

MOSCA MEXICANA DE LA FRUTA
Anastrepha spp.

EL ORIGEN DE UN PROBLEMA. En enero de 1895, apareció en el Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana la siguiente noticia, "Los perjuicios que ha sufrido la cosecha de naranja de Florida por el gran frío que sobrevino en los últimos días del año pasado, proporciona a México una excelente oportunidad de aumentar sus exportaciones de aquella fruta a los Estados Unidos". (36)

"También la cosecha de legumbres de invierno en Florida ha sufrido mucho, proporcionando una oportunidad para mejorar la demanda de legumbres mexicanas, que ya se ha creado en los Estados Unidos, merced a la iniciativa del Sr. Nixon, Superintendente del Express del Ferrocarril Nacional".

Se mencionan los Boletines donde se da a conocer los volúmenes exportados de México a los Estados Unidos en 1985 y 1986

La naranja mexicana. "Debido a la escasa cosecha de naranja en Florida, muchos agentes han contratado naranjas mexicanas. Se han comprado todas las existencias disponibles en Yautepec, Estado de Morelos; así como en los puntos del Estado de Jalisco ligados por el Ferrocarril Central y se están remitiendo en furgones a los Estados Unidos".

31 de enero de 1896. En el Boletín salió la noticia que "Los ferrocarriles consideran que el comercio en esa fruta será permanente, a pesar que se inició debido a un fracaso en Florida. Antes no sabíamos la manera de conquistarlo. Mientras habiendo la fruta en los Estados Unidos, México se contentó con permanecer inactivo".

30 de noviembre de 1896, de la Agencia Internacional de Noticias: El Paso, Noviembre 15 de 1896. México está destinado a convertirse en el más formidable competidor de California, de la Florida y de Italia, gracias a los ferrocarriles que unen el país con los Estados Unidos".

8 de marzo de 1897. En un periódico de la capital mexicana, "La naranja mexicana ha obtenido la preferencia sobre la de California. Esta naranja se exporta de los estados fronterizos y del centro. Ahora el ferrocarril de Cuernavaca une el Estado de Morelos con el núcleo ferroviario de México, esta fruta puede ser vendida fácilmente en el exterior".

Una desalentadora aclaración. "Es lamentable que nuestros colegas se tomen el error de propalar rumores como el anterior. Es falso que en los Estados Unidos prefieran las naranjas mexicanas a las de California y la Florida, lo cierto es que en ese país no se compran las primeras sino cuando faltan las segundas". "En cuanto a las naranjas del Estado de Morelos hemos dicho cien veces y lo sabe todo el mundo, que están generalmente agusanadas". "La exportación ha sufrido una lamentable disminución en 1898". (36)

Diciembre 15 de 1899. Se leyó en el periódico Riverside Enterprise, "Prohibida la entrada a California de las naranjas mexicanas. La importación de naranjas mexicanas a California ha sido prohibida por el Consejo de Agricultura de ese Estado, porque se ha reconocido que una partida de fruta mexicana recientemente, estaba infestada por el "gusano mexicano"; una de las más peligrosas que afectan a las naranjas". (36)

Secretaría de Fomento, Colonización e Industria de la República Mexicana, Sección 5a. Circular. "En virtud de haber descubierto el Consejo de Horticultura del Estado de California la presencia de gusanos en la naranja mexicana, ha prohibido la importación de nuestra naranja a dicho Estado, ordenando que a su llegada sean destruidas las consignaciones procedentes de los puertos mexicanos".

R. F. Cundiff, escribió la siguiente nota para el Riverside Horticultural Club: "Los artículos relativos al peligro de introducir en nuestras huertas de cítricos del sur de California, el gusano de Morelos de la naranja, *Tripeta ludens*, hace comprender, según creo, a muchos de nuestros horticultores, la urgente necesidad de

una ley de cuarentena nacional, que nos coloque en posibilidad de protegernos contra tales plagas". (45)

Así terminó un intento de los comerciantes de naranja mexicana, de exportar naranja a Estados Unidos, que duró cuatro años.

PRIMEROS ESTUDIOS DEL GUSANO DE LA NARANJA EN MEXICO. Se menciona que desde 1850, los agricultores conocían la mosca de la fruta de la naranja.

El Profesor Alfonso L. Herrera, en 1880 inició sus estudios sobre la mosca de la naranja, en Yautepec del estado de Morelos. En 1873 la mosca de la naranja de Morelos, fue descrita y nombrada *Trypeta ludens* Loew., y después reclasificada como *Anastrepha ludens* (Loew). La mosca *A. ludens* también ataca al mango.

Desde la época colonial, los valles de Cuernavaca y Cuautla se convirtieron en región productora de la naranja, y sobre todo de caña de azúcar en las haciendas cañeras y de azúcar de los ingenios azucareros. Además producían algodón, arroz, maíz, mango, zapotes y otros frutales, y plantas ornamentales, hortalizas.

Daños que causa la mosca de la fruta. La hembra de la mosca, perfora la cáscara de la naranja y otras especies hospederas, con su oviscapto y deposita sus huevecillos donde termina la cáscara y empieza la pulpa. Dependiendo de las condiciones ambientales, después de 1 a 20 días eclosionan los huevecillos y las larvas recién nacidas empiezan a comer, haciendo galerías a través de la pulpa y penetrando hasta el centro de la fruta, la que se pudre con la participación de microorganismos. El fruto dañado se desprende de la planta y cae al suelo. La larva sale de la fruta infestada y penetra al suelo, donde forma una cavidad y ahí pasa al estado de pupa. Cuando las condiciones ambientales le son favorables, sale la mosca adulta que se alimenta de néctares que encuentra en las plantas, sobre todo de los cítricos; de jugo de frutos dañados y de líquidos azucarados. En el año pueden salir de 4 a 6 generaciones.

La mosca se disemina localmente volando. Además, cuando las frutas con las larvas son transportadas a otras áreas, se disemina a mayores distancias.

