

La técnica del insecto estéril TIE (Mosca de las frutas) *

Antonio J. Espeleta Maya **

Los isótopos radioactivos tienen su mayor aplicación en las ciencias biológicas desde la época de los años 50, cuando se contó con técnicas precisas para medir la radiación y la disponibilidad de tritio (^3H) y el carbono ^{14}C . Eduard Knipling, padre de la TIE, propuso el uso de la radiación para el combate autocida de insectos plagas. Este proceso se desarrolló por veinte años con resultados negativos, obteniéndose el primer triunfo con la erradicación del gusano barrenador del ganado *Cochliomyia homnivorax* de la isla de Curazao, en 1963. La técnica, altamente sofisticada, requiere conocimiento profundo de la dinámica, comportamiento y ecología de la plaga y produce una acción selectiva, evitando daños a insectos benéficos. Está limitada a pocas especies plagas de gran importancia económica y en la salud.

La estabilidad de un átomo en su estado natural se deriva de la proporción de protones y neutrones en el núcleo. Los átomos más pesados tienen mayor proporción de protones y neutrones, algunos son radioactivos o, sea, son inestables y liberan partículas atómicas para alcanzar un estado completo o de mayor estabilidad. Estas partículas son tipo alpha, beta y gamma, de las cuales la última de ellas se define como la liberación de energía por parte de un átomo después de la liberación de partículas alpha y beta.

La irradiación gamma es la adecuada en insectos, ya que su poder alto de penetración permite alterar los órganos genitales. El cobalto 60

* Presentado en el Curso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. San Juan de Pasto. Noviembre 27-diciembre 1º 1995

** Ingeniero agrónomo. ICA. Programa de Sanidad Vegetal, Inspección y Cuarentena Vegetal, Campaña Mosca de las Frutas. Santa Marta, Seccional Magdalena.

(Co 60) es el elemento radiactivo más utilizado en irradiadores especializados para esterilizar moscas de las frutas.

Como principales fuentes de radiación se encuentran los aceleradores de electrones, máquinas eléctricas que generan tanto electrones como rayos X, materiales radiactivos como el cobalto 60 (Co 60) y el cesio 137 (^{137}Cs) y los que emitan radiaciones beta (B) y gamma (Y).

Los irradiadores están integrados por:

- ◆ Fuente de radiación.
- ◆ Blindaje y cámara de irradiación.
- ◆ Mecanismo de operación de la fuente y transporte del producto.
- ◆ Sistema de control de seguridad.
- ◆ Equipos auxiliares.

Los irradiadores de Co-60 y Cs-137 pueden clasificarse en cuatro categorías.

- ◆ **Categoría I.-** Irradiadores panorámicos con almacenamiento de la fuente en agua.
- ◆ **Categoría II.-** Irradiadores autoblandados con almacenamiento de la fuente en agua.
- ◆ **Categoría III.-** Irradiadores panorámicos con almacenamiento de la fuente en seco.
- ◆ **Categoría IV.-** Irradiadores autoblandados con almacenamiento de la fuente en seco.

Con la radiación se pueden conseguir efectos como la muerte celular, la inhibición de mitosis y las pérdidas de funciones bioquímicas y fisiológicas. La radiosensibilidad de las células en los insectos es directamente proporcional a la capacidad de metabolizar y de división de las células e inversamente proporcional a la diferenciación de éstas. Además, depende en forma general de factores como la temperatura, la hidratación, la fase del ciclo mitótico, la edad, el estado metabólico y la raza o especie animal. Se puede conseguir completa esterilidad *causando mutaciones letales en los espermias y en los óvulos*, o esterilidad heredada transmitida a las progenies cuando los padres (P19) son irradiados en dosis bajas. En moscas de las frutas es contraproducente utilizar el método de esterilidad heredada, ya que representa un gran riesgo liberar adultos parcialmente estériles.

La aplicación de la TIE requiere la cría masiva de insectos; en este caso, de la especie de la mosca de las frutas que es la que se piensa combatir. La tecnología es especializada para cada especie en particular y la naturaleza de los insectos define las vías de solución a problemas específicos de cada planta de cría montada en la zona o área sometida a tratamiento. La experiencia acumulada es importante y se deben considerar factores como:

- a. Adaptación de pie de cría, cepa madre o colonia recomendable de acuerdo con la heterogeneidad de caracteres genéticos y ambientales.
- b. Oviposición. Existen varios sistemas. Los más utilizados son a través de una malla y en botellones con orificios.
- c. Luminosidad. Factor determinante en el hábito de oviposición (iluminación adecuada con lámparas fluorescentes).
- d. Fotoperíodo. Normalmente, las colonias se mantienen en el ritmo circadiano, o sea, 12 horas luz y 12 horas oscuridad. Esto puede variar de acuerdo con la producción de huevecillos requeridos y la longevidad de los adultos.

