periodo de Fluctuación
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i> Osb.	1979-1981, 1983-1985, 1994, 1995	Todo el año
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> blanco	1979-1984, 1992-1995, 2007	Todo el año
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	1981-1984	Todo el año
Toronja / Pomelo	<i>Citrus grandis</i> Osb.	1981, 1983, 1984	Oct-Ene
Caimito	<i>Chirosophillum caimito</i> L.	1979-1985, 1990-1996	Ene-Mar
Chabacano	<i>Prunus americana</i>	1980	Mar-Jul
Pomarrosa	<i>Eugenia jambos</i> L.	1979-1983	Ago-Oct
Café	<i>Coffea arabica</i> L.	1979-2008, 1979-1985, 1987, 1992, 1994, 1995,	Sep-Feb
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	1997-1998, 2006	Dic-May
Baricoco	<i>Micropholis</i> Sp.	1979-1981	Feb-Abr
Chicozapote	<i>Acharas zapota</i> L.	1981	Abr-Oct

Fuente: Informes anuales del Programa Moscamed 1979-2007.

De acuerdo con información reportada, un técnico colecta 10 muestras por día, a un costo diario de 27.85 en 1993; si las colecta a pie corresponde un costo unitario de 2.78 dólares por muestra, y si es en auto el costo diario asciende a 25.49 dólares equivalentes a un costo unitario de 2.55 dólares por muestra. En 1994 los costos diarios de colecta fueron de 30.28 a pie y de 28.58 dólares en auto, correspondientes a 3.03 y 2.86 dólares la muestra, respectivamente. En 1998 los costos se calcularon en 1.16 dólares en colectas a pie y 2.76 en colectas en auto, siendo consistentes con los costos de muestreo unitarios reportados en el estudio de Centroamérica (Vo *et al.*, 2003).

VII.2.2.3 Identificación y control mecánico

Las trampas y muestras de frutos hospedantes se procesan en el laboratorio de taxonomía para determinar la presencia de moscas fértiles y estados inmaduros de la mosca del Mediterráneo. La mayoría de las moscas capturadas son estériles y son identificadas fácilmente en el laboratorio por el pigmento con que fueron marcadas desde la planta; mientras que las moscas fértiles no presentan pigmento. Un técnico del laboratorio procesa hasta 211 moscas estériles y 0.12 moscas fértiles por día (datos sin publicar Programa Moscamed, 2009). Se calculó que el costo de identificación de adultos estériles en 1993 fue de 0.64 dólares por mosca y de 0.77 dólares en 1994. En 1998 el costo fue de 0.16 dólares. La identificación de moscas fértiles tuvo un costo de 2.12, 3.57 y 2.55 dólares en 1993, 1994 y 1998, respectivamente. En los frutos muestreados se detectan estados inmaduros de mosca del Mediterráneo los cuales, mediante claves taxonómicas, permiten determinar si pertenecen a dicha plaga. De acuerdo con el Programa Moscamed, el costo del procesamiento de frutos, por muestra (medio kg. de fruta, en promedio), fue de 9.79 dólares en 1993, 8.66 en 1994 y 1.68 en 1998; mientras que el costo por kilogramo de fruta procesada fue de 10.91, 9.02 y 2.46 dólares, respectivamente, en esos mismos años.

El control mecánico consta de la colecta y destrucción de fruta hospedante de mosca del Mediterráneo, el cual es realizado por técnicos de campo, quienes en la mayoría de los casos son contratados temporalmente en el lugar donde se realiza la actividad, para colectar y colocar los frutos en bolsas de plástico con cal o enterrarlos en el mismo terreno. El costo de esta actividad es variable, dependiendo de la cantidad, tipo, tamaño y consistencia de los frutos a destruir, además del salario en la zona; de acuerdo al Programa el costo ascendió a 2.43 dólares por kilogramo destruido en 1993, 0.62 en 1994 y 3.12 en 1998.

VII.2.2.4 Costo del control químico

El control químico, el trapeo y la liberación de moscas estériles representan el mayor costo de las operaciones de campo. El control químico ha sido una de las herramientas más utilizadas en el manejo de detecciones o brotes en el Programa Moscamed; su función principal es bajar las poblaciones de la plaga a niveles que hagan eficiente el uso del control autocida. La cantidad de mezcla que se ha asperjado anualmente ha estado determinada por las detecciones y brotes de la mosca. Dependiendo del área a tratar y las condiciones del terreno, la aplicación del producto (cebo de Malatión hasta el 2002 y de Spinosad a partir de 2001 y hasta la fecha) se realiza cargando mochilas (a pie o en vehículo) o por vía aérea (helicóptero o avión). Adicionalmente y como medida complementaria, se instalan estaciones cebo en las que se depositan recipientes con un atrayente e insecticida.

En el Programa se calculó un costo de 8.37 dólares por hectárea y 4.19 dólares por litro asperjado mediante aplicación terrestre y, de 8.54 dólares por hectárea y 4.29 por litro en aspersiones por auto, en 1993; de 10.39/ha y 5.97/litro en aplicaciones terrestres con mochila, y de 10.46 dólares/ha. y 5.00 dólares/litro en aplicaciones terrestres por vehículo en 1994. Las estaciones cebo tuvieron un costo de 9.43 y 7.00 dólares por estación en 1993 y 1994, respectivamente.



VII.2.2.5 Costos del control autocida

El control autocida tiene como objetivo la liberación de grandes cantidades de moscas estériles para reducir al mínimo el apareamiento entre moscas fértiles. Como se mencionó antes, la mosca del Mediterráneo producida en la planta es enviada, como pupa, al centro de empaque donde madura y posteriormente es liberada en campo, principalmente por vía aérea (mediante avión o helicóptero) y en menor medida por vía terrestre.

Por ejemplo, y de acuerdo con cálculos del Programa Moscamed, el costo de liberación de un millón de moscas estériles en 1993 fue de 22.57 y 15.75 dólares (por avión y helicóptero) y de 11.52 dólares (en automóvil); mientras que en 1994 se mantuvieron casi sin cambio en liberación aérea, pero aumentaron significativamente en terrestre (de 11.52 dólares el millón a 18.51). En 1998 se incrementaron por los tres medios (tabla VII.11).

Tabla VII.11. Costo de liberación de un millón de moscas estériles

Tipo de liberación	1993	1994	1998
Por avión	22.57	22.86	28.11
Por helicóptero	15.75	15.76	27.03
En vehículo	11.52	18.51	34.47

Fuente: Informes anuales 1993, 1994 y 1998 del Programa Moscamed. Los costos están en dólares de 2008.



VII.2.2.6. Costos del control legal

Como ya se mencionó, el control legal se refiere a la regulación del movimiento de frutos hospederos de mosca del Mediterráneo, para lo cual se cuenta con puntos de verificación interna e internacionales, casetas de inspección fitosanitaria, en las principales fronteras y aeropuertos del país, que impiden el ingreso de frutos hospederos a México.

A principios de la puesta en marcha del Programa Moscamed, el estado Chiapas contaba con 13 puntos de verificación interna, 120 inspectores fitosanitarios y seis agrónomos. En 1999 se instalaron 12 casetas de inspección y 15 cámaras de fumigación con la correspondiente infraestructura civil; así como carriles de desaceleración, boyas, letreros de aviso y la adquisición de cuatro vehículos. En ese año se tenían instalados cuatro puntos de verificación internacional y 14 de verificación interna; mientras que en los últimos 10 años se han mantenido, en promedio, 12 puntos de verificación interna. En 2007 se tuvieron instalados 17 puntos de verificación, a través de los que se inspeccionaron 438,174 vehículos, con un costo total estimado de 310,960 dólares, equivalente a 18,292 dólares en promedio.

Sin embargo, el costo de la extensa red de inspección fitozoosanitaria establecida en todo el territorio nacional ascendió, de acuerdo a los presupuestos asignados a la Dirección General de Inspección Fitozoosanitaria (DGIF), a 114 millones de pesos en 2007, 93 millones en 2008 y 159 en 2009. Considerando que esta red decomisa cualquier producto, tanto agrícola como pecuario, sospechoso de plagas o enfermedades predeterminadas, y de acuerdo con opiniones de expertos en esta actividad, a los frutos hospedantes de la mosca del Mediterráneo solamente se le atribuye 3% de dicho costo.

VII.2.2.7. Costos de divulgación y capacitación

Como se mencionó antes, el Programa Moscamed cuenta con un Departamento de Divulgación encargado de dar a conocer al público en general las actividades e importancia del Programa, así como la conveniencia de realizar acciones para controlar la mosca del Mediterráneo. El costo anual de esta función (considerando el presupuesto asignado a este Departamento y al de Relaciones Públicas) varió de 24,980 dólares de 2008 en 1995 (incluyendo, sueldos, papelería, posters, publicidad, equipo de cómputo, así como mantenimiento, desgaste y combustible de vehículos asignados) a 199,712 en el 2008.

VII.2.2.8. Instalaciones y equipo

Aunque no hay un cálculo reciente del valor de los inmuebles con que cuenta el Programa Moscamed, se estima que el valor conjunto de la infraestructura y equipo de la planta productora de mosca estéril asciende actualmente a 5 millones de dólares, y el del centro de empaque a 0.5 millones. A principios de 2009 se estimó que la maquinaria/equipo con que cuenta el Programa asciende a 77.49 millones, equivalentes a cerca de 7 millones de dólares de 2008 (tabla VII.12). De este total, la mayoría (64%) corresponde a donativos de terceros, 33% fue adquirido con recursos del Programa Moscamed y el restante 2% con recursos del SENASICA.

Tabla VII.12 Valor de maquinaria y equipo

ACTIVO FIJO (MAQUINARIA Y EQUIPO) DEL PROGRAMA MOSCAMED	VALOR DE REPOSICIÓN		Del Total
	2008 1/	Dólares de 2008	
ADQUIRIDOS CON PRESUPUESTO DEL PROGRAMA	25,753,523	2,313,946	33%
Equipos de aspersión	15,073		
Equipo de cómputo	51,302		
Equipo de radio/comunicación	116,969		
Equipo de maquinas de escribir	16,545		
Equipo manual industrial	26,307		
Muebles y artículos para oficina	9,536		
Equipo de Transporte	25,517,791		
ADQUIRIDOS CON PRESUPUESTO DE SENASICA	1,914,074	171,979	2%
Equipos diversos			
DONADOS POR TERCEROS	49,825,440	4,476,800	64%
Equipos diversos			
VALOR TOTAL DE ACTIVOS	77,493,037	6,962,725	100%

Fuente: Reporte interno del área administrativa del Programa Moscamed.

1/ Valuados a finales de 2008 en pesos mexicanos.



VII.2.2.9. Otros costos

En cuanto al control biológico, aunque el Programa Moscamed no cuenta con una planta productora de parasitoides, en 1997 se realizó la primera introducción del *Diachasmimorpha triony* en México y en Guatemala; a partir del año 2000 se ha estado liberando, de manera experimental, el parasitoide *Dischasmimorpha longicaudata*, el cual es proporcionado por el Programa Moscafrut. De acuerdo con el ingeniero Julio Domínguez, del Programa Moscafrut, en 2008 el costo estimado de producción de un millón de parasitoides osciló entre 600 y 650 dólares.

La liberación de este parasitoide se ha efectuado principalmente por vía aérea, mezclándolos con la mosca del Mediterráneo estéril en los mismos contenedores, por lo que el costo de liberación es el mismo que para las moscas estériles.

VII.3. Costos administrativos

El Programa Moscamed cuenta con personal administrativo para el manejo de todas sus actividades, no sólo en las oficinas centrales de Tapachula, sino también en cada uno de sus Centros de Operación, en la Planta Productora de mosca estéril y en el Centro de Empaque. El gasto administrativo incluye los sueldos y honorarios del personal, al igual que combustible y mantenimiento de los vehículos asignados tanto al personal ubicado en Chiapas, como a las oficinas centrales de la Dirección de las Moscas de la Fruta en la Ciudad de México, de quien depende toda la operación del Programa Moscamed.