El Ing. Agr. Julio Riquelme Inza, citado por el Ing. Agr. Ricardo Coronado Padilla, señaló: "Los agricultores que siguieron las recomendaciones del Profesor Herrera, lograron un aumento de la cosecha y vencieron la plaga en una proporción (sic) del 75%." (9)

En 1897, L.O. Howard dio primero la voz de alarma sobre el peligro de su posible introducción a los Estados Unidos. (37)

Ante el conocimiento de los numerosos problemas parasitarios que afectaban a la agricultura, entre ellos la mosca de la fruta, el 9 de julio de 1900 se creó la Comisión de Parasitología, de la Secretaría de Fomento, siendo su primer Jefe el profesor Alfonso L. Herrera.

En el Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana, se publicó una carta dirigida a Ellwood Cooper, Director de Horticultura del Estado de California, de Sacramento, Cal., firmada en marzo de 1905 por John Isaac, Delegado Especial de Estados Unidos comisionado para investigar la extensión y el poder destructor del gusano de la naranja de Morelos. Entre otros puntos escribió lo siguiente. (36)

"Llegué el 15 de marzo y en la mañana siguiente me presenté con mi colaborador el señor Profesor Herrera, caballero perfectamente al tanto del asunto que nos ocupa, quien suministró un buen acopio de valiosos datos relativos a *Trypeta ludens*, lugares en donde existe, su vida, historia, etc., así como el cálculo de las áreas infestadas. El Profesor Herrera me aseguró que esta peste está confinada por completo a la tierra caliente..."

"El Gobierno mexicano, representado por el Profesor Herrera, ha reunido todos los medios que pueda imaginar la inteligencia humana para extirpar la plaga, y la perfección con que se efectuó el trabajo, se manifiesta en la dificultad de

encontrarla en el Distrito de Yautepac, el más infestado. Se han construido dos hornos grandes a donde se lleva toda la fruta dañada y allí se le destruye, por medio del fuego. Se han abierto profundas fosas en algunas huertas y allí se entierran las naranjas, de modo que es imposible que las moscas puedan ascender a la superficie". " la cosecha temprana de naranja, que es la más expuesta e infestada, fue recogida y destruida del modo dicho". (36)

1850,
de la
ja de
icada
on en
endas
roz,
ra de
illos
iones
ción
hasta
s. El
fruta
pupa.
e se
s; de
1 a 6
arvas
illa,
rara,
) del
sible
a la
ó la
e el
da a
ento,
idos
le la
or el
upa,
dens,
áreas
por
los
y la
d de

D.L. Crawford, reiteró la voz de alarma de L.O. Howard, sobre el peligro de importar la plaga a Florida y California. También reconoció las medidas que usaron para controlar el insecto" (38)

- 1.- La recolección frecuente de las naranjas que se caían, de los mangos, guayabas, limas, chicozapotes, y enterrarlos o incinerarlos.
- 2.- Someter al procedimiento de la cremación o entierro, todas aquellas naranjas procedentes de la primera flor.
- 3.- Destruir todas las cercas vivas y sustituirlas por cercas de hilos de alambre.
- 4.- Conducir gallinas y guajolotes a las huertas para que se comieran todas las larvas y crisálidas".

"Aclaró que las moscas adultas podrían exterminarse por medio de una aplicación de líquido venenoso esparcido por el follaje de los árboles que se cultivan. Este preparado se hace haciendo (sic) una infusión de una planta nativa y venenosa: *Haplophyton cimicidum*", vulgarmente conocida como hierba de la cucaracha".

La mosca de la fruta, *A. ludens*, fue encontrada infestando los cítricos en Texas el año de 1927. Los pasos que se tomaron para erradicar esta nueva plaga no tuvieron éxito. Sospechó que podría estar llegando acarreada por el viento desde su origen en México, y "se propuso ir allá a estudiar sus hábitos y desarrollar medidas de control".

Como consecuencia de este propósito, el día 22 de noviembre de 1928, jefaturado por el Dr. A.C. Baker, se estableció en la Ciudad de México el Laboratorio de la Agencia de Entomología y Cuarentenas de Plantas del Departamento de Agricultura del Gobierno de los Estados Unidos, USDA, como un programa cooperativo con la Secretaría de Agricultura y Fomento del Gobierno Mexicano. En el mismo año, la Comisión Americana estableció un insectario en Cuernavaca, Morelos, a cargo de M. McPhail. (39)

Laboratorio de la mosca de la fruta. Las investigaciones de la mosca de la fruta se enfocaron a tres objetivos generales:

- 1.- Estudio de los hábitos y reacciones de la mosca, con el fin de permitir una evaluación de su importancia potencial.
- 2.- El desarrollo de métodos para controlar esta mosca.
- 3.- El desarrollo de métodos para la destrucción de los estados inmaduros a inmaduros en el fruto, para que la fruta pudiera ser tratada y autorizada a los canales normales de comercio, hacia las zonas no infestadas.

Durante los 40 años de continuo trabajo del personal técnico de este laboratorio, se realizaron estudios e investigaciones sobre la mosca de la fruta, *A. ludens* y de otras especies de *Anastrepha* relacionadas.

Del extenso e interesante reporte de las actividades y resultados logrados, se seleccionaron los siguientes datos.

Los primeros trabajos realizados en el Laboratorio, sobre la biología de la mosca *A. ludens* y algunas de las especies relacionadas, fueron realizadas por M. McPhail y C. I. Bliss en 1928-29. En el periodo 1930-32 H.H. Darby y E.M. Kapp realizaron estudios ecológicos y del medio ambiente. En el periodo de los años de la década de 1950 y principios de 1960, Flitters del USDA y Messenger de la Estación Agrícola Experimental de California, hicieron estudios exhaustivos con *A. ludens* en Brownsville, Texas, utilizando colonias suministrados por el Laboratorio de la Ciudad de México. (40)

Determinaron: 1) Que la especie *Anastrepha ludens* (Loew) es nativa del noreste de México, en la región donde confluyen los estados de San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas. En esa región también es nativa la planta chapote amarillo (*Sargentia greggii*), que es infestada por la mosca de la fruta. La especie *S. greggii* pertenece a la familia Rutaceae, donde se clasifica también a los cítricos. 2) El chapote amarillo se sigue encontrando en esa área. 3) En el área mencionada están adaptadas varias especies y variedades de cítricos, y 4) que al ser estas especies transportadas de Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí a Morelos y alrededores donde no hay otras especies de plantas nativas susceptibles a la mosca; pero si fueron infestados por la mosca el naranjo y otros cítricos, como también el mango.