En la cría masiva de moscas cada laboratorio o planta debe ajustar el proceso a su propia dieta, las condiciones ambientales y de manipulación y escoger el sistema que más se adapte a sus condiciones particulares, evitando sacar de su contexto las metodologías existentes.

Las operaciones de una campaña TIE pueden agruparse de la siguiente manera:

1. Medidas previas a la campaña. Promulgación legal de la campaña.
 - ◆ Divulgación.
 - ◆ Estudios ecológicos de la plaga y la entomofauna relacionada.
 - ◆ Promover reuniones de autoridades de diferentes países o regiones involucradas en la campaña.
 - ◆ Cuarentenar todos los puertos y aeropuertos del país.
 - ◆ Elaborar un plan de emergencia, que establezca los lineamientos a seguir en caso de detección de la plaga en áreas libres.
 - ◆ Selección del grupo de trabajo, altamente especializado.
2. Operaciones de campo.
 - ◆ Detección

- ◆ Trampeo
- ◆ Muestreo de frutos
- ◆ Combate:
 - Químico
 - Autocidal
 - Biológico
 - Otros.

Todas las labores de una campaña TIE deben estar bajo una organización sólida debidamente respaldada por leyes y decretos que garanticen su ejecución.

Métodos de liberación áreas de insectos estériles

Método	Nivel de desarrollo (insecto)
Pupa libre	suspendido
Adulto frío libre	alto
Adulto frío bolsas	suspendido
Adulto frío en tubos	suspendido
Bolsas	alto
Caja de cartón	alto
Otros	suspendido

Bajo las mismas condiciones y cantidades en forma simultánea, el sistema “cajas de cartón”, es el más eficiente técnicamente, ejerciendo una mayor distribución de la moscas liberadas y alcanzando a la vez las más altas densidades; tiene un mayor costo.

El método «bolsas de papel» ocupa el segundo lugar en el aspecto técnico, y es el más barato y simple. El método «adulto frío» ocupa el tercer lugar en eficiencia y el segundo en costos; presenta deficiencia utilizado a gran escala, hablando de cien millones de pupas por semana. Los tres métodos, o dos de ellos, pueden usarse en forma complementaria.



Fig 34. Protección de la fruta de guanábana contra el ataque de insectos perforadores, mediante el uso de bolsa de papel manila.

La TIE no funciona por sí sola en altas densidades poblacionales con método de erradicación, debido al gran número de insectos a liberar, por lo que es indispensable integrar otros métodos de control cuyo objetivo principal sea el de reducir poblaciones a niveles suficientemente bajos para que la TIE surta efecto. Estos métodos pueden ser:

Control químico

Con aplicaciones correctas de insecticidas se puede lograr hasta 98% de control de la población adulta, tratando de coincidir con las emergencias de las siguientes generaciones. A medida que las poblaciones decrecen, las aplicaciones disminuyen su eficiencia. Por contraste, el número de insectos estériles necesarios para lograr la proporción de erradicación sería relativamente bajo.

Este método presenta un alto impacto sobre insectos benéficos cuando se aplica en gran escala. La creciente preocupación pública y científica por la reducción del uso de agroquímicos ha provocado un importante movimiento hacia la búsqueda de alternativas más selectivas. Sin embargo, estudios realizados por USDA demuestran que en escenarios de erradicación la TIE, incluyendo el control químico, es la alternativa de menor impacto ambiental.



Fig. 35 Protección de la fruta del guanábano contra el ataque de insectos perforadores, mediante el uso de bolsa plástica.

Control cultural o mecánico

Consiste en la eliminaci3n sistemática de hospederos en un sitio determinado. Eliminar sustratos de oviposici3n (Knipling 1984). Estudios demográficos y dinámico poblacional de moscamed, sugieren que la mayor proporci3n de individuos de una poblaci3n establecida se encuentra en estados inmaduros: huevo, larva y pupa.