Como se mencionó antes, no se dispone de información agregada por Departamento para todo el período de operación del Programa; sin embargo, tomando en cuenta los tres años para los que se reportaron cifras integradas (tabla VII.6) y parciales (tabla VII.7) podría decirse que las actividades administrativas absorben alrededor de 11% del presupuesto total del Programa.

VII.4. Costo del Sistema Preventivo contra las Moscas Exóticas de la Fruta

En el Sistema Nacional Preventivo contra Moscas Exóticas de la Fruta (SPMEF) —establecido por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) y administrado conjuntamente por la Dirección General de Sanidad Vegetal, los 32 Comités Estatales de Sanidad Vegetal en México, a través de la NOM-076-FITO-1999— se llevan a cabo las actividades para prevenir que la mosca del Mediterráneo ingrese a territorio nacional. El SPMEF está dirigido a la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*), mosca oriental (*Bactrocera dorsalis*), mosca del melón (*Bactrocera cucurbitae*) y moscas de la manzana (*Rhagoletis* spp.). Previamente al establecimiento del Sistema en 1996, las actividades de muestreo a nivel nacional eran conducidas por el Programa Moscamed.

Como parte del SPMEF se tienen instaladas 19,000 trampas con atrayentes específicos, de las cuales 14,200 (75%), están cebadas con Trimedlure como atrayente de la mosca del Mediterráneo; aunque esta cantidad se incrementa cuando se presentan brotes (en 2005, por ejemplo, se instalaron 20,634). El número de trampas varía en cada entidad federativa, dependiendo de la superficie sembrada con hospedantes potenciales y el nivel de susceptibilidad de ataque de las mencionadas moscas (tabla VII.13). En total se instalaron entre 6,493 y 20,634 trampas durante el período 2001-2008; en los estados de Tabasco, Oaxaca, Veracruz y Campeche se instaló el mayor número.

**Tabla VII.13 Trampas para moscas exóticas de la fruta,
instaladas y revisadas, por Estado**

ESTADO	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	Instaladas	Revisiones														
Aguascalientes	70	1,200	70	2,100	70	1,700	70	2,000	70	2,400	70	2,600	2,300	1,483		
BC	1,132	18,000	1,132	41,080	550	11,550	560	12,400	922	28,582	922	13,704	15,995	303		
BCS	130	1,560	130	3,900	150	8,560	110	7,000	110	3,410		6,500	121	6,942	628	
Campeche	1,440	17,280	1,440	42,000	1,440	34,840	1,440	33,840	1,440	44,640	1,440	41,760	1,440	37,432	1,576	30,787
Chiapas				7,840	168	5,760	168	6,240	168	5,208		6,240	62	4,245	17,450	1,876
Chihuahua	471	18,238	471	18,238	300	22,377	320	10,560			220	15,080	200	14,300	587	
Coahuila		8,540	120	3,600	170	7,000	170	5,040			170	7,440		7,740	571	
Colima	109	4,800	100	2,800	109	5,200	109	5,600	109	5,200		5,200		5,012	151	
D.F.	234	9,792	166	4,980	100	4,680	100	4,680	100	4,200		4,095		4,200	291	3,735
Durango	196	7,216	196	7,231	196	7,000	196	7,226	196	7,784		2,600		5,754	181	
Edo de Mex	288	9,120	300	9,000	220	4,480	196	4,480	220	6,820	258	5,040	220	5,040	128	4,228
Guanajuato		6,200		6,500	170	6,250	170	5,857	170	5,280		5,509	170	5,457	210	5,434
Guerrero	283	3,396	283	10,920	280	10,660	218	8,860	218	8,060	218	8,060	218	8,060	259	5,000
Hidalgo		5,958	150	8,160	200	4,739	122	4,026	130	3,348		3,720	124	2,976	67	2,434
Jalisco	216	8,008	216	8,008	210	3,900	210	5,250	210	5,287	210	5,850	210	6,487	358	5,814
Michoacan	349	11,520	349	11,520	350	7,000	350	8,500	350	8,770		8,770	350	8,150	301	8,437
Morelos	162	6,829	162	8,320	100	2,720	100	2,880	100	2,880	100	2,880	100	2,880	100	2,312
Nayarit	352	4,224	352	10,560	343	9,310	350	10,780	7,350	227,850	350	12,250	350	12,500	136	
Nuevo León		37,520	522	56,272	294	6,174		18,772			212	9,828	212	9,827	62	
Oaxaca	2,068	39,340	2,068	73,060	2,000	23,000	2,000	41,200	2,000	62,000	2,010	40,425		29,507	724	25,643
Puebla	155	6,520	156	6,000	140	3,400	140	3,000	140	4,477	140	3,900	101	3,655	192	2,166
Querétaro	140	1,680	140	5,200	140	5,200	140	5,200	140	4,800	140	3,600	141	5,000	162	2,312
Quintana Roo	720	17,288	720	21,600	720	15,120	720	17,500	720	16,593	720	21,600			840	16,820
San Luis Potosí	106	6,000	59	6,656	170	3,360	128	3,820	124	3,037	124	3,820	92	2,363	2,032	
Sinaloa				13,000		12,572	356	12,572	447	13,857		14,612	431	14,433	692	
Sonora			364	10,920	364	15,600	364	16,531	364	15,300		16,188		15,370	731	13,652
Tabasco	1,712	20,544	1,714	51,420	2,030	64,388	2,030	45,200	2,030	44,070	2,030	39,550	2,093	38,831	2,215	36,763
Tamaulipas	1,169	14,028	1,395	55,250	609	17,400	638	17,555	570	17,670	780	21,480	328	8,379	920	
Tlaxcala	180	2,160	108	3,240	100	2,647	100	2,606	100	2,700	100	2,700	100	2,700	120	2,454
Veracruz	1,830	48,136	1,830	54,900	2,030	31,960	1,554	17,888	1,104	17,732	1,364	17,764	1,183	18,149	1,493	
Yucatán	1,168	14,016	1,168	16,800	1,176	24,696	378	22,720	1,032	31,420	1,032	36,920		35,223	1,100	29,874
Zacatecas		7,749	249	9,490	244	5,124	241	8,395			130	3,900		4,656	204	
TOTAL	14,680	356,862	16,130	590,565	15,143	388,367	13,748	378,178	20,634	603,375	12,740	393,585	8,246	343,563	36,271	199,741

Fuente: SENASICA, Programa de Trabajo para el trapeo preventivo contra moscas exóticas de la fruta 2001- 2008.

Las trampas las revisan a nivel nacional 162 técnicos, en promedio al año, quienes atienden 482 rutas de trampeo cada 14 días (tabla VII.14).

El presupuesto asignado a dicho Sistema ascendió a 17.56 millones de dólares en el periodo 2001-2008, equivalentes a 2.2 millones de dólares en promedio al año (tabla VII.15), con variaciones de 2.83 millones en 2001 y de 1.4 millones en 2008.

Sin embargo, dicho presupuesto cubre el desarrollo de actividades de trampeo de las moscas exóticas. Considerando que, en promedio, el 70% de las trampas instaladas correspondieron a las dirigidas a la mosca del Mediterráneo, se puede asumir que el costo asignado a dicha especie fue de 17.6 millones de dólares de 2008, en el periodo 2001-2008 (tabla VII.15).



Tabla VII.14 Personal contratado por el SPMEF para la detección de moscas exóticas

ESTADO	NUMERO DE PERSONAS								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	promedio
Aguascalientes	2	2	2	2	1	2	2	2	2
BC	19	13	28	7	10	1	10	13	13
BCS	3	1	2	1	1	2	2	2	2
Campeche	7	8	9	8	8	8	9	8	8
Chiapas	3	4	2	2	3	3	2	2	3
Chihuahua	17	11	14	15	12	12	12	12	13
Coahuila	5	4	4	2	4	4	3	4	4
Colima	3	4	2	2	8	2	4	4	4
D.F.	1	1	8	4	9	3	4	1	4
Durango	13	13	2	4	6	3	3	3	6
Edo. de Méx	2	2	6	6	3	2	2	1	3
Guanajuato	27	11	4	2	3	1	1	13	8
Guerrero	2	2	2	2	2	3	1	9	3
Hidalgo	5	5	2	3	2	1	1	2	3
Jalisco	12	26	14	2	8	2	2	3	9
Michoacán	2	2	14	2	16	2	2	4	6
Morelos	3	1	2	2	2	1	2	9	3
Nayarit	2	2	2	2	2	1	1		2
Nuevo León	2	3	3	3	3	1	1	1	2
Oaxaca	10	3	13		13	12	8	11	10
Puebla	5	2	3	4	4	7	1	8	4
Querétaro	3	3	3	7	2	1	2	4	3
Quintana Roo	3	3	7	10	8	3	3	8	6
San Luis Potosí	2	1	1	1	1	7	2	2	2
Sinaloa	3	2	2	2	3	1	3	2	2
Sonora	1	3	3	3	14	3	3	17	6
Tabasco	12	11	9	13	12	12	16	13	12
Tamaulipas	2	3	1	2	3	8	1	3	3
Tlaxcala	3	3	16	2	3	2	2	6	5
Veracruz	2	6	11	5	7	1	1	5	5
Yucatán	7	8	8	11	4	3	7	10	7
Zacatecas	4	4	2	2	2	8	4	4	4
TOTAL	187	167	201	133	179	122	117	186	162

Fuente: SENASICA (2009). Programas de Trabajo de la Mosca Exótica y de la Fruta 2001- 2008.

Como se mencionó al principio de este capítulo, el presupuesto del SPMEF es independiente del erogado en las actividades de trampeo en Chiapas, dentro del Programa Moscamed, y no incluye el costo de erradicación que representó el control (mediante la implementación del Dispositivo Nacional de Emergencia) de los diferentes brotes de la mosca del Mediterráneo presentados en algunos estados del país (áreas libres de Chiapas, Tabasco, Campeche, Baja California y Oaxaca) durante el período 1978-2007, el cual se maneja dentro de la estrategia de contención.

Durante el periodo en estudio, el presupuesto total asignado al SPMEF para gastos de personal (honorarios) correspondió al 31%, en promedio, con un mínimo de 21% en 2001 y un máximo de 43% en 2002; los materiales absorbieron el 24%, los servicios 14% y los demás conceptos el 24% restante (tabla VII.16).