Simulando temperaturas y humedades en gabinetes bio climáticos, en un periodo de un año concluyeron que las poblaciones permanentes de *A. ludens* se desarrollarían sin duda a lo largo de la Costa Sur del Estado de California, a lo largo de la Costa del Golfo de México y en la mayor parte de Florida. Así podía haber una amenaza, siempre presente, de dispersiones cada otoño e invierno hacia los valles interiores del Sur de California, si las poblaciones de moscas llegaran a establecerse.

Baker y colaboradores concluyeron que la mosca de la fruta, se disemina volando o transportada en fruta infestada hacia el norte hasta Texas, y hacia el sur por la mayor parte de México, Centro América y Panamá.

En 1933 se identificó la mosca en frutas de zapote blanco, (*Casimiroa edulis* Llave y Lex), procedentes de Culiacán, en la costa del occidente de México, donde el zapote blanco es nativo. Otra especie de zapote blanco la *Casimiroa sapota* Oerst es nativa de San Luis Potosí y Querétaro. Esta especie fue introducida y cultivada en el área de Cuernavaca y fue atacada por *A. ludens*. (39)

El trampo de las moscas adultas. Mc Phail desarrolló una trampa de vidrio muy efectiva para capturar los adultos de la moscas de la fruta. Utilizando las trampas, agregando atrayentes e insecticidas, se capturan las moscas de la fruta en plantaciones comerciales durante la fructificación, para identificarlas y para cuantificar las poblaciones de las moscas, como base para hacer las aplicaciones de insecticidas. (39)

Especies atacadas en el campo por la *A. ludens* (Loew). El Laboratorio de la Fruta reportó: Chapote amarillo (*Sargentia greggii*), Cherimoya (*Annona cherimola*), cholla (*A. reticulata*), zapote blanco (*Casimiroa sapota* y *C. edulis*) guanábana (*Annona muricata* L), naranja agria (*Citrus aurantium* L.), toronja (*C. grandis* Osbeck), mandarina (*C. nobilis* Lour), naranja dulce (*C. sinensis* Osbeck), pomarrosa (*Eugenia jambos* L.), jinicuil (*Inga jinicuil* Shlecht), mamey (*Mammea americana* L), mango (*Mangifera indica* L.), guayaba (*Psidium guajava* L), granada (*Punica granatum* L), pera (*Pyrus sp.*), manzana (*Pyrus malus*), membrillo (*Cydonia vulgaris*). (39)

Especies infestadas bajo condiciones de laboratorio. Sapodilla o chico zapote (*Achras zapota* L), frutos de varias variedades de nopal (*Opuntia spp.*), higo (*Ficus carica sativa*), chile (*Capsicum annum*), jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), calabaza (*Cucurbita pepo*), ciruela mexicana (*Spondias sp.*), papaya (*Carica papaya* L), ciruela española (*Prunus domestica*), tempixtle (*Bumelia laetevirens*) y otras. (39)

El limón mexicano (*Citrus limonia* Osbeck y la lima mexicana (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle), no son infestadas por la *A. ludens*.

Debido al gran número de especies de plantas hospederas silvestres de la *A. ludens* en las que se multiplica la mosca, concluyeron que es imposible eliminarla durante los meses de verano, en los que no se producen las frutas de las hospederas cultivadas.

Mortalidad de larvas a altas temperaturas. Los primeros estudios registrados de los efectos de altas temperaturas en *A. ludens*, fueron conducidos por Alfonso L. Herrera y sus colaboradores. Estos estudios se hicieron como un esfuerzo para comprobar que el insecto no sería perjudicial en los Estados Unidos. (40)

Crawford reportó en 1918, que la temperatura letal está entre los 43.3° C y 46.1° C. (38)

Stone, del Laboratorio de la Mosca de la Fruta, concluyó después de una serie de experimentos, "que el tratamiento de vapor-calor de las naranjas a una temperatura de 43.3° C con un periodo de aproximación de 8 horas (sic), y un periodo de exposición de 6 horas, garantiza la muerte de cualquier larva o huevecillo que puedan estar presentes en la fruta, aún si la población es relativamente alta". A partir de 1938 el tratamiento vapor-calor fue aceptado para tratar la fruta cuarentenada en Texas. (40) Ver NOTA al final de este Capítulo.

Las fumigaciones. A principios de la década de los años 1940's, demostraron los investigadores del Laboratorio, que el tratamiento de la fruta con bromuro de etileno era efectivo; pero causa el manchado de la fruta, afecta ligeramente el sabor y retarda la coloración. Después se ensayó la fumigación con dibromuro de etileno (DBE) de los frutos de cítricos y mango, y resultó efectiva contra *A. ludens*, a la dosis de 340 gr/29 m³, y además el sabor de la fruta no fue afectado. En 1957 se autorizó el fumigante DBE a una dosis de 0.454 Kg/28m³. Por las ventajas de esta fumigación se descartó el tratamiento de vapor-calor. (39)