Carey (1982) considera que 80% de la poblaci3n total es eliminada al momento de la cosecha de frutas infectadas.

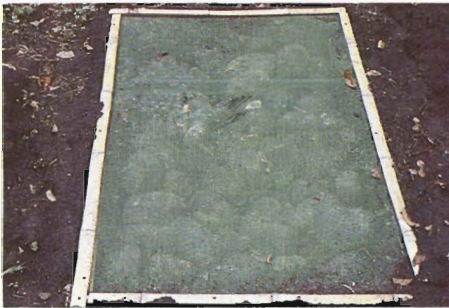


Fig. 36. Hoyo lleno de frutas afectadas por plagas o enfermedades, cubierto con un marco de anjeo para el control de dichos problemas.

Ambos métodos de control, químico y cultural, sirven como preparatorio para la aplicaci3n de TIE y a la fecha son los comúnmente integrados en programas a gran escala, dependiendo de los métodos de detecci3n y la habilidad de los técnicos para delimitar la extensi3n y ubicaci3n precisa de poblaciones incipientes.

Todo método integrado a la TIE debe tener como objetivo principal reducir al máximo las poblaciones fértiles para lograr la mayor proporci3n de insecto estéril por cada fértil posible.

Control biológico con parasitoides

Según Knipling (1986) los agentes naturales de control juegan un papel importante en la reducci3n de poblaciones de mosca de las frutas. Sin embargo, debido a mecanismos naturales de regulaci3n, son incapaces de mantener las poblaciones por debajo del umbral económico.

En un análisis histórico de control biológico, Wharton (1987) concluye que a pesar de no ser la respuesta definitiva para controlar tefritidos plagas, tiene un papel muy importante a jugar en conjunci3n con otros métodos de control. *Diachasmimorpha longicaudata* es usada para reducir poblaciones de *Anastrepha suspensa* en Florida y *A. ludens* en México.

Métodos en vías de integración

Trampeo masivo

Consiste en la colocación de un gran número de trampas en un sitio seleccionado. Es necesario agregar todos los esfuerzos relacionados con la búsqueda de atrayentes efectivos. Puede tener resultados contundentes a nivel de huerto. Resulta impráctico al compararlo a la TIE en la mayoría de los casos (Deirio 1987), aunque no hay que descartarlos en zonas donde la aplicación de insecticida-cebo no es aceptable.



Fig. 37. Moscas del genero *Anastrepha*.

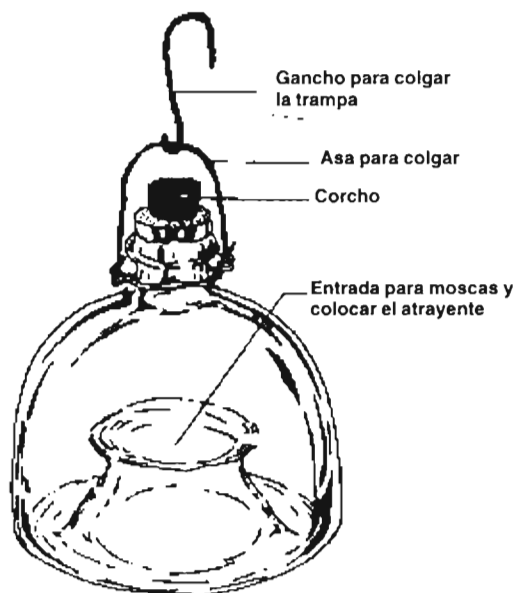


Fig. 38. Trampa McPhail.

Hormonas de marcaje de hospederos de oviposición

Puede tener efectos contundente a nivel de huerto. A gran escala debe considerarse desplazamiento masivo de poblaciones.