**Tabla VII.15 Presupuesto del SPMEF
asignado al trampeo de las moscas exóticas**

ESTADO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL
	Miles de dólares de 2008								
Aguascalientes	19.52	18.59	21.69	18.18	20.23	19.59	30.1	29.9	177.9
BC	748.86	75.02	237.41	217.69	269.08	78.39	119.85	51.4	1,797.7
BCS	42.49	29.16	27.56	23.22	25	24.21	26.36	44.4	242.3
Campeche	176.97	192.11	216.91	199.23	192.2	226.84	248.58	239.98	1,692.83
Chiapas	-	37.89	43.38	40.26	47.91	27.44	28.51	26.64	252.02
Chihuahua	133.04	65.69	57.48	48.73	-	62.71	22.77	51.4	441.8
Coahuila	55.3	52.68	46.09	42.92	-	41.64	40.67	36.9	316.3
Colima	38.12	36.74	35.45	23.23	38.24	19.11	21.85	17.9	230.7
D.F.	15.62	12.39	16.27	15.15	36.19	25.26	27.6	30.05	178.52
Durango	29.67	57.11	86.76	80.79	80.93	48.99	38.01	-	422.27
Edo. de Méx	60.61	41.62	37.04	36.86	30.35	26.55	37	22.39	292.42
Guanajuato	39.04	61.97	75.92	75.74	65.45	39.19	28.51	26.67	412.5
Guerrero	29.28	34.7	35.25	39.39	24.71	23.94	28.51	43.1	258.87
Hidalgo	32.53	66.93	26.34	32.32	40.46	24.5	26.23	31.12	280.42
Jalisco	40.34	44.62	37.96	36.36	39.5	39.19	40.38	43	321.36
Michoacán	62.07	76.84	70.5	65.64	63.12	63.67	66.51	83.97	552.33
Morelos	28.37	28.51	25.16	30.3	20.23	19.6	20.9	22.23	195.3
Nayarit	52.05	59.49	65.07	50.49	50.58	34.3	33.26	31.4	376.7
Nuevo León	49.92	45.19	37.96	48.77	-	22.8	23.75	53.7	282.1
Oaxaca	208.2	198.31	233.83	227.23	273.13	176.38	237.55	245.54	1,800.17
Puebla	52.38	61.97	65.07	50.49	-	34.3	57.01	53.93	375.15
Querétaro	52.05	37.18	6.83	40.4	40.46	39.19	28.51	27.99	272.61
Quintana Roo	54.46	42.26	81.6	75.74	75.87	81.03	-	139.95	550.92
San Luis Potosí	45.54	62.59	46.69	36.66	36.42	35.28	28.51	31.4	323.1
Sinaloa	65.19	63.23	59.65	60.64	69.07	68.59	66.59	59.9	512.9
Sonora	59.27	115.22	96.44	81.29	82.46	20.57	22.98	91.71	569.93
Tabasco	219.13	212.05	263.03	252.47	232.67	261.82	253.89	275.7	1,970.77
Tamaulipas	44.29	25	53.38	50.43	55.56	52.15	38.01	34.3	353.1
Tlaxcala	43.46	52.06	53.69	39.99	39.57	19.19	22.38	24.12	294.44
Veracruz	158.76	154.93	254.87	252.47	202.32	148.27	142.53	134.8	1,448.9
Yucatán	105.13	81.18	71.04	72.77	72.89	127.38	111.74	128.4	770.6
Zacatecas	68.03	50.41	45.28	42.16	42.23	23.37	30.17	42.9	344.5
TOTAL	2,829.71	2,193.65	2,531.61	2,408.02	2,266.84	1,955.43	1,949.20	2,177.0	25,181.1

Fuente: SENASICA (2009). Programas de Trabajo de la Mosca Exótica y de la Fruta 2001- 2008.



En cuanto al presupuesto ejercido por Departamento, es lógico que a las operaciones de campo (trampeo, muestreo, identificación, control químico, control mecánico, control autocida, divulgación, capacitación, etc.) se haya destinado, en promedio, el 96% del presupuesto del Sistema durante el periodo 2001-2008 (tabla VII.17), y que al rubro de administración sólo se asignara el 4%, con un máximo de 9% en 2001 y mínimo de 2% en 2003 y 2004

Tabla VII.16. Presupuesto asignado al SPMEF, por concepto de gasto

CONCEPTO DE GASTO	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	Ptto.	% del total														
MILES DE DOLARES DEL 2008																
Honorarios ^{1/}	997.09	21	915.39	43	852.45	34	668.71	28	730.97	32	724.8	37	655.13	34	516.61	36
Materiales	140.15	3	84.63	4	1,137.36	45	736.61	31	607.25	27	739.87	38	806.97	41	419.69	29
Equipo	237.51	5	237.96	11	20.28	1	3.74	0	167.34	7	-	0	-	0	38.93	3
Combustible	351.22	8	342.26	16	0.64	0	-	0	188.46	8	-	0	-	0	84.9	6
Mantenimiento	114.29	2	131.48	6	-	0	-	0	69.48	3	-	0	-	0	14.37	1
Servicios	571.96	12	147.18	7	369.6	15	287.63	12	292.03	13	448.01	23	383.86	20	237.78	17
Pasajes y viáticos	102.41	2	87.06	4	-	0	-	0	36.94	2	-	0	-	0	30.34	2
Otros	2,188.44	47	195.63	9	151.28	6	711.33	30	174.37	8	42.75	2	103.24	5	99.31	7
Total	4,703.07	100	2,141.59	100	2,531.61	100	2,408.02	100	2,266.84	100	1,955.43	100	1,949.20	100	1,441.93	100
Total Mosca del Mediterráneo ^{1/}	3,292.15	70	1,499.11	70	1,772.13	70	1,685.61	70	1,586.79	70	1,368.80	70	1,364.44	70	1,009.35	70

1/ Es el 70% del presupuesto asignado al SPMEF, el cual se asume corresponde a las actividades relacionadas con la mosca del Mediterráneo.

Fuente: SENASICA (2009). Programas de Trabajo de las Moscas Exóticas de la Fruta, 2001-2008.

Tabla VII.17. Presupuesto del SPMEF ejercido por Áreas de Trabajo

DEPARTAMENTO	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	Costo	% del total														
MILES DE DOLARES DEL 2008																
Trampeo	1866.31	66	1981.65	91	4570.02	95	2061.12	87	1648.49	73	1534.22	79	1671.04	86	990.63	74
Muestreo	8.63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Identificación	0.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Control Químico	526.03	19	0	0	54.23	1	0	0	8.6	0	0	0	0	0	0	0
Control Mecánico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Control Autocida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Divulgación	42.22	2	34.57	2	36.51	1	21.77	1	77.68	3	18.87	1	5.39	0	13.71	1
Capacitación	44.58	2	41.38	2	75.84	2	26.89	1	21.24	1	46.58	2	32.56	2	38.42	3
Control Legal	37.48	1	0	0	10.85	0	0	0	40.58	2	0	0	0	0	0	0
Administración	261.22	9	84.73	4	77.89	2	45.13	2	102.89	5	71.1	4	73.33	4	79.86	6
Otros	40.18	1	39.05	2	0	0	253.12	11	363.06	16	284.66	15	166.89	9	222.4	17
Total	2,827.33	100	2,181.38	100	4,825.33	100	2,368.63	102	2,262.53	100	1,955.43	100	1,949.20	100	1,345.02	100
Total Mosca del Mediterráneo ^{1/}	1,979.13	70	1,526.97	70	3,377.73	70	1,658.04	70	1,583.77	70	1,368.80	70	1,364.44	70	941.51	70

1/ Es el 70% del presupuesto ejercido por el SPMEF, el cual se asume corresponde a las actividades relacionadas con la mosca del Mediterráneo, cifras en miles de dólares.

Fuente: SENASICA (2009). Programas de Trabajo de las Moscas Exóticas de la Fruta, 2001-2008.



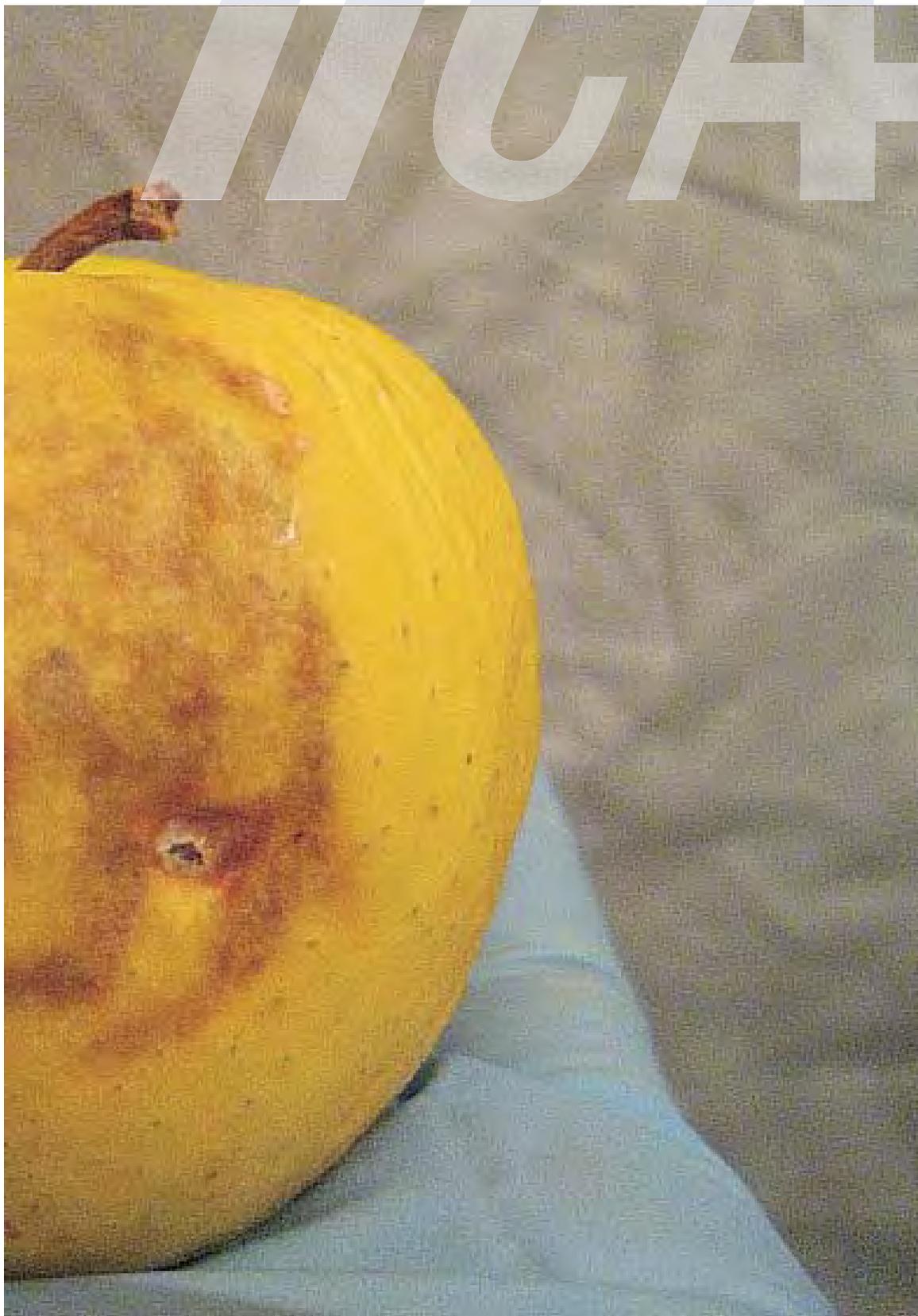
$$BC = \frac{\sum_{j=0}^{31} \frac{Beneficio_j}{(1+r)^j}}{\sum_{j=0}^{31} \frac{Costo_j}{(1+r)^j}}$$

VIII. Análisis



Económico

IICA



El objetivo de esta evaluación fue cuantificar el impacto económico del Programa Moscamed-México durante el período 1978-2008, en lo general, y en el estado de Chiapas, en particular, para lo cual se definieron tres escenarios. A continuación se resumen los resultados de la evaluación económica de los escenarios considerados para México.

VIII.1 Resultados para México, en su conjunto



Para el escenario 1, que incluyó la inversión inicial y el gasto operativo ejercido en el Programa Moscamed-México, el cual incorpora el costo del Sistema Preventivo contra moscas exóticas de la fruta y Dispositivo Nacional de Emergencia contra la mosca del Mediterráneo y la parte proporcional de la red de inspectorías fitozoosanitarias (40.5, y 419 millones de dólares, respectivamente), los indicadores económicos reflejan que el Programa Moscamed-México ha sido económicamente viable y altamente rentable. La relación beneficio/costo (B/C) de 112 indica que por cada millón de dólares invertido, el retorno o beneficio generado fue de 111 millones de dólares; el valor presente neto (VPN) generó una cifra positiva de 39,282 millones de dólares, la tasa interna de retorno (TIR) un valor espectacular de 1,941% y el período de recuperación de la inversión (PR) de tan solo un año, reflejando que a partir de 1979 el Programa empezó a generarle utilidades al país (tabla VIII.1).

Estos valores reflejan que la decisión del gobierno mexicano, de haber puesto en marcha y mantener el Programa Moscamed durante los pasados 31 años, fue acertada, no solamente desde el punto de vista económico sino también del ambiental y de salud pública, tomando en cuenta que, en el cálculo de estos indicadores se consideraron los beneficios indirectos que ha generado el Programa en el mantenimiento y la creación de empleo agrícola, así como aspectos ambientales y de salud humana.