Parásitos y predadores. *Herrera* mencionó que *Leopoldo de la Barrera*, en 1900 encontró en Cuernavaca, grandes poblaciones de una avispa parásita de la *A. ludens*, que deposita sus huevecillos en las larvas de la mosca de la fruta y la avispa adulta emerge de las pupas de la mosca. La avispa se clasificó como *Braconus n.sp.* y después fue reclasificada como *Opius crawfordi* Vier. La avispa es un parásito débil que tiene dificultades para encontrar las larvas abajo de la cáscara de las naranjas y por ello el porcentaje de parasitismo es bajo. También encontró un predador, el coleóptero *Xenophygyus analis*, que destruye larvas de la mosca. (41)

Investigaciones con insecticidas. *Kapp* menciona que el personal del Laboratorio de la Mosca de la Fruta, realizó en 1930 los primeros experimentos con sales de sulfato de cobre y como atrayente el jarabe de azúcar. Después aplicó la mezcla de sulfato de nicotina y melaza, pero solo lograron reducir un 49% las poblaciones de mosca. (39)

También usaron la hierba de la cucaracha *Haplophyton cimidium*, que ya había sido ensayada por *Alfonso L. Herrera*; pero la producción de esta planta en el campo era baja, para la cantidad requerida de esta hierba en aplicaciones comerciales. (39)

En 1946 *Flummer* encontró que el polvo DDT al 10% en pirofilita era efectivo, pero no en la época lluviosa en el que pierde parte de su efectividad. El BHC no fue efectivo en contra de la mosca. (39)

En 1955-1958 *Shaw* y *Spishkoff* demostraron que la fórmula 3.90 Kg de Malatión humectable al 25% y 865 gr de levadura parcialmente hidrolizada, en 400 L de agua por hectárea, controló en forma efectiva la mosca. En 1960 se utilizó en Montemorelos N.L, la fórmula Malatión-SIB 7 ya en aplicaciones aéreas.

Los trabajos y resultados obtenidos durante 40 años por los investigadores del Laboratorio de la Mosca de la Fruta, abarcaron diferentes fases de la biología de la mosca, sus requerimientos y efectos de los factores ambientales; determinación de atrayentes de los adultos para ser usados en las evaluaciones de las poblaciones y determinar cuando aplicar los insecticidas; métodos de control físico, biológico e integrado. También iniciaron con éxito las investigaciones sobre la esterilización y liberación de los machos estériles de la *A. ludens* y, de otras especies de moscas, y entre ellas la mosca prieta de los cítricos, *Aleurocanthus woglumi* Ashby. (40)

Culminaron los trabajos del Laboratorio de la Mosca de la Fruta, al lograr que el gobierno americano autorizara la importación a los Estados Unidos de algunas frutas mexicanas, especialmente mango y naranja, previa su fumigación para destruir las larvas de la mosca que estuvieran presentes y así evitar cualquier peligro de diseminación de la mosca *A. ludens* a su país.

El 30 de septiembre de 1968, se dieron por terminados los trabajos, clausurando el Laboratorio de la Mosca de la Fruta. Continuaron algunos trabajos cooperativos, entre los dos gobiernos y entre los nuevos resultados, surgió el método del control integrado, incluyendo la esterilización de los machos por medio de radiaciones y su liberación en el campo. (40)

Control cultural. Es necesario que los productores de los frutales susceptibles a la mosca de la fruta, realicen las prácticas culturales que se recomiendan para lograr mejores rendimientos y buena calidad de los frutos.

Entre estas, la limpieza de la huerta una vez a la semana, recogiendo la fruta caída e infestada, procediendo a enterrarla en zanjas cubriéndola con tierra y una capa de cal viva de espesor no menor de 30 cm, para evitar que los adultos de la mosca alcancen la superficie y escapen para causar daños. Si se detecta la presencia de larvas o adultos de los enemigos naturales conocidos en la región, en lugar de tapar con tierra la zanja con la fruta recogida, se debe cubrir con una tela fina de alambre, para que se liberen los adultos de los pequeños parásitos pero no los adultos de la mosca.

En la época de maduración de la fruta, dar un paso de tractor con una rastra de discos; con fines de controlar las malezas y de exponer a la radiación solar y a los enemigos naturales, las larvas y las pupas de la mosca de la fruta. Considerando que las hojas del follaje son refugio de los adultos de la mosca, se recomienda hacer a los árboles las podas y los raleos sanitarios convenientes. El control cultural, y las demás prácticas que se mencionan, deben de hacerse en toda la región frutícola con oportunidad y eficiencia.

El control biológico. En 1949 se organizó la Dirección General de Defensa Agrícola. Fue designado Director el Ing. Agr. **Raymundo del Bosque** y el Dr. e Ing. Agr. **Ricardo Coronado Padilla**, como Jefe de la Oficina Fitosanitaria, y una **Sección de Control Biológico** adscrita a la Oficina de Campañas. (9)

En 1954, siendo Director de la Dirección General de Defensa Agrícola el Agr. **Esteban Uranga Prado**, 1953-1956, se formó la Oficina de Control Biológico. En el mismo año se reorganizó la Oficina, como **Departamento de Control Biológico**, a cargo del Ing. Agr. **Eleazar Jiménez Jiménez**. (9)

Se estableció el **Programa del Control Biológico** de las moscas de la fruta (*Anastrepha* spp) a cargo del Ing. Agr. **Eleazar Jiménez Jiménez**. Con la cooperación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se introdujeron de Hawai especies de avispidas del género *Opius*. En 1955 se introdujeron avispidas de la especie *Synthomosphyrum indicum* Silv., que parasitan las larvas maduras de la mosca de la fruta; otra especie la *Dirhinus giffardi* Silv. que parasita las pupas; y la especie *Trybiographa daci* Weld. que ataca a larvas. La especie *Opius longicaudatum* Ashm., es un parásito solitario, pues se desarrolla un solo adulto por pupa de la mosca. Trabaja en la parte aérea del árbol, pero también en el suelo cuando encuentra larvas jóvenes. Otro himenóptero, el *Pachycrepoideus vindemmiae* Rend., es otro parásito solitario aunque en ocasiones se han encontrado dos parásitos en algunas pupas. (42)