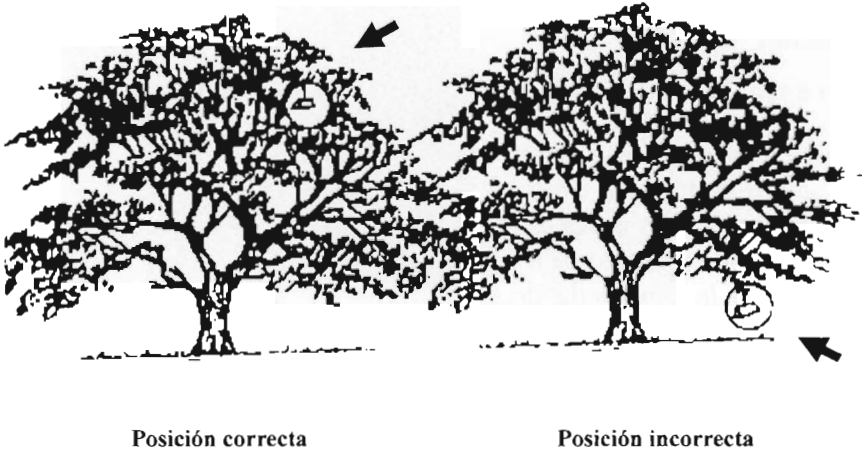


Fig. 39. Colocación de las trampas.

Hormonas vegetales

El ácido giberélico reduce la susceptibilidad al ataque de *A. suspensa* y *C. capitata* a toronjas, evitando la oviposición en las mismas (Greany 1991).

La integración de estas técnicas con la TIE permite incorporar protocolo de zonas libres dentro de áreas bajo manejo integrado. De todas maneras afectan la dinámica poblacional.

Métodos birracionales con potencial de integración a gran escala

Según Manousis y Moore (1987), la incorporación de control microbiológico en la TIE sería para sustituir las aplicaciones de insecticida cebo, ya que éstas carecen de selectividad y pueden afectar el ambiente y los organismos no objetivos.

En México se están haciendo pruebas para incorporar la cyromacina como agente de supresión a gran escala, ya que además de ser altamente selectiva puede aplicarse simultáneamente a la TIE y a las liberaciones de parasitoides afectando únicamente las moscas fértiles.

Virus

Manousis y Moore (1987) encontraron que el virus CRpv (Cricket parálisis virus) ejerció 50% de mortalidad a los cinco días y cerca de 80% doce días después de la exposición en la mosca del olivo.

Bacteria

Son pocos los resultados obtenidos y solamente a nivel experimental Montoya (1989), al evaluar cepas diferentes de *Bacillus thuringiensis*, encontró algún control en *A. lundens* de GM18 *Bacillus thuringiensis* var. *neolonensis*.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Emkerlim Walther R. y Lledo F. Pablo.** *Principios de la esterilidad y su aplicación en la TIE contra Moscas de las frutas.* p 329-339. **En:** Censo regional sobre moscas de las frutas con énfasis en la técnica del insecto estéril. Metapa de Domínez, Chiapas, México. 1994.480 p.,
- Escobar T., W.; Sánchez L., Luis A.** 1992. *Fruticultura colombiana: guanábano.* ICA-Sanidad Vegetal. Editorial Produmedios. Bogotá.
- Gómez Q., R.; García M, A.; González R., Francisco.** 1996. *Manual de detección de moscas de las frutas.* ICA-Sanidad Vegetal. Editorial Produmedios. Bogotá.
- Gómez Q., R.; García M., A.** 1997. *Las moscas de las frutas.* ICA- Sanidad Vegetal. Editorial Produmedios. Bogotá.
- Guillén A. Jorge.** *Efecto de la erradicación gamma de cobalto 60 a 14.5 cibrads sobre morfología y fisiología del órgano reproductivo de la mosca del mediterráneo.* *Ceratitis capitata* (wied). p 417 - 426.
- *Manual para la diferenciación de moscas del mediterráneo, Ceratitis capitata (wied).silvestres (fértiles) de moscas irradiadas (estériles).* México. SARH 1983.
- Pinzón R. Enicko P.** *Desarrollo de métodos para la cría masiva de Anastrepha spp.* p 347 - 357.
- Reyes L. Javier y V. Héctor.** *Instalación y equipos utilizados para la irradiación.* p385 - 415.

Reyes F. Jeusd et al. *Manual de las operaciones de campo en una campaña de erradicación de la mosca del mediterráneo en regiones tropicales y subtropicales utilizando la técnica del insecto estéril.* México. s. n.p. 2.1,57. H10. R393.

Rull Gabayet. Juan A. *Curso regional sobre moscas de las frutas con énfasis en la técnica del insecto estéril.* SARH/DGSV moscamed. México FAO/OIEA. Metapa de Dominquez. Chiapas, México 1994.

Villaseñor C. Antonio. *Combate autocida. Manual de operaciones de campo en una campaña de erradicación de moscas del mediterráneo en regiones tropicales y subtropicales utilizando el TIE.*