Sin embargo, podría argumentarse que estos indicadores están sobreestimados, porque no solamente las actividades de control realizadas dentro del Programa Moscamed-México, financiadas con recursos del gobierno mexicano y del de Estados Unidos, han evitado que la plaga se establezca en el territorio nacional; ya que las operaciones de contención a lo largo de los municipios del estado de Chiapas fronterizos con Guatemala han contribuido a asegurar que México y EUA sigan conservando el estatus de país libre de dicha plaga. Para ello, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y, en menor medida, el gobierno de Guatemala, invirtieron 515 millones de dólares durante el mismo período.

Tabla VIII.1 Indicadores económicos para México

ESCENARIO	CONSIDERACIONES		INDICADORES ECONOMICOS			
	INVERSION INICIAL 1/	GASTO OPERATIVO 2/	B/C	VPN	TIR	PR
1) Incluye solamente los costos del Programa Moscamed México	40.49	418.97	112	39,282	1941%	1
2) Incluye los costos del Programa Regional Moscamed (de México y Guatemala)	56.62	827.26	57	39,088	1380%	1
3) Sin programa de control contra la mosca del Mediterráneo	0	0	0.43	-3,438	NA	NA

1/ El escenario 1 incluye: los 10 millones de dólares invertidos en la planta de Chiapas en 1979, la inversión en maquinaria/equipo tanto para la planta como para las operaciones de campo en México a lo largo del periodo 1978-2008 (valor de reposición total de 77 millones de pesos de 2008 a reemplazarse cada 7 años, en promedio), todo llevado a dólares de 1978 (a los presupuestos asignados al Programa Moscamed de México solo se le descontaron 25.6 millones de pesos de 2008 de las inversiones realizadas en maquinaria y equipo con sus propios recursos, dado que los restantes \$51.7 millones correspondieron a inversiones hechas por terceros) y el gasto ejercido en 1977 llevado a valor de dólares de 2008.

1/El escenario 2 incluye: lo considerado en el escenario 1, más los 12 millones de dólares de inversión en la planta del Pino, Guatemala llevado a dólares de 1978, más el presupuesto asignado al programa Regional en 1977, descontándole el ejercido en México.

1/ En el escenario 3 no habría inversión inicial alguna.

2/ Para el escenario 1 incluye tanto los 294.25 aportados por el gobierno mexicano (246.47 para las operaciones del programa nacional y 48 millones como aportación a la Comisión Guatemala) como los 79.7 millones aportados por el USDA al Programa Moscamed-México; además de el presupuesto asignado al Dispositivo Nacional de Emergencia (llevado hacia atrás para los años que no reportaron cifra mediante el tipo de cambio peso-dólar respectivo) y la parte proporcional de la red nacional de inspectorías fitoosanitarias asignada al Programa Moscamed, determinada en 3% para todo el periodo.

2/ El escenario 2 incluye 766.5 millones de dólares nominales aplicados hasta 2008, más lo asignado al Dispositivo Nacional de Emergencia y parte correspondiente de la red de inspectorías fitoosanitarias.

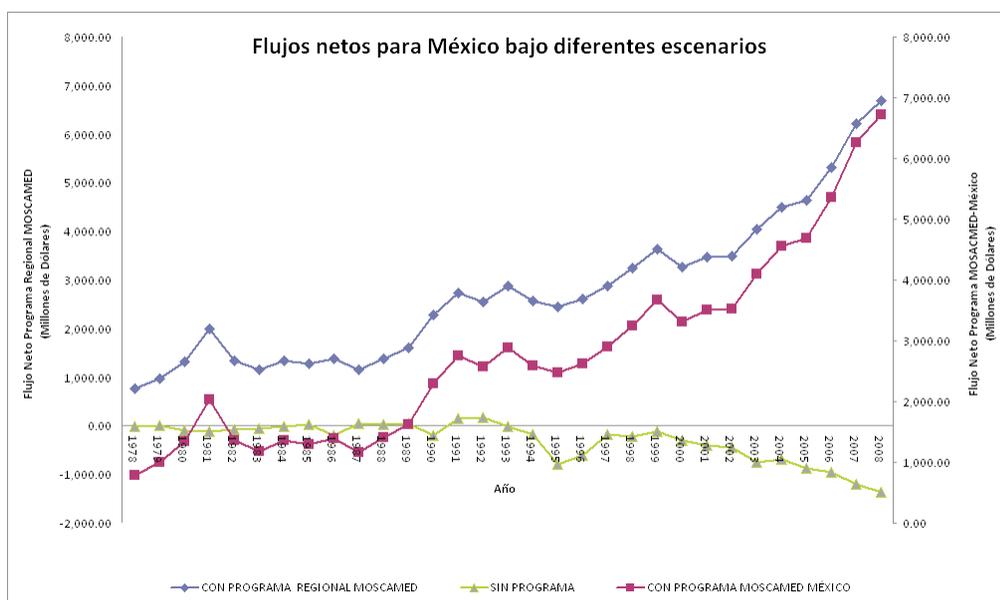
2/ En el escenario 3 no habría gasto operativo.

El escenario dos incluyó la inversión y el gasto operativo del Programa Regional Moscamed (56.6 y 827.3 millones de dólares, respectivamente) en el cálculo de los indicadores económicos. Si bien tres de los cuatro redujeron su valor, B/C=57, VPN=39,088 millones de dólares, TIR=1380%) y PR se mantuvo en un año, todos continuaron justificando la factibilidad económica del Programa Regional Moscamed. Lo anterior, debido a que los beneficios generados en México, a lo largo de los 31 años que ha estado en operación superan, en mucho, los costos realizados. Aquí hay que señalar que los beneficios se subestiman porque no consideran los obtenidos en Guatemala y EUA.

Como puede verse en la gráfica VIII.1, los flujos o beneficios netos derivados de los dos primeros escenarios reflejan una clara tendencia positiva; mientras que para el escenario 3, que implica la ausencia del programa de control de la mosca del Mediterráneo, es negativa.



Figura VIII.1. Beneficios netos generados por el Programa Moscamed



Si bien bajo el escenario tres, que asume la ausencia del Programa Moscamed-México, al no haber inversión inicial ni gasto operativo asociado implica que el gobierno mexicano no desembolsaría recursos, hay que considerar que a cambio de dicho ahorro el país enfrentaría un impacto negativo en el empleo agrícola, daño al ambiente y a la salud pública, aunado a la reducción en los volúmenes de producción de dichos cultivos que traería consigo el establecimiento de la mosca del Mediterráneo en territorio nacional, así como la pérdida de divisas que implicaría el no poder exportar frutas y hortalizas de alto valor a EUA (que es el principal mercado de las mismas), Japón y a otros países. Además, al no poder exportar y mientras se ajustaran los niveles de producción (sobre todo de los cultivos perennes, como los cítricos, mango, aguacate, entre otros), se saturaría el mercado nacional de frutas y hortalizas debido al exceso de oferta, lo cual traería consigo reducciones en los precios, con el consecuente efecto negativo para los productores agrícolas.

Como se mencionó en el capítulo VI, al no existir un programa integrado de control de la mosca del Mediterráneo, la producción nacional de las mencionadas frutas y hortalizas estaría expuesta a pérdidas potenciales y residuales ante la infestación de la plaga. De acuerdo con los resultados de la evaluación, las pérdidas potenciales y residuales de dichos productos ascenderían a 46 millones de toneladas, equivalentes a 4,237 millones de dólares durante el periodo 1978-2008 (tabla VIII.2). En conjunto, la producción de chabacano, durazno, guayaba, limón persa, mandarina, manzana, naranja, pera y toronja se reduciría en 28 millones de toneladas, equivalentes a 1,053 millones de dólares; la uva y el aguacate, en 5.7 millones de toneladas y 1,873 millones de dólares; el mango en 3.8 millones toneladas y 435 millones de dólares, y el resto de los productos en 8.2 millones de toneladas, equivalentes a 4,237 millones de dólares.

Tabla VIII.2 Pérdidas potenciales en la producción nacional de frutas y hortalizas ante el establecimiento de la mosca del Mediterráneo en México

CULTIVO	PERDIDAS POTENCIALES SIN PROGRAMA INTEGRADO DE CONTROL DURANTE 1978-2008	
	Millones de Toneladas	Millones de dólares 1/
Chabacano, durazno, guayaba, limón persa, mandarina, manzana, naranja, pera y toronja	28.3	1,053
Uva y aguacate	5.7	1,873
Mango	3.8	435
Chiles verdes, chayote, fresa, melón, papaya, pepino, sandía y jitomate.	8.2	876
Total cultivos	46.1	4,237

1/ Corresponde al valor neto de la producción.

Fuente: elaboración propia.

Además de dichas pérdidas potenciales, la ausencia del Programa Moscamed implicaría que los beneficios indirectos generados a lo largo de los últimos 31 años se convertirían en pérdidas para México. En la tabla VIII.3 se observa que en ausencia del Programa Moscamed se generarían los siguientes daños indirectos al país: 1) pérdida de 5.4 millones de dólares por la intoxicación neurológica de 43,441 personas del sector rural, y 2) pérdida de 137 millones de jornales y un promedio de 510 empleos permanentes al año, con valor de 9,289 millones de dólares, por la reducción en la producción nacional de frutas y hortalizas que traería consigo el establecimiento de la plaga y debido a que las exportaciones de estos productos se reduciría drásticamente y en algunos casos no se podría exportar; aunado a que, de no estar en operación el Programa Moscamed México, se perderían las plazas de trabajo que se han creado.



Tabla VIII.3 Beneficios/costos indirectos para México en presencia y ausencia del Programa Moscamed

BENEFICIOS INDIRECTOS / COSTOS INDIRECTOS	BENEFICIOS DERIVADOS DE LA PRESENCIA DEL PROGRAMA MOSCAMED		COSTOS DERIVADOS DE LA AUSENCIA DEL PROGRAMA MOSCAMED	
	DURANTE EL PERIODO 1978-2008			
	Cantidad	Millones de Dólares (nominales)	Cantidad	Millones de Dólares
1. Impacto en la salud humana por la exposición de la población rural a insecticidas	Ahorro de 40,533 personas con intoxicación neurológica	5.03	43,441 personas con intoxicación neurológica	5.44
2. Impacto en el mantenimiento y generación de empleo en la producción de frutas y hortalizas, hospedantes primarios de la mosca del Mediterráneo	Creación y mantenimiento de 394 millones de jornales + 510 empleos permanentes al año	11,707.00	Pérdida de 136.7 millones de jornales + 510 empleos permanentes al año	9,289.43
3. Daño ambiental que trae consigo el uso de insecticidas				
3.1 Utilización de Insecticidas	Ahorro de 16.78 millones de litros de malatión (descuenta lo aplicado mediante el Programa en Chiapas)	641.25	Aplicación de 17.30 millones de litros de malatión	686.17
3.2 Impacto en enemigos naturales	Ahorro del 20% de incremento en costos de producción de los hospedantes primarios a nivel nacional (decontando lo que aumentó mediante el Programa en Chiapas)	3,928.15	20% de aumento en costos de producción por mayor uso de insecticidas	4,072.72
3.3 Impacto en polinización	Ahorro en pérdida de 36.23 millones de toneladas de frutas y hortalizas (descantando la reducción dada mediante el Programa en Chiapas)	2,895.67	37.26 millones toneladas perdidas de frutas y hortalizas	3,040.46
3.4 Impacto en apicultura (en la producción de miel y cera de abeja)	Ahorro de la pérdida de 406 mil toneladas de miel y 25.5 mil toneladas de cera de abeja (descuenta la reducción presentada mediante el Programa en Chiapas).	415.78	Pérdida de 450 mil toneladas de miel y 29.5 mil toneladas de cera de abeja.	432.60
TOTAL BENEFICIOS / COSTOS		19,592.88		17,526.82

Fuente: elaboración propia.