Propagación y liberación de parásitos de la mosca de la fruta. En 1955, con base en el convenio México-Estados Unidos, se recibió de Hawaii la primer colonia de 2,200 avispidas adultas de la especie *Synthomosphyrum indicum* Silv., que se destinaron a la reproducción. Las 2,200 avispidas adultas procedentes de Hawaii se liberaron en una caja de reproducción y se les proporcionó miel de abejas como alimento. Se observó que las avispidas se prendían de las larvas de *Anastrepha*, las cuales se exitaban ante el propósito de oviposición del parásito. (42)

El pupario se recogió y depositó en un cuñete conteniendo arena húmeda y puesto dentro de una estufa a temperatura de 27°C y una humedad relativa de 75%. La emergencia de 14,854 adultos de la avispa se realizó a los 17 días. De esta primera reproducción se liberaron 6,463 avispidas en las huertas de Santa Fe, en Cuernavaca, Morelos, y el resto se dedicó a la reproducción. (42)

La emergencia de la segunda reproducción de 1955 del Laboratorio, hubo una emergencia de 125,758 adultos, de los cuales 8,389 se destinaron a la reproducción y se liberaron 63,771 en huertas de Cuernavaca, Mor. y 2,000 en Coxcatlán, cerca de Tehuacán, Puebla. (42)

En 1956, fueron capturadas en el campo, las primeras avispidas de *S. indicum* de la primer generación aclimatada en México. Se determinó que la emergencia alcanzó su punto máximo en el mes de mayo y el periodo se extendió hasta julio. En 1957, se determinó por primera vez, un porcentaje de parasitación superior al 80%, en las huertas de Flores, Santa Fe y en Acapatzingo del estado de Morelos. (42)

Del segundo programa de producción en el laboratorio y de moscas recogidas en el campo, en 1957 se liberó un total de 995,379 avispidas en las entidades siguientes: Colima, Jalisco, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, México, Tamaulipas, Nayarit, San Luis Potosí, Zacatecas, Veracruz, Morelos, Puebla, Sinaloa y Tabasco

En 1972, siendo Director General de Sanidad Vegetal, el Ing. Agr. Benjamín Ortega Cantero, y Jefe el Departamento de Control Biológico el Ing. Agr. Eleazar Jiménez Jiménez, implementaron un programa de control de las moscas del género *Anastrepha*, en la Cañada Poblano-Oaxaqueña; iniciándose con trampeos, en la época de floración de cada una de las hospederas presentes: mango, zapotes, guayaba, naranja. Con base en los resultados del trapeo, se programaron tres aplicaciones de Malatión 50; una cada 21 días, tomando en cuenta la caída de los pétalos. (42)

Cuando ya había frutas en los árboles se liberó *Diachasmimorpha*, enseguida *Aceratoneuronyia* que ataca a las larvas maduras en el suelo, y finalmente se liberaron machos estériles. Los resultados fueron prometedores. (42)

Nuevos métodos de control de la mosca de la fruta. En 1984, se publicó el libro *Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta*, escrito por el Ing Agr. Martín Aluja Schunemann, como coordinador y con la participación de un numeroso grupo de distinguidos profesionistas y técnicos del Departamento de Manejo Integrado de Moscas de la Fruta, del Programa *Moscamed*, del Departamento de Entomología y Acarología, y de otras áreas de la Dirección General de Sanidad Vegetal. (43)

En 1992, se publicó el *Manual para el Control Integrado de Moscas de la Fruta*, cuyos autores fueron los Ings. Agrs. Jorge Gutiérrez Sanperio, Jesús Reyes F., Antonio Villaseñor C., Walter Enkerlin H., y Alfonso Pérez R. Contiene información técnica y valiosa destinada a los productores de los frutales infestados por las moscas *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata*. (44)

Manejo Integrado para el control de las moscas de las frutas. El conocimiento de las tecnologías y las experiencias logradas antes de 1979, así como las nuevas tecnologías generadas después de ese año por los técnicos de la Dirección General de Sanidad Vegetal, a cargo del Ing. Agr. Jorge Gutiérrez Sanperio, el combate de las moscas de la fruta del género *Anastrepha* y la erradicación de la mosca del Mediterráneo, constituyen la base para el *manejo integrado* de esas plagas, al aplicarse las correspondientes medidas para cada una de las fases del ciclo de las moscas, cuando se realizan en forma eficiente y oportuna.

Pero se requiere de algo más igualmente importante, la participación consciente y decidida de los productores en forma personal o a través de las Asociaciones de Productores, para conocer el *porqué* de cada punto y el *cómo* hacerlos en forma oportuna, eficiente y continuada, para lograr en cada ciclo de producción los mejores resultados posibles, como se señala en el Manual.

El control químico. Aluja y colaboradores, mencionan que para el control de las moscas de la fruta, "el Malatión es el producto recomendado por la Organización Mundial de la Salud, por ser el más seguro para el hombre y el medio ambiente. Se utiliza intensivamente en programas de control de mosquitos e insectos que atacan directamente al hombre, en las ciudades y en el campo". La dosis letal 50-DL₅₀ es muy elevada para afectar los animales de sangre caliente. (43)

Recomiendan, además, que las aplicaciones deben siempre estar apoyadas y regidas por los resultados de los programas de trampeo y muestreo de frutas. Solamente se deben aplicar insecticidas cuando los muestreos señalan que está presente una alta población de la plaga, procediendo a hacer las aspersiones para proteger los frutos antes de ser ovipositados por las hembras. (43)

Importancia del control químico. Los insecticidas proporcionan la única medida práctica de control cuando las poblaciones de insectos se acercan al umbral económico. Tienen una acción preventiva para que no se presenten los daños económicos. Tienen un amplio rango de propiedades, usos y métodos de aplicación, dependiendo de la situación particular.

En muchas ocasiones cuando el uso de insecticidas es barato, generalmente resulta una considerable retribución económica: sin embargo, las aplicaciones excesivas pueden ocasionar que la plaga se haga resistente a los venenos y que el número de aplicaciones se requiera incrementar y quede fuera de control.

