

ARTÍCULO DE OPINIÓN

USO DE LA TÉCNICA DEL INSECTO ESTÉRIL (TIE) PARA EL CONTROL INTEGRADO DE MOSCA DEL MEDITERRÁNEO: CASO ECUADOR

En Ecuador las frutas que destacan por su superficie cultivada y volúmenes de producción son, banano (siendo Ecuador el primer exportador mundial), café, mango, naranja, mandarina, piña y otros de menor superficie y volumen, pero de tendencia creciente, e igualmente importantes ya que son considerados no tradicionales, como la guanábana, pitahaya, tomate de árbol y la uvilla (1). Al igual que en la mayoría de los países del Continente Americano, en Ecuador, las frutas y hortalizas de cáscara blanda son afectadas por moscas de la fruta. Las moscas de la fruta de mayor importancia económica en Ecuador son las del género *Anastrepha*, endémicas del Continente Americano, en particular la Mosca Sudamericana de la fruta (*A. fraterculus*) y la mosca de las ingas (*A. distinta*) así como la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, Wied.), especie no nativa introducida en 1901 a Brasil y que ha invadido gran parte de los países en Sudamérica y Centroamérica (2).

Durante décadas, el Ministerio de Agricultura de Ecuador, a través de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zootécnico (Agrocalidad), en colaboración con otras instituciones gubernamentales y beneficiarios, ha venido realizando importantes esfuerzos para el control de las moscas de la fruta mediante un manejo integrado de plagas (MIP). Lo anterior con el fin de reducir las pérdidas en la producción de frutas y hortalizas y minimizar los daños derivados de los métodos convencionales de control a base de insecticidas incluyendo daños sobre la salud y el medio ambiente.

En 1989, en el marco de un proyecto de cooperación técnica del gobierno de Ecuador con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la FAO, se realizó una misión de expertos con el objetivo de analizar la problemática de las moscas de la fruta en el país y emitir recomendaciones para mejorar su control incluyendo la aplicación de la técnica

del insecto estéril (TIE) (3). Los expertos del OIEA determinaron que en Ecuador existe un complejo de especies de moscas de la fruta que afectan a una amplia variedad de frutas y hortalizas tanto en la región del altiplano como en la región amazónica y la costa. Así mismo, se confirmó que las especies de mayor importancia económica son las nativas *A. fraterculus* y *A. distinta* y la especie invasora *C. capitata*, existiendo otras especies de menor importancia como *A. obliqua* y *A. striata*.

Considerando las especies de mosca de la fruta presentes en el país, su distribución geográfica y las tecnologías disponibles, los expertos del OIEA recomendaron la implementación de dos estrategias nacionales diferenciadas. Para la costa se recomendó la implementación de un manejo integrado de mosca de la fruta convencional, es decir, utilizando un monitoreo de poblaciones a través de trampas y muestreo de fruta, y el control mediante aspersiones de insecticida-cebo, recolección y destrucción de frutos infestados en los huertos y el control biológico mediante prácticas de conservación y aumento natural de parasitoides nativos. En la región del altiplano, considerando el nivel de aislamiento natural de las áreas productivas en valles y la presencia de una sola especie (*C. capitata*) predominante en los principales cultivos comerciales, se recomendó también el uso de un MIP, pero incorporando a éste la TIE.

La TIE es un método de control de plagas efectivo y amigable con el medio ambiente. Consiste en la cría masiva de insectos y su esterilización. Los insectos estériles (machos) son liberados en áreas afectadas por la plaga de importancia económica. Cuando los insectos estériles liberados en campo se aparean con individuos silvestres de su misma especie, se inhibe la reproducción de la población de los insectos plaga. La TIE es un control de natalidad de insectos. Cuando la liberación se hace a una tasa de al menos

10 insectos estériles por 1 fértil, de manera continua por un tiempo que cubra unas 4 a 5 generaciones del insecto plaga, la población se reduce a niveles de baja prevalencia llegando incluso a su erradicación (4). La esterilización de los insectos consiste en el caso de las moscas de la fruta en irradiar al insecto en estado de pupa utilizando dosis que van de 60 a 100 Gray de una fuente de radiación gamma como el Cobalto 60 o utilizando una fuente de rayos-X (Figura 1).



Fig. 1: Irradiador de Cobalto-60 utilizado para la esterilización de mosca del Mediterráneo (Fuente: Programa Moscamed Guatemala).

La radiación actúa en los cromosomas de los insectos. Se presenta la ruptura de fracciones de cromosomas y con esto, durante la recombinación, se genera un desorden genético que resulta en mutaciones letales que inhiben el desarrollo embrionario. Una de las grandes ventajas comparativas de la TIE en relación con otros métodos de control incluyendo los insecticidas, es que es amigable con el medio ambiente al ser un método netamente biológico. Así mismo, la TIE se distingue por ser inverso denso dependiente, es decir, su efectividad se incrementa conforme los niveles de poblaciones de la plaga se reduce, a diferencia del método a base de insecticidas en donde la efectividad se reduce con niveles de población bajos. Para que la TIE pueda ser aplicada con efectividad, se deben cumplir los siguientes requisitos: 1) Un método de cría masiva y esterilización del insecto que sea efectivo y económico, 2) Un método efectivo y económico para el empaque y la liberación terrestre o aérea de cantidades masivas de insectos machos estériles, 3) La calidad de los machos estériles liberados debe ser suficiente para competir de manera favorable con los machos silvestres de la población de la plaga, 4)

La TIE debe aplicarse de manera integrada con otros métodos de control y monitoreo de poblaciones, 5) Su aplicación debe ser en áreas amplias para evitar la migración de hembras grávidas de áreas infestadas al área bajo control y 6) Debe existir un buen nivel de organización, participación y de coordinación entre los productores, con la finalidad de que la tecnología pueda ser aplicada en áreas amplias y no en un esquema de control en huertos o plantaciones individuales como es frecuente en el caso de los insecticidas y otros métodos de control (5). La TIE puede utilizarse con fines de supresión