Entre los daños que causaría al ambiente estarían: la aplicación de 17 millones de litros de insecticida-cebo con valor de 686 millones de dólares para proteger los cultivos de frutas y hortalizas de la infestación de la mosca del Mediterráneo; el aumento de 20% en el costo de producción de dichos cultivos, equivalente a 4,073 millones de dólares, por el incremento en el uso de insecticidas para contrarrestar el impacto en las plagas secundarias por la eliminación de los enemigos naturales; pérdida de 37 millones de toneladas de las frutas y hortalizas seleccionadas, con valor de 3,040 millones de dólares al disminuir los polinizadores por la aplicación inmoderada de insecticidas; y la pérdida de 450 mil toneladas de miel y 30 mil de cera de abeja, con valor de 433 millones de dólares, como resultado del efecto negativo que causaría a las abejas en forrajeo por la aplicación de Malatión, principal insecticida utilizado para el control de esta plaga. En ausencia del Programa, estas pérdidas ascenderían en total a 17,527 millones de dólares.

En presencia del Programa Moscamed-México los mencionados costos han representado beneficios al país, por un valor total de 19,593 millones de dólares, desagregados de la siguiente manera:

- Ahorro de cinco millones de dólares como consecuencia de la no intoxicación neurológica de 40,533 personas.
- Creación y mantenimiento de 394 millones de jornales y 510 empleos permanentes al año con valor de 11,707 millones de dólares.



- Ahorro de 641 millones de dólares por la innecesaria aplicación de 17 millones de litros de Malatión.
- Ahorro de 3,928 millones de dólares porque, al no aumentar el uso de insecticidas (en ausencia de la plaga), los costos de producción no aumentaron en el supuesto 20%.
- Ahorro de 2,896 millones de dólares al no perderse 36 millones de toneladas de frutas y hortalizas debido a que no se eliminaron polinizadores de manera significativa.
- Ahorro de 416 millones de dólares al no perderse 406 mil toneladas de miel y 26 mil de cera de abeja como resultado del mínimo impacto causado a los apiaros nacionales.

VIII.2 Resultados para el estado de Chiapas

Para Chiapas los escenarios considerados en la evaluación fueron: 1) impacto económico del Programa, considerando la parte proporcional de las inversiones y los costos de operación del Programa Moscamed-México, 2) impacto económico del Programa, considerando la parte proporcional de las inversiones y gasto operativo del Programa Regional Moscamed, y 3) impacto económico de no existir el Programa.

Los indicadores económicos en los escenarios uno y dos indican que el Programa Moscamed ha sido económicamente viable para el Estado de Chiapas (tabla VIII.4). En ambos casos, el indicador B/C fue mayor de 1 (de 30 y 16, respectivamente), el VPN positivo (de 328 y 322 millones de dólares, respectivamente), la TIR elevada y el punto de equilibrio o PR de un año. Por el contrario, y de acuerdo al escenario tres, sin la existencia del Programa Moscamed el B/C sería menor de uno (0.6), el VPN negativo (-7 millones de dólares) y la TIR y PR, con valores sin aplicación.

Tabla VIII.4 Indicadores económicos para el estado de Chiapas

ESCENARIO	CONSIDERACIONES		INDICADORES ECONOMICOS			
	INVERSION INICIAL 1/	GASTO OPERATIVO 1/	B/C	VPN	TIR	PR
1) Incluye solamente la parte proporcional de los costos del Programa Moscamed México	1.21	12.57	30	328	743%	1
2) Incluye la parte proporcional de los costos del Programa Regional	1.70	24.82	16	322	566%	1
3) Sin existir el Programa Moscamed	0	0	0.59	-7	NA	NA

1/ Como parte proporcional de la inversión inicial y gasto operativo del Programa Moscamed, para el país en su conjunto, se le asignó el 3% que ha tenido, en promedio el Estado de Chiapas, dentro de la producción nacional de las frutas y hortalizas, hospedantes primarios, seleccionadas. Bajo el mismo esquema se le asignó la parte proporcional del gasto operativo total del Programa Regional, a lo largo del periodo 1978-2008.

Al igual que para México como país, la ausencia del Programa Moscamed le ocasionaría a Chiapas pérdidas potenciales y residuales en la producción de frutas y hortalizas hospedantes primarios de la mosca del Mediterráneo, así como el impedimento para continuar exportando frutas (principalmente papaya) y hortalizas (tabla VIII.5), además de los costos indirectos que traería consigo la inexistencia del Programa.

De acuerdo con los resultados de la evaluación, las pérdidas potenciales y residuales de los hospedantes primarios ascenderían a 758 mil toneladas, equivalentes a 97 millones de dólares durante el periodo 1978-2008.



Tabla VIII.5 Pérdidas potenciales en la producción de frutas y hortalizas de Chiapas ante el establecimiento de la mosca del Mediterráneo

CULTIVO	PERDIDAS POTENCIALES SIN PROGRAMA INTEGRADO DE CONTROL DURANTE 1978-2008	
	Millones de Toneladas	Millones de dólares 1/
Chabacano, durazno, guayaba, limón persa, mandarina, manzana, naranja, pera y toronja	195.79	17
Aguacate	53.47	8
Mango	323.20	50
Chiles verdes, chayote, fresa, melón, papaya, pepino, sandía y jitomate.	185.84	21
Total cultivos	758.29	97

1/ Corresponde al valor neto de la producción.

Fuente: elaboración propia.

La tabla VIII.6 muestra que, en ausencia del Programa Moscamed, Chiapas habría experimentado pérdidas por un total de 518.6 millones de dólares:

- 400 mil dólares por la intoxicación neurológica de 2,908 personas del medio rural.
- 285 millones de dólares por la pérdida de 8.3 millones de jornales y los 510 empleos permanentes que, en promedio, ha venido ocupando el Programa en su operación, a lo largo del periodo 1978-2008.
- 19 millones de dólares por la aplicación de 499 mil litros de Malatión.
- 79 millones de dólares como resultado del incremento en costos de producción que traería consigo la mayor utilización de insecticida para eliminar a las plagas secundarias, y tratamientos cuarentenarios de postcosecha que no se mencionan en el estudio.
- 118 millones de dólares por la pérdida de 859 mil toneladas de frutas y hortalizas debido a la eliminación de polinizadores.
- 16.8 millones de dólares como resultado de la pérdida de 19 mil toneladas de miel de abeja causada por el impacto negativo de los insecticidas en los apiarios del Estado.

Tabla VIII.6 Beneficios/costos indirectos para el estado de Chiapas en presencia y ausencia del Programa Moscamed

BENEFICIOS INDIRECTOS / COSTOS INDIRECTOS	BENEFICIOS EN PRESENCIA DEL PROGRAMA MOSCAMED		COSTOS EN AUSENCIA DEL PROGRAMA MOSCAMED	
	DURANTE EL PERIODO 1978-2008			
	Cantidad	Millones de Dólares (nominales)	Cantidad	Millones de Dólares (nominales)
1. Impacto en la salud humana por la exposición de la población rural a insecticidas	Ahorro de 2,908 personas con intoxicación neurológica	0.4	2,908 personas con intoxicación neurológica	0.4
2. Impacto en el mantenimiento y generación de empleo en la producción de frutas y hortalizas, hospedantes primarios de la mosca del Mediterráneo	Creación y mantenimiento de 6.24 millones de jornales + 510 empleos permanentes al año	454.65	8.3 millones de jornales + 510 empleos permanentes al año	285.31
3. Daño ambiental que trae consigo el uso de insecticidas				
3.1 Utilización de Insecticidas	Aplicación de 358 mil litros de malatión y 540.5 mil de Spinosad a través del Programa	-24.15	Aplicación de 499 mil litros de malatión	19.40
3.2 Impacto en enemigos naturales	Ahorro del 20% de incremento en los costos de producción de los cultivos hospedantes primarios	148.27	20% de incremento en los costos de producción de los cultivos hospedantes primarios, por mayor uso de insecticida	78.86
3.3 Impacto en polinización	Ahorro en la pérdida de 1 millón de toneladas de mango y papaya	147.85	859 mil toneladas perdidas de hospedantes primarios	117.83
3.4 Impacto en apicultura	Ahorro en la pérdida de 2,108 toneladas de miel de abeja	1.88	19 mil toneladas de miel de abeja perdidas	16.80
TOTAL BENEFICIOS / COSTOS		728.90		518.60

Fuente: elaboración propia.

Con la operación del Programa Moscamed Chiapas se ha ahorrado 400 mil dólares por la no intoxicación neurológica de 2,908 personas del sector rural y 455 millones de dólares por la creación y mantenimiento de 6.24 millones de jornales y 510 empleos fijos al año. En cuanto al impacto ambiental, el Estado se ha ahorrado 148 millones de dólares al no incrementarse los costos de producción por el mayor uso de insecticidas, que además habrían eliminado a enemigos naturales; 148 millones por el ahorro de pérdida de un millón de toneladas de mango y papaya por la menor eliminación de polinizadores; y casi dos millones de dólares por no haber perdido dos mil toneladas de miel de abeja. Por la aplicación de insecticidas Chiapas no tuvo beneficio indirecto, sino un costo de 24 millones de dólares por los 358 mil litros de Malatión, 9.25 mil de Suredye y 540 mil de Spinosad, que se aplicaron en el marco del Programa Moscamed, a lo largo del período 1978-2008. Sin embargo, como gran parte de dichas aplicaciones de insecticida se hicieron en la zona del Soconusco, donde la presencia de las frutas y hortalizas consideradas hospedantes primarios es reducida, se presume que su impacto en enemigos naturales, polinización y apicultura no es significativo.

VIII.3 Análisis causal

Para corroborar estadísticamente la relación causa-efecto entre el Programa Moscamed y los diferentes beneficios que se le atribuyeron, se efectuaron análisis de regresión lineal simples

en donde cada uno de los beneficios indirectos, por separado, actuaron como variable dependiente y el Programa Regional Moscamed, representado por los presupuestos que ha ejercido en su operación, como variable explicativa o independiente, utilizando 1978-2008 como período de análisis.

De los resultados que generó el análisis se desprende que el Programa Moscamed es un factor estadísticamente significativo para generar variaciones en los beneficios, directos e indirectos, representados por: el valor neto de la producción nacional y de las exportaciones; ahorros en la eliminación de enemigos naturales, aplicación de insecticidas, eliminación de polinizadores y gastos médicos por intoxicaciones neurológicas; así como el mantenimiento y la creación de empleo agrícola (tabla VIII.7).

De acuerdo al valor de los coeficientes Beta se puede decir, por ejemplo, que por cada millón de dólares con que se incrementó el presupuesto del Programa Moscamed, el valor neto de la producción nacional de las frutas y hortalizas seleccionadas aumentó 53 millones de dólares, y las exportaciones 30 millones. Tomando en cuenta el valor del parámetro R^2 , el Programa Moscamed explica el 54% de la variación del valor de la producción y el 52% de las exportaciones. El resto de la variación lo explican otros factores que también son determinantes del valor de la producción y las exportaciones



Tabla VIII.7. Resultados del análisis de regresión

Resultados del Análisis de Regresión		
VARIABLES DEPENDIENTES (Y): Beneficios directos e indirectos generados		
VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Costo total del Programa Regional Moscamed		
	<u>BETA</u>	<u>R²</u>
BENEFICIOS DIRECTOS		
Valor neto de la producción nacional	52.65	0.52
Valor neto de las exportaciones	29.72	0.54
BENEFICIOS INDIRECTOS		
Ahorro en la eliminación de enemigos naturales	0.81	0.18
Ahorro en la aplicación de insecticida	0.33	0.4
Mantenimiento y creación de empleo agrícola	2.98	0.23
Ahorro en la eliminación de polinizadores	1.09	0.32
Ahorro en gasto médico por tratamiento de intoxicaciones	0.002	0.34
Ahorro del efecto negativo a la apicultura	0.04	0.041

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los beneficios indirectos, por cada millón invertido/gastado en el Programa Regional Moscamed, México se ahorró 811 mil dólares por el incremento que traería en los costos de producción un mayor uso de insecticida para eliminar a las plagas secundarias; 330 mil dólares por la no aplicación de insecticida en el país para controlar la mosca del Mediterráneo, dado que ya tiene el estatus de zona libre de dicha plaga; y un millón de dólares por no destruir a los polinizadores con aplicaciones excesivas de insecticida. Así mismo, por cada millón de dólares invertidos en el Programa, se generaron casi tres millones de dólares en empleos, tanto en la actividad hortofrutícola de los hospedantes primarios como en la

operación del mismo. De acuerdo a los valores de la R^2 , excluyendo apicultura, el Programa Moscamed explica entre 18% y 40% la variabilidad de los beneficios indirectos, lo cual suena lógico tomando en cuenta que hay otros factores, además de la aplicación del insecticida contra la mosca del Mediterráneo (otros insecticidas para combatir distintas plagas, por ejemplo), que también impactan en el ambiente y la salud de la población rural.