Una mala aplicación de los insecticidas puede originar la aparición de plagas secundarias y tienen un efecto adverso en las especies de enemigos naturales, en los polinizadores y en la fauna silvestre.

Si se detecta la presencia de parásitos naturales e introducidos de la mosca de la fruta, se recomienda consultar la opinión de los técnicos de Sanidad Vegetal, si procede o no la aplicación de insecticidas no selectivos.

El Ing. Agr. Gutiérrez Sempario et. al. señalaron: "El control químico de las moscas de la fruta está basado en su comportamiento alimenticio, por lo cual se utiliza una mezcla de insecticida y atrayente alimenticio, que se denomina INSECTICIDA-CEBO; siendo el CEBO muy selectivo, de tal manera que las gotas de la mezcla sean más atractivas que las secreciones de pulgones y escamas, que constituyen el alimento natural de las moscas. Este sistema reduce la cantidad de insecticida empleado e incrementa la efectividad de control hasta cuatro veces en comparación con las aplicaciones tradicionales de insecticidas". (44)

Se requiere que las aplicaciones terrestres y las aéreas se ajusten a las recomendaciones que se mencionan en el Manual, así como el uso obligado por el personal involucrado que se indica.

Curtis-Díaz et al., del Campo Experimental de Papantla de Veracruz, INIFAP, recomiendan la fórmula: Malatión 1000-E medio litro, con dos litros de proteína hidrolizada en 100 litros de agua, aplicando un litro por árbol cada 10 días hasta llegar a la cosecha. En forma general recomiendan que la primera aplicación, para naranja y toronja de maduración temprana se haga a mediados de septiembre y para el naranjo Valencia a fines de enero. (45)

Se han agregado a la lista de insecticidas recomendados para el control de la mosca de la fruta el Azinfós Metílico, el Triclorfon PS35 y el Malatión CE50.

PRODUCCION Y LIBERACION DE MACHOS ESTERILES. Como antecedente se menciona que en 1955 el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos logró eliminar la mosca de las heridas de los animales, (*Callitroga americana*), en la isla de Curazao, al liberar machos de la mosca tratados con material radioactivo para esterilizarlos, de acuerdo con la tecnología desarrollada por **E.F. Knipping**. (46)

El Ing Agr. Jorge Gutiérrez Sempario et. al. de la Dirección General de Sanidad Vegetal, en 1992 formularon el **Manual Para el Control Integrado de las Moscas de la Fruta**, en el que expresan "Las experiencias adquiridas desde 1970 en la erradicación de la Mosca del Mediterráneo y en el desarrollo de tecnología para el combate de las moscas de la fruta del género *Anastrepha*, han generado diversas técnicas que, combinadas en forma armónica constituyen la base del control integrado contra esta plaga". (44)

Los resultados de los trampeos locales de las moscas adultas son cuantificados por especies de moscas que sean plagas reales del cultivo de que se trate, cítricos, mango u otros frutales.

Índice MTD. El Ing. Agr. **Jorge Gutiérrez Zamperio** definió que: La cantidad, (M), de moscas por especies o plaga se divide entre el número de trampas, (T), y el número de días, (D), desde la última revisión, para obtener un índice (MTD). Al obtener un MTD de 0.080 o menor, deberán alertarse y aplicar sus métodos de combate, para impedir que la población de la plaga alcance niveles de daño arriba del 5%. (44)

Recomendó que en el caso de que empleen moscas estériles de la mosca de la fruta y el control biológico, la identificación de todas las moscas capturadas y los índices de parasitismo, (MTD), sean analizados por personal especializado, que recomendarán al productor las acciones que se deban aplicar.

Cuando las moscas capturadas se cuantifican por los especialistas como muy altas, se recomienda primero la aplicación de un insecticida para bajar rápidamente la población de moscas y después de cierto tiempo para que se descomponga el insecticida, liberar los machos estériles. (44)

Enkerlin H. y colaboradores, como resultado experimental bajo condiciones tropicales, concluyeron que para el caso de la captura de las moscas *Anastrepha* spp. la trampa más efectiva cuando se van a usar moscas estériles, es la IFMT (Nu+B). (47)

Liedo y Enkerlin, en el Simposio Nacional 1991, sobre las Moscas de la Fruta, organizado conjuntamente por el Programa Moscamed de la Dirección General de Sanidad Vegetal, el CENA del Colegio de Postgraduados, y el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, SEP-CONACYT, que se realizó en la Cd. de Veracruz, presentaron su trabajo que entre otros puntos, señalaron lo siguiente (48)

"El uso de isótopos radioactivos en las ciencias biológicas, tuvo su expansión en la década de los cincuenta, como resultado del desarrollo de técnicas precisas para medir la radiación, la disponibilidad de tritio (^3H) y Carbono 14 (^{14}C), y utilizando fondos de diversos organismos internacionales destinados para el uso pacífico de la energía atómica; en el campo de la entomología los isótopos radioactivos se han utilizado sobre todo para estudios de biología, y para el combate autocida de insectos plaga, utilizando la técnica del insecto estéril (TIE)". (48)

Cabrera M. y Ortega S., investigadores del Campo Experimental Cotaxtla de Veracruz, del INIFAP, en un boletín para agricultores editado en 1994, recomiendan la técnica de **Embolsado de Frutos de Mango Manila** para su protección contra plagas y enfermedades. Entre las plagas destacan que el agusanamiento de los frutos causado por la mosca de la fruta, causan pérdidas que varían entre 30 al 75% de la cosecha y que el embolsado de la fruta es una práctica fácil de realizar, que debe hacerse hasta que los mangos alcanzan un tamaño medio, por lo que antes del embolsado deben protegerse mediante la aplicación de productos químicos. (49)

INVESTIGACIONES DE LA MOSCA DE LA FRUTA (*Anastrepha* spp.) EN CHIAPAS. En 1989 se reportaron una serie de estudios sobre la mosca mexicana de la fruta en el área del Soconusco, realizados por los especialistas de la Dirección General de Sanidad Vegetal y del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Se identificaron:

Planta hospedera Especies de *Anastrepha*

Cítricos	<i>A. ludens</i> .
Mango	<i>A. obliqua</i> , <i>A. ludens</i> , <i>A. serpentina</i> .
Mamey	<i>A. serpentina</i>
Mixtas	<i>A. obliqua</i> , <i>A. ludens</i> , <i>A. serpentina</i> , <i>A. distincta</i> <i>A. striata</i> , <i>A. chichlayae</i> , <i>A. alveata</i> . <i>A. fraterculus</i> , <i>A. balloui</i> , <i>A. manteei</i> , <i>A. zuelanie</i> <i>A. acris</i> , <i>A. tripunctata*</i> , <i>A. turicai*</i> .

* Especies reportadas por primera vez para México.

Como antecedente se menciona, que el primer intento de producción masiva de machos estériles a gran escala fue 1984, en el laboratorio del USDA de Mission, Texas, con una producción programada de 40 millones de insectos por semana. En México, el Programa Moscamed de la Dirección General de Sanidad Vegetal, contó desde 1990, con una colonia de *Anastrepha ludens* como ~~plé de~~ cría para producir 10 millones de insectos por semana, con un sistema que ya involucraba procesos tecnológicos de una producción industrial. (50)

Desde entonces los especialistas consideraban la factibilidad de la construcción de una planta modular, con capacidad para producir más de 300 millones de moscas estériles por semana, reduciendo costos por el mayor volumen de producción programado.

UN PROYECTO DE GRAN ENVERGADURA. En la Planta de Metapa de Domínguez, Chiapas, ubicada en la carretera Tapachula-Cd. Hidalgo, Chiapas, donde ya operaba la Planta de producción de moscas estériles de la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata*; se construyó la Planta productora de moscas estériles de la mosca Mexicana de la fruta y de unos parasitoides, integrando en Metapa un ~~complejo bio industrial de producción de insectos~~, que es considerado como el más grande del mundo. (51)

En 1992 fue autorizada una inversión superior a \$26 millones de pesos para la construcción de la Planta, en Metapa de Domínguez, Chiapas. La capacidad total de reproducción artificial de moscas estériles de *Anastrepha spp* y de parasitoides de estas moscas, fue de 350 millones de insectos semanales. Además se aprovechó la experiencia mexicana de los técnicos del Programa Moscamed, de la Dirección General de Sanidad Vegetal y el USDA.

Además de los proyectos para la construcción y equipamiento de la Planta, y de los necesarios apoyos, se realizaron los estudios de impacto ambiental y de riesgo en la zona, para determinar y autorizar su construcción. (51)

En el estudio económico base del proyecto, se estimó que el valor potencial en el país de la producción de los principales frutales hospederos de la mosca de la fruta era de \$ 9,700 millones. El valor estimado de la producción neta fue de \$ 7,400 millones (76%) y el de las pérdidas por plagas de \$2,300 millones, (26%). (51)

La oportunidad de la producción en grandes reproducciones del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* fue aprovechada. El reto de construir una Planta para producir 50 millones del parasitoide por semana, se consideró mayor que el de la meta señalada de producción semanal de moscas estériles de *Anastrepha*. (51)

La Unidad de Metapa es parte de un ambicioso proyecto, apoyado por los fruticultores y gobiernos estatales, para realizar la Campaña para controlar las moscas de la fruta, respaldada con una inversión de \$ 1,100 millones en un lapso de 12 años, y previendo una tasa promedio de beneficio-costos de 17 a 1.

Actualmente la Dirección General de Sanidad Vegetal, concentra en Metapa Chis., la reproducción de moscas estériles de las especies: *Anastrepha ludens*, mosca mexicana de la naranja dulce y agria, mango, toronja, mandarina, pomelo, tangerina, pera, durazno, membrillo; *A. obliqua*, parasitando jobo, mango, níspero, pomarrosa, ciruela mexicana (*Spondias sp.*); *A. striata*, mosca de la guayaba; y *A. serpentina*, mosca del mamey, chicozapote, caimito y zapote amarillo.

La capacidad programada fue producir 1,300 millones de huevecillos de moscas de la fruta por semana". (51)

"Irradiación de Pupas. La pupa teñida es concentrada en botellones para ser irradiada con rayos gama provenientes de una fuente de cobalto-60, instalada en una sala especial de irradiación dentro de la Planta del Programa Moscamed".

Empaque y distribución. La pupa irradiada se empaca en bolsas de plástico con capacidad de 150 mil individuos, que se colocan en cajas de cartón con capacidad de un millón de pupas aproximadamente. Se almacenan en un cuarto refrigerado a una temperatura de 10 a 14 °C y en menos de 24 horas se envían a la entidad donde se

requieren liberar, en las diferentes áreas del país, dentro del programa de control de la mosca de la fruta.

Proceso de Producción de Parasitoides. Las larvas que serán parasitadas, se obtienen de los módulos de producción de moscas estériles y deben tener al menos ocho días de edad. Las larvas son irradiadas, ya que la parasitación no es infalible.

Se irradian 10 millones de larvas diariamente, lo cual se hace en la misma sala donde se esterilizan las pupas de *Anastrepha* y de *Moscamed*, con las irradiaciones de la fuente de cobalto-60 de Metapa.

Reproductores. Se mantiene una colonia de tres millones de parasitoides adultos confinados en 30 jaulas, en una proporción de dos hembras por macho. Los adultos emergen de pupas parasitadas que están contenidas en las jaulas.

La parasitación diaria es de 10 millones de larvas irradiadas de *Anastrepha* al día, se realiza con las hembras del parasitoide de *Diachasmimorpha longicaudata*, dentro de pequeños cubos transparentes en los que ponen además 200 gramos de alimento.