Resumiendo, y de acuerdo con el resultado de los indicadores considerados en el análisis económico, así como de las regresiones lineales del análisis causal, se puede afirmar que el Programa Moscamed (tanto a nivel de país, estado de Chiapas, como regional) ha sido económicamente justificable porque los beneficios directos e indirectos que ha generado a México, en lo general, y al Estado de Chiapas, en particular, han superado con mucho los recursos asignados.





IX. Conclusiones y



Recomendaciones



En este estudio se evaluó el impacto económico del programa Moscamed-México y del Programa Regional Moscamed, en México, como país, y en el Estado de Chiapas, durante el periodo 1978-2008 utilizando como herramienta un modelo retrospectivo que consideró cifras históricas observadas de las variables (costos del programa y beneficios directos e indirectos generados) en el cálculo de varios indicadores económicos.

Los resultados de la evaluación, fueron los siguientes:

- De acuerdo al valor de los indicadores económicos generados, el Programa Moscamed ha sido económicamente factible y altamente rentable para el país, por lo que su puesta en marcha y mantenimiento, a lo largo de los últimos 31 años, ha sido un acierto del gobierno mexicano y sus contrapartes de EUA y Guatemala. La razón B/C fue muy superior a uno (112 y 57, respectivamente), el VPN positivo (de 39,282 y 39,088 millones de dólares), la TIR sustantivamente alta y el PR=1 para los dos escenarios en que se incluyeron los costos del Programa Moscamed-México y del Programa Regional Moscamed, respectivamente.
- Los beneficios directos (representados por el valor neto de la producción y exportaciones de las frutas y hortalizas seleccionadas) le han generado a México beneficios directos del orden de 40,555 y 25,866 millones de dólares, mientras que los indirectos fueron de 19,593 millones de dólares a lo largo del período analizado. A estos indirectos, la generación de empleos en el sector hortofrutícola más las 510 plazas permanentes que el Programa ha creado anualmente, contribuyeron con 11,707 millones, el ahorro por la baja eliminación de enemigos naturales con 3.9 millones, y el reducido impacto en polinización con 2.89 millones.
- Comparando dichos beneficios con la inversión de los 459 millones de dólares que ha costado la operación del Programa Moscamed-México, o la de los 884 millones de dólares del Programa Regional Moscamed es evidente que tan sólo los beneficios indirectos obtenidos de 19,593 millones de dólares superan con mucho las inversiones realizadas.
- Sin embargo, bajo el escenario que supuso la ausencia del Programa, el indicador del B/C fue menor de uno (0.43) y el VPN negativo (-3,438 millones de dólares). Mediante este supuesto, el gobierno mexicano pudo haberse ahorrado la inversión realizada; pero, a cambio, hubiera enfrentado 4,237 millones de dólares en pérdidas potenciales en la producción de las frutas y hortalizas susceptibles de ser atacadas por la mosca del Mediterráneo, ante la muy posible infestación de la plaga y las consecuentes cantidades de insecticida que se hubieran tenido que aplicar; esto aunado a los 17,527 millones de dólares en costos que le hubieran representado los impactos indirectos (en salud de la población rural, creación y mantenimiento de empleo agrícola y daño ambiental) por no contar con una estrategia integrada de control de la plaga como la que se lleva en el Programa Moscamed.

Los resultados de la evaluación para el caso de Chiapas fueron:

- Aunque el Estado sólo produce el 3%, en promedio, de la producción nacional de las frutas y hortalizas seleccionadas, los indicadores generados mostraron que el Programa Moscamed le ha sido económicamente viable y significativamente rentable al Estado, a lo largo de los últimos 31 años, bajo los dos primeros escenarios: 1) el que considera la parte proporcional del costo del Programa Moscamed-México, y 2) el que toma en cuenta la proporción del costo total del Programa Regional Moscamed. En ambos casos, la razón B/C fue superior a uno (de 30 y 16, respectivamente) el VPN positivo (de 328 y 322 millones de dólares, respectivamente), la TIR elevada y la recuperación de la inversión se dio el primer año.



- El Programa le ha generado a Chiapas 1,075 millones de dólares en beneficios directos (representados por los crecientes valores netos de la producción y exportaciones de las frutas y hortalizas seleccionadas y cultivadas en el Estado a lo largo de los últimos 31 años) y 729 millones de dólares por los siguientes beneficios indirectos: 1) ahorro en gasto médico por la atención de personas potencialmente intoxicables debido a su exposición a la aplicación indiscriminada de insecticidas (400 mil dólares); 2) mantenimiento y creación de empleo en la producción estatal de frutas y hortalizas hospedantes primarios (455 millones de dólares) además de la nómina de las 510 plazas permanentes de trabajo mantenidas anualmente por el Programa Moscamed (alrededor de 90 millones de dólares); y 3) ahorros en daño ambiental (274 millones, por los impactos conjuntos de aplicación del insecticida Malatión, eliminación de enemigos naturales de la mosca del Mediterráneo, así como efecto negativo en polinización y apicultura).
- Bajo el escenario que supuso la ausencia del Programa Moscamed, los indicadores económicos de B/C y VPN fueron menor de uno y negativo, respectivamente, reflejando que Chiapas hubiera enfrentado pérdidas potenciales en la producción de sus frutas y no hubiera podido exportarlas, a menos de que se realizarán tratamientos postcosecha para alguno de ellos, lo que habría tenido un costo de 97 millones de dólares; además, de los 519 millones de dólares por costos indirectos.

A fin de corroborar estadísticamente la relación causa-efecto entre el Programa Moscamed y los distintos beneficios directos e indirectos que se le han atribuido, en este estudio se realizaron también análisis de regresión lineales, los cuales generaron los siguientes resultados:

- El Programa Moscamed ha sido un factor estadísticamente significativo para generar variaciones positivas en el valor neto de la producción y exportaciones de las frutas y hortalizas mexicanas evaluadas; la creación y mantenimiento de empleo en la actividad hortofrutícola, y el ahorro de daños ambientales para el país, representados por el uso de Malatión, la eliminación de enemigos naturales y el impacto negativo en la polinización y la apicultura.
- De acuerdo con los parámetros Beta, por cada millón de dólares invertido en el Programa Moscamed a lo largo del período 1978-2008, todos los beneficios generados aumentaron: por ejemplo, el valor neto de la producción y las exportaciones en 53 y 30 millones de dólares, respectivamente; el empleo cerca de 3 millones y el ahorro por la baja eliminación de los enemigos naturales 811 mil dólares. Estos resultados se sustentan con los datos técnicos observados a lo largo del período de operación del Programa Moscamed propiciando con ello un menor daño ambiental (a polinizadores, a enemigos naturales de otras plagas de importancia económica y a la apicultura en la zona del Soconusco).
- Tomando en cuenta los valores del parámetro R^2 , el Programa Moscamed explicó, separadamente, entre un 54% y 4% de la variabilidad de los beneficios. Si bien algunos de estos porcentajes son bajos, suenan lógicos tomando en cuenta que existen otros factores, además de la aplicación del Malatión contra la mosca del Mediterráneo, que también afectan al valor de la producción y exportaciones de frutas y hortalizas, al empleo agrícola, a la salud de la población rural y al ambiente, tales como, otros insecticidas para combatir a las distintas plagas que impactan a la agricultura mexicana.

Con base en las conclusiones antes mencionadas, a continuación se presentan las recomendaciones:



- Que el gobierno mexicano continúe apoyando la operación del Programa Moscamed y, como parte de éste, las actividades de investigación, capacitación a personal técnico y transferencia de tecnología, a fin de que la estrategia integrada de control en áreas extensas contra la mosca del Mediterráneo sea cada vez más eficiente y sirva de base para la puesta en marcha de otros programas que utilicen la experiencia de la Técnica del Insecto Estéril, en el control de las diferentes plagas que afectan al sector agrícola nacional.
- Que las evaluaciones económicas, como la realizada aquí para el Programa Moscamed, se realicen con más frecuencia y para otros programas financiados con recursos del gobierno federal, para que sus resultados sirvan de base en la toma de decisiones y en el redireccionamiento de estrategias.
- Para que las evaluaciones puedan ser más expeditas y frecuentes, se recomienda que los administradores de programas, como el de Moscamed, desarrollen y pongan en marcha sistemas automatizados de gestión en donde se pueda localizar fácilmente los datos técnicos, económicos y financieros, aunque éstos no necesariamente correspondan a los contables que hoy se utilizan para la elaboración de informes y reportes. Este tipo de sistemas es, también, de gran utilidad para la toma de decisiones oportunas, porque incluyen información histórica de factores determinantes del comportamiento de la mayoría de las plagas, tales como: bióticos, climáticos, de inmigración, entre otros, con lo cual pueden predecirse posibles eventos y planear estrategias de prevención. Por ejemplo, sobre la dinámica de brotes y detecciones de la mosca del Mediterráneo en territorio nacional; como el gran número presentado de éstos en 1998 a consecuencia de las condiciones climatológicas que trajo consigo el fenómeno "El Niño".





X. Bibliografía



- Agronet, 2000. La agricultura Orgánica en México. (Consultada el 27 de abril de 2009). <http://www.agronet.com.mx/cgi?Action=Viewhistory&Article=0&Type=A&Date>
- BANCOMEXT, 2009. Banco Nacional de Comercio Exterior. (Consultado en línea, abril de 2009). <http://www.bancomext.com/Bancomext/index.jsp>
- Barrera J.F., Gómez J., Castillo A., López E., Herrera J., González G. 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.
- Bjeliš, M. 2007. Feasibility study of medfly (*Ceratitis capitata* Wied.) control by sterile insect technique in neretva river valley. Zbornik predavanj in referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin 193 Radenci, 6. – 7. marec 2007
- CABI. 2002. Crop Protection Compendium Global Module CD-Room, 2nd edition. CAB International, Wallingford, UK.
- Caceres, C. 2002. Mass rearing of temperature sensitive genetic sexing strains in the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*). Genetica 116:107-116.
- Caron, D.M. 1979. Effects of some ULV mosquito abatement insecticides on honey bees. Journal of Economic Entomology 72:148-151
- CFDA, 2003. "Preventing Biological Pollution: The Mediterranean Fruit Fly Exclusion Program". California Department of Food & Agriculture. Sacramento CA., 20 pp.
- Cividanes, F.J.; Nakano, O.; Melo, M., 1993. Avaliação da qualidade de frutos de café atacados por *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae). Sci. agric. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba 50(2):220-225.
- Clarice D. Alvarenga, Márcio A. Silva, Gleidyane N. Lopes, Elisângela N. Lopes, Eliane S. Brito, Ranyse B. Querino, and Carlos A.R. Matrangolo. 2000. Associação de Moscas-das-Frutas (Diptera: Tephritidae) com a "Meleira do Mamoeiro" (*Carica papaya* L.). An. Soc. Entomol. Brasil 29(4): 821-826
- Clausen CP, 1978. Tephritidae (Trypetidae, Trupaneidae), In: Clausen CP, ed. Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pests and Weeds: A World Review. Agricultural Handbook, United States Department of Agriculture, 480:320-335
- Davis, G., and Lyons, W.J. 2003. Preventing biological pollution: The Mediterranean fruit fly exclusion program. California Department of Food and Agriculture. Sacramento, CA 17 pp.
- DGSV-APHIS. Diciembre 1992. Costos Unitarios de Producción de octubre 1991 a septiembre 1992. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Contabilidad de Costos Unitarios. 25 pp.
- Dória, H.O.S, Sergio Antonio de Bortoli, e Nuno Miguel Mendes Soares de Albergaria. 2004. Influência de tratamentos térmicos na eliminação de *Ceratitis capitata* em frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.). Acta Scientiarum. Agronomy Maringá, 26:107-111.

Enkerlin, W. and Mumford, J. 1997. Economic Evaluation of Three alternatives Methods for Control of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Israel, Palestinian Territories, and Jordan. *Journal of Economic Entomology* 90(5): 1066-1072.

Enkerlin, W.R. (Editor). 2007 Guidance for packing, shipping, holding and release of sterile flies in area-wide fruit fly control programmes. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2007, 138 pp.

Enkerlin, W.R. 2005. Impact of fruit fly control programmes using the sterile insect technique, pp. 651-676. In: V.A. 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. In: Toledo, J. y F. Infante (Eds.) *Manejo Integrado de Plagas*, Editorial Trillas. Pp. 263-287.

Enkerlin, W.R. and J. Mumford. 1997. Economic evaluation of three alternative methods for control of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Israel, Palestinian Territories, and Jordan. *J. Econ. Entomol* 1997. 90:1066-1072.

FAO, 2006. Glossary of phytosanitary terms. ISPM No. 5, International Plant Protection Convention (IPPC). FAO, Rome, Italy. 23 pp.

FAO, 2009. FAOSTAT. (Consultado en línea, abril de 2009). <http://faostat.fao.org/>

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 Programme Of Nuclear Techniques In Food And Agriculture. 17 pp.

FAO/IAEA/USDA. 2003. Manual for product quality control and shipping procedures for sterile mass-reared tephritid fruit flies, version 5.0. International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria. 85 pp

FAO/OMS. 2002 "Bajo consumo de frutas y hortalizas aumenta enfermedades". <http://www.ahorasa.com/Sal111003FrutasHortalizas.htm>

Fujii, Gerardo. 2001. "Apertura Comercial y Empleo Agrícola en México, 1993-1998." *Momento Económico* No. 115, pp 45-56.

García S. J.A., y S.J.J. Omaña, 2001. "Fuentes de crecimiento del empleo agrícola en México". *Frontera Norte* 13, No. 25 pp 71-93.

García, O. y J. A. Sánchez. 1991. Parasitismo natural de *Aphelinus mali* (Hymenoptera: Eulophidae) sobre pulgón lanigero *Eriosoma lanigerum* (Homoptera: Eriosomatidae) en San Isidro, Santiago, Nuevo León. Memoria XIV Congreso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 10-11 de Oct. pp. 154-159. UAAAN, MÉXICO

Gutierrez-Sampeiro, J. 1976. La mosca del Mediterraneo, *Ceratitis capitata* (Wied.) y los factores ecologicos que favorecerian su establecimiento y propagacion en Mexico. S.A.G.-DGSV. Mexico, D.F., 233 p



Hester, P. G., K. R. Shaffer, N. S. Tietze, H. Zhong, and J. Griggs Jr. 2001. Efficacy of ground applied ultra low volume malathion on honey bee survival and productivity in open and forest areas. *J Am Mosq Control Assoc* 17:2-7.

IAEA 2005. Environmental benefits of medfly sterile insect technique in madeira and their inclusion in a cost-benefit analysis. International Atomic Energy Agency, vienna, Australia. 2005 IAEA-TECDOC-1475, 45 pp.

Imagen Agropecuaria-Agronegocios (2007). Aumenta demanda de miel orgánica mexicana en el Mercado. Internacional. (Consultada el 27 de abril de 2009).
http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=1&id_art=104

Información de México para niños, INEGI, consultado en línea: abril de 2009.
www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/territorio.

Instituto de Geografía, UNAM, 2009. ATLAS NACIONAL DE MEXICO: (Mapas temáticos de México). (Consultada el 27 de abril de 2009).
<http://www.igeograf.unam.mx/iggweb/pdf/publicaciones/atlas/tomo1.html>

Larcher Carvalho, A.C. and Mumford, J.D., 2005. Environmental benefits of medfly sterile insect technique in Madeira and their inclusion in a cost-benefit analysis. IAEA-TECDOC-1475, Vienna, Austria, International Atomic Energy Agency.

Licona O. I. 2007. Aguacate, la oportunidad de crecer.
http://imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=21&id_art=23&id_ejemplar=1

Licona O. I. (2007). Refresca sandía mexicana exportaciones. (Consultada en línea el 27 de abril de 2009).
http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=21&id_art=27&id_ejemplar=1

Liquido, N. J., Shinoda, L.A., and Cunningham, R. J. 1991. Host plants of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, to the volatile constituents of nectarines. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 63, 13-26.

Martín Rubí J.C., Yélamos Rodríguez F., Laynez Bretones F., y Córdoba Escámez J. 2006. Intoxicaciones por organofosforados. (Consultada en línea el 27 de abril de 2009).
<http://tratado.uninet.edu/c100502.html>,

Medeiros, A., L. Oliveira & P. Garcia 2007. Suitability as Medfly *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) hosts, of seven fruit species growing on the island of São Miguel, Azores. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* 24: 33-40.

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. (Consultada en línea el 27 de abril de 2009).
<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4844a3.htm>

Moscamed Scientific Review Team Report. 1998. Mediterranean Fruit Fly.

Mosqueda, V. R. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de frutales tropicales y subtropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, SARH. México, D.F.

NOM-076-FITO-1999. Sistema preventivo y dispositivo nacional de emergencia contra las moscas exóticas de la fruta. Diario Oficial de la Federación, México, D.F. 3 de abril de 2000.

NOM-EM-028-FITO-1995. Norma Oficial Mexicana Emergente, Por la que se establece la cuarentena interior absoluta contra la mosca del mediterráneo en la selva lacandona del Estado de Chiapas. Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 1995.

Ocampo, Sara Antonio. 2008. Europa, opción para productos hortofrutícolas de Mexico
http://imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=21&id_art=334&id_ejemplar=1



- Orlando Valega, 2001. Polinización intensiva de cultivos frutales y de semilla. En línea
<http://www.apiservices.com/articulos/polinizacion.htm>. Consultado el 30 de mayo de 2009.
- Orozco, D., A. Schwarz, and A. Pérez-Romero. 1983. Manual de Procedimientos de Control de Calidad Utilizado para Evaluar la Mosca producida en el Laboratorio de Producción y Esterilización de Mosca del Mediterráneo. Talleres Gráficos de la Nación, México D. F. México. 137 pp.
- Ortiz M. Gerardo, Arjona G. Raúl. 1977. Control Químico (Aspersiones Aéreas y Terrestre). 20 pp.
- Pimentel, D. 2005. Environmental and economic costs of the application of pesticides preliminary in the United States. *Environment, Development and Sustainability*, 7: 229-252.
- Pimentel, D., McLaughlin, L., Zepp, A., Latikan, B., Kraus, T., Kleinman, P., Vancini, F., Roach, W.J., Graap, E., Keeton, W.S. and Selig, G., 1991. Environmental and economic impacts of reducing US agricultural pesticide use. in D. Pimentel (ed.), *Handbook on Pest Management in Agriculture*, Boca Raton, FL, CRC Press, pp. 679–718.
- Porras, L. y R. Lecuona. 2008. Estudios de laboratorio para el control de *Ceratitis capitata* (Wiedmann) (Diptera: Tephritidae) (Mosca del Mediterráneo) con *Beauveria bassiana*. *Agronomía Costarricense* 32: 119-128.
- PPD. APHIS. USDA. Análisis Económico del Programa de la Mosca de la Fruta del Mediterráneo en Guatemala. 1989. 115 pp.
- Programa Arcmap o Arcgis. 2007. Carta topográfica de la INEGI utilizada para la distribución del área de trabajo en trampeo. Mapas del 2004 y 2005 donados de la base de datos de mapas de ECOSUR.
- Programa Moscamed, 1982. México-Guatemala-Estados Unidos. XI Reunión de Subsecretarios de Agricultura. Programa Moscamed. 80 pp.
- Programa Moscamed, 1984. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal. Programa Moscamed. 153 pp.
- Programa Moscamed, 1985a. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Moscamed. 60 pp.
- Programa Moscamed, 1985b. Situación Actual del Programa Moscamed en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Moscamed. 33 pp.
- Programa Moscamed, 1986. Historia del Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Moscamed. 17 pp.
- Programa Moscamed, 1988. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 68 pp.
- Programa Moscamed, 1990a. Programa Cooperativo de la Mosca del Mediterráneo. Plan General de Trabajo 1990-1991. 33 pp.
- Programa Moscamed, 1990b. Determinación de la Metodología para el Análisis de Costos del Programa MOSCAMED- MEXICO. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Moscamed. 113 pp.
- Programa Moscamed, 1991. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. Metapa de Dominguez, Chiapas, Mexico. 12 pp.





- Programa Moscamed, 1994. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Dirección General de Sanidad Vegetal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 14 pp.
- Programa Moscamed, 1996. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Dirección General de Sanidad Vegetal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed- Mexico. 20 pp.
- Programa Moscamed, 1999. Informe Anual. Programa Moscamed. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Unidad Mosca del Mediterráneo. 17 pp.
- Programa Moscamed, 2000. Informe Anual. Status Fitosanitario de la Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Unidad Mosca del Mediterráneo. 13 pp.
- Programa Moscamed, 2003. Informe Anual. Informe Anual de Actividades de las Operaciones de Campo. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Programa Moscas de la Fruta. Programa Moscamed. 49 pp.
- Programa Moscamed, 2008. Programa Nacional Moscas de la Fruta. (Consultada en línea el 27 de abril de 2009). <http://148.243.71.63/includes/asp/download.asp?iddocumento=1546&idurl=2997>
- Programa Moscamed, 1977. Campaña Nacional contra la Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. 11 pp.
- Programa Moscamed, 1979. Programa Nacional Preventivo contra la Mosca del Mediterráneo. Presupuesto 1979. Dirección General de Sanidad Vegetal. 223 pp.
- Programa Moscamed, 1980. Informe Anual Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Moscamed. 121 pp.
- Programa Moscamed, 1981a. Comparación de Costos y Beneficios del Trampeo Aéreo con el Trampeo Terrestre. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Preventivo Contra la Mosca del Mediterráneo. Unidad de Operación. 31 pp.
- Programa Moscamed, 1981b. Informe Segundo Periodo 1981. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad vegetal. Programa Moscamed. 38 pp.
- Programa Moscamed, 1982. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Moscamed. 86 pp.
- Programa Moscamed, 1983. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Moscamed. 98 pp.
- Programa Moscamed, 1983. México-Estados Unidos-Guatemala. Panorama Actual del Programa. XIII Reunión de Subsecretarios de Agricultura. Programa Moscamed. 17 pp.
- Programa Moscamed, 1984. México-Estados Unidos-Guatemala. Panorama Actual del Programa Moscamed en México. XIV Reunión de Subsecretarios de Agricultura. Oaxaca, Oaxaca, México. Programa Moscamed. 23 pp.
- Programa Moscamed, 1985. México-Guatemala-Estados Unidos. Situación Actual y Proyección 1985-1987. Programa Moscamed. 27 pp.
- Programa Moscamed, 1986a. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 43 pp.

- Programa Moscamed, 1986b. México-Guatemala-Estados Unidos. XVII Reunión de Subsecretarios de Agricultura. Programa Moscamed. 80 pp.
- Programa Moscamed, 1987a. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 67 pp.
- Programa Moscamed, 1987b. México-Guatemala-Estados Unidos. Estrategias a Desarrollar en Guatemala y México para el Control y Erradicación de la Mosca del Mediterráneo. Documento Conjunto. Programa Moscamed. 34 pp.
- Programa Moscamed, 1988. 2ª Reunión de Evaluación y Análisis en el Programa Moscamed. 200 pp.
- Programa Moscamed, 1989a. Cronica Grafica de Resultados de 1989 (primer cuatrimestre). Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. United States Department Agriculture. Direccion General de Sanidad Vegetal. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 14 pp.
- Programa Moscamed, 1989b. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 70 pp.
- Programa Moscamed, 1989c. Bilateral México-Estados Unidos Project Against Fruit Fly : A Proposal. 11 pp.
- Programa Moscamed, 1990. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 81 pp.
- Programa Moscamed, 1992a. Costos Unitarios de Producción de Octubre 1991 a Septiembre 1992. Contabilidad de Costos Unitarios. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed México. 25 pp.
- Programa Moscamed, 1992b. Guatemala-México-Estados Unidos. Situación Actual del Programa Moscamed-México Enero-Octubre 1992. 36 pp.
- Programa Moscamed, 1992c. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. Metapa de Dominguez, Chiapas, Mexico. 24 pp.
- Programa Moscamed, 1992d. Situación Actual del Programa Moscamed-México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. United States Department of Agriculture. Dirección General de Sanidad Vegetal. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 21 pp.
- Programa Moscamed, 1992e. Plan de Acción 1992-1993 México. Programa Moscamed. Guatemala-México-Estados Unidos 23 pp.
- Programa Moscamed, 1992f. Plan de Acción- 1992. Programa Moscamed. Guatemala. México. Estados Unidos. 7 pp.
- Programa Moscamed, 1992g. Situación actual del Programa Moscamed-México Enero-Octubre 1992. Programa Moscamed. Guatemala-México-Estados Unidos. 37 pp.
- Programa Moscamed. 1992h. Sistema de Contabilidad de Costos. Comparación de Costos Unitarios. Programas Moscamed Guatemala y México. Programa Moscamed. Guatemala-México-Estados Unidos. 32 pp.



- Programa Moscamed, 1993a. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 13 pp.
- Programa Moscamed, 1993b. México-Guatemala-Estados Unidos. Reunión Trilateral México-Guatemala-Estados Unidos. Situación actual del departamento de detección y combate. Programa Moscamed. 18 pp.
- Programa Moscamed, 1993c. Sistema de Contabilidad de Costos (Claves presupuestales en Dólares). Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Moscamed. 60 pp.
- Programa Moscamed, 1993d. Situación Actual y Plan de Trabajo. 18 pp.
- Programa Moscamed, 1994a. México-Guatemala-Estados Unidos. Situación Actual de la Planta de Cría y Esterilización de la Mosca del Mediterráneo estéril en Metapa de Domínguez, Chiapas, México. Programa Moscamed. Subdirección de Producción. 16 pp.
- Programa Moscamed, 1994b. México-Guatemala-Estados Unidos. 1994. Reunión Trilateral México-Guatemala-Estados Unidos. Situación actual del departamento de detección y combate. Programa Moscamed. 15 pp.
- Programa Moscamed, 1995. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Dirección General de Sanidad Vegetal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 22 pp.
- Programa Moscamed, 1996. GUIA TÉCNICA. Control Biológico de la Mosca Prieta de los Cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, Tecomán, Colima, México. 17 pp.
- Programa Moscamed, 1997. Informe Anual. Programa Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Dirección General de Sanidad Vegetal. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed. 16 pp.
- Programa Moscamed, 1998a. Contabilidad de Costos Informe Anual. Costos de: Producción, Operaciones de Campo, Administración y Desarrollo de Métodos. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Unidad Mosca del Mediterráneo. 20 pp.
- Programa Moscamed, 1998b. Informe Anual. Programa Regional Moscamed. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Dirección General de Sanidad Vegetal. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria. Unidad Mosca del Mediterráneo. 24 pp.
- Programa Moscamed, 2001. Informe Anual. De Chiapas para el Mundo sin la Mosca del Mediterráneo. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Unidad Mosca del Mediterráneo. 34 pp.
- Programa Moscamed, 2002a. Informe Anual. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Moscamed. Operativo nacional de emergencia contra la mosca del mediterráneo. 56 pp.
- Programa Moscamed, 2002b. Plan de Trabajo Técnico y Financiero. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Campaña Nacional Contra Moscas de la Fruta. Programa Moscamed. 20 pp.
- Programa Moscamed. 2002c. Plan Técnico Financiero 2003. Dirección General de Sanidad Vegetal. Unidad Mosca del Mediterráneo. 15 pp.





- Programa Moscamed, 2004. Informe Anual. Por el Biocontrol Natural de las Moscas Estériles Liberadas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Programa Mosca del Mediterráneo. 52 pp.
- Programa Moscamed, 2005. Informe Anual. La Técnica del Insecto Estéril es la Columna Vertebral para Erradicación de Brotes de la Mosca del Mediterráneo en las Fronteras de Chiapas y Guatemala. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 37 pp.
- Programa Moscamed, 2006. Informe Anual. Por el Biocontrol Natural de las Moscas Estériles Liberadas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Programa Mosca del Mediterráneo. 32 pp. (Documento en format pdf)
- Programa Moscamed, 2007. Informe Anual. Informe Anual de Actividades de las Operaciones de Campo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección general de sanidad vegetal. Programa Moscas de la Fruta. Programa Moscamed. 12 pp. (Documento en formato pdf)
- Programa Moscamed, 2008a. <http://politicaspublicasivette.blogspot.com/2008/12/papaya-maradol.html>. Ivette Elizabeth. (Consultada en línea el 27 de abril de 2009).
- Programa Moscamed, 2008b. Programa nacional contra la mosca de la fruta en colima, 2008, presentación en PowerPoint.
- Programa Moscamed, 2009. Síntesis Ejecutiva del Cultivo del Mango en el Estado de Chiapas. 2009. (Consultada en línea el 27 de abril de 2009). <http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/chiapas/agricultura/Perennes/mango.htm>
- Programa Moscamed, 2009. Evaluación anual 2008 del Programa Operativo Moscamed. Acuerdo general de cooperación técnica y de gestión de proyectos SAGARPA-IICA en materia de Desarrollo Agropecuario y Rural, Sanidad, Inocuidad, Calidad Agroalimentaria e Información. Programa Moscamed. 17 pp.
- Programa Sia.net. 2004-2005. Sistema Integral Administrativo. Control Presupuestal. Donado por el programa del gusano barrenador.
- Rigamonti, I.E. 2004. Contributions to the knowledge of *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera, Tephritidae) in Northern Italy: I. Observations on the biology. Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura 36:89-100, consultado en línea 15 mayo de 2009: www.sipaz.org/data/chis_es_01.htm
- Schwarz, A.J., A. Zambada, D.H.S. Orozco, y J.L. Zavala. 1985. Mass production of the Mediterranean fruit fly at Metapa, Mexico. Florida Entomol. 68: 467-477.
- Schwarz, A.J., Liedo, J.P. y Hendricks, J.P. 1989. "Current Program in México". World Crop Pests, Volume 3B, Fruit Flies, their Biology, Natural Enemies and Control. A.S. Robinson and G. Hooper Editors: 375-385
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS (1994), "Efectos de las reformas económicas y jurídicas sobre el empleo de mano de obra en el sector agropecuario", Subsecretaría "B", México, D.F., 151 pp.
- Segura, Diego F, Vera, M Teresa Y Cladera, Jorge L. 2004. Fluctuación estacional en la infestación de diversos hospedadores por la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), en la provincia de Buenos Aires. *Ecol. Austral*, ene./jun. 2004, vol. 14, no. 1, p.3-17.
- SENASICA, 2009. Programas de trabajo de las moscas exóticas y de la fruta 2001-2008. Documento de trabajo sin publicar. SENASICA-SAGRPA.
- SIAP, 2008. Oferta de información agroalimentaria y pesquera. Publicación en formato CD-Room. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, abril de 2008.



- SIAP, 2009. Servicio de información agroalimentaria y pesquera, SAGARPA. (Consultado en línea, abril de 2009) <http://www.siap.gob.mx/>
- Smith, Harold. T. Medfly Cooperative Eradication Program. Draft Environmental Impact Statement-1993. USDA. United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. 1993. Pags. 86-93. Tables V-2 pag. 116, V-6 pag. 137, V-7 pag. 141.
- Souza, S.A.S., A.L.S. Resende, P.C. Strikis, J.R. Costa, M.S.F. Ricci, and E.L. Aguiar-Menezes. 2005. Infestação natural de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) em café arábica, sob cultivo orgânico arborizado e a pleno sol, em Valença RJ Brazil. *Neotropical Entomology* 34:639-648
- Subsecretaria para el Fomento a los Agronegocios de la SAGARPA, (2009). Expectativas de producción de alimentos 2008. Presentación en power point inédito.
- USDA 2008. Lemon (*Citrus limon*) as a host for Mediterranean fruit fly (Medfly; *Ceratitidis capitata*)\A scientific review and status report. USDA APHIS and USDA ARS January 2008
- USDA. 1992. Situación Actual del Programa Moscamed-México Enero-Abril 1992. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. United States Department of Agriculture. Dirección General de Sanidad Vegetal. Animal and Plant Health Inspection Service. Programa Moscamed Guatemala-México-Estados Unidos. 30 pp.
- USDA-APHIS. 1993. Medfly Cooperative Eradication Program: Final Environmental Impact Statement. 184 pp.
- Vargas-Terán, M., H. C. Hofmann, and N. E. Tweedle. 2005. Impact of screwworm eradication programmes using the sterile insect technique. pp 629-650. In: Dyck, V. A., J. Hendrichs, and A. S. Robinson (editors). *Sterile insect technique: principles and practice in area-wide integrated pest management*. Springer. Dordrecht, The Netherlands.
- Velasco García, Gregorio; Bujaldón, Miguel Ángel; Gabarrón, Paula; Arroyo López, Martín, 2004. Captura masiva de mosca de la fruta (*Ceratitidis capitata*) en cultivo de uva de mesa. Servicio de Protección y Sanidad Vegetal, Consejo de agricultura y agua Región de Murola, España (en línea: Consultada el 27 de abril de 2009). <http://www.gtvid.info/documentos/comunicaciones2004/Cera2.pdf>
- Velazquez, J.C., 2009. Aproximadamente mil millones de pesos genera la fruticultura del Estado de México. En *Infoagronomo* en línea (Consultada el 27 de abril de 2009). <http://www.infoagronomo.com/infoagronomo/nota.jsp?nota=492&seccion=1>
- Vera, M.T., R. Rodriguez, D.F. Segura, J.L. Cladera, and R.W. Sutherst. 2002. Potential Geographical Distribution of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), with Emphasis on Argentina and Australia. *Environmental Entomology* 2002 31:1009-1022
- Vo, T., W. Enkerlin, C.E. Miller, G. Ortiz, and J. Pérez. 2003. Economic analysis of the suppression/eradication of the Mediterranean fruit fly and other fruit flies in Central America and Panama. Documento de trabajo.
- Weems, H. V. Jr. 1981. Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera; Tephritidae). *Entomology Circular* No. 230. Fla. Dept. Agric. and Consumer Serv., Division of Plant Industry.
- Willink, E. y M.E. Villagrán 2007. Evaluación del riesgo cuarentenario de introducción de *Ceratitidis capitata* en la palta hass de Argentina. *Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate)*. Viña Del Mar, Chile. 12-16 Nov. 2007.
- Wyss, J. H. 2002. USDA screw-worm eradication programs and their economic benefits, pp. 65-68. In *Proceedings of the Screw-Worm Fly Emergency Preparedness Conference*, 12-15 November 2001, Canberra, Australia. Agriculture, Fisheries and Forestry-Australia, Canberra, Australia.