Empaque y distribución. Dos días antes que el parasitoide salga del pupario de la mosca, las pupas son separadas de la vermiculita donde se llevó a cabo la pupación. Las pupas colectadas se mezclan a razón de 50 mil pupas por litro de polvo más grueso de vermiculita. Se empaacan seis litros de la mezcla, en cada bolsa de plástico. Las bolsas son empacadas en cajas de cartón, que son transportadas al aeropuerto en camiones refrigerados a 15°C.

Control de calidad. La producción, tanto las pupas irradiadas de la mosca de la fruta como las de las pupas de los parasitoides, deben pasar las estrictas normas de control de calidad para cada una de las fases de los procesos, mencionados.

RESULTADOS DE LA CAMPAÑA CONTRA LAS MOSCAS DE LA FRUTA. En 1992 se inició la construcción de la planta de cría y esterilización de moscas de la fruta y de los parasitoides, y en 1993 comenzó su operación. Se ha alcanzado las metas anuales de producción de moscas estériles de 13,548 millones de moscas, y 2,537 millones de parasitoides. (51)

En 1994 se consideró que estaban libres 67 municipios de Sonora y próxima la declaratoria de zona libre de 3 municipios de Baja California Sur y el total del estado de Chihuahua. Además se tenía en proceso de erradicación 680 mil km² en supresión y 495 mil km² en promoción y control.

De la investigación se desarrollaron métodos para la cría masiva de moscas de *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y se perfeccionó el método de cría del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* así como de nuevos insecticidas químicos selectivos de baja toxicidad y rápida degradación.

Durante el sexenio 1988 a 1994 se realizaron 18 cursos de acreditación en moscas de la fruta con 396 profesionistas acreditados, 7 cursos de tratamiento postcosecha para 175 técnicos que laboran en empacadoras de mango y 42 cursos de manejo integrado dirigido a productores de diferentes entidades. (51)

En el programa de Divulgación se distribuyeron 260 mil ejemplares de material de divulgación diverso, dirigido a productores, universidades y organismo internacionales. El material incluye manuales, trípticos, volantes, posters, libros, calcomanías y video cassettes alusivos a la campaña.

NOTA IMPORTANTE. La información sobre el efecto de las temperaturas ambientales arriba de 46.1° C como letales para las larvas de la mosca mexicana de la fruta, permitió a las autoridades fitosanitarias mexicanas elaborar un Acuerdo mediante el cual se declaran zonas libres de moscas de la fruta declarando a todos los territorios de los municipios de los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua y Sonora. El Acuerdo fue publicado en el Diario Oficial de la Federación del 26 de febrero de 1998.

LITERATURA CONSULTADA.

- 36.- Anónimo. 1895. El gusano de la naranja. Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana. México.
- 37.- Howard, L.O. 1897. Danger of importation insect pests. U.S. Dept Agr. Yearbook 1897.
- 38.- Crawford, D.L. 1918. La mosca de la naranja en México. Revista Agrícola. Secretaria de Agricultura y Fomento. México.
- 39.- Baker, D.C., W.E. Stone, C.C. Plumer and M. McPhil. 1944. A Review of studies on the mexican fruit fly and related species. Misc. Pub. No. 531. U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C.
- 40.- Baker, A. C. 1968. Traducción del discurso en el acto de Clausura del Laboratorio de la Mosca de la Fruta, por la División de Investigación Entomológica del Departamento de Agricultura. U.S.A.
- 41.- Herrera, A.L., A.F. Rangel y L. de la Barreda. 1900-1901. Comisión de Parasitología Agrícola. Secretaria de Agricultura y Fomento.
- 42.- Jiménez Jiménez, Eleazar. 1958. El empleo de enemigos naturales para el control de insectos que constituyen plagas agrícolas en México. Fitófilo. Año XI. No. 21. Direc. Gral. de Defensa Agrícola. SAG.
- 43.- Aluja Shunemann, Martín. Irene Martínez G. et.al. 1984. Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta. Programa Mosca del Mediterráneo. Direc. Gral. San. Veg. SARH.
- 44.- Gutiérrez Samperio, Jorge et. al. 1992. Manual para el control de moscas de la fruta. Direc. Gral. San. Veg. SARH. México.
- 45.- Curtis-Díaz, S.A. et. al. 1992. Manual de producción de los cítricos en Veracruz. Foll Prod. No 5. Campo Exptal. de Papantla, Ver. Centro Invst. Región Golfo Centro, Papantla, Ver.
- 46.- Knippling, E.F. 1979. The basic principles of insect population suppression and management. Chapter. SIT. Agric. Handbook No. 512. SEEDS. Washington. U.S.A.
- 47.- Enkerlin H., W. R., J. Toledo A., J. Reyes F., L. López M., A. Villaseñor y E. Ríos E. 1991. Estandarización de Trampeo para moscas del Mediterráneo que Usan la TIE. PROGRAMA MOSCAMED, DGSV, SARH, Chiapas. México. Simposio de la Sociedad Mexicana de Entomología. XXVI Congreso Nacional de Entomología. Veracruz, Ver.
- 48.- Liedo, Pablo, y W. Einkerling. 1991. La técnica del insecto estéril como un componente del manejo integrado de las moscas de la fruta. CIES. INIFAP., Programa Moscamed. Direc. Gral. San. Veg. SARH. Simposio de la Sociedad Mexicana de Entomología XXVI. Congreso Nacional de Entomología. Veracruz, Ver.
- 49.- Cabrera M. y Ortega Z. 1994. Embolsado de frutos de mango para protección contra plagas y enfermedades. Desplegado para productores No.3. Centro Invst. Regional del Golfo Centro. Campo Exptal Cotaxtla. INIFAP. SARH.
- 50.- Anónimo. Planta de Producción de Moscas de la Fruta Estériles y Parasitoides. SARH. México.
- 51.- Anónimo. 1994. Informe Sexenal 1988-1994, de la Subsecretaría de Agricultura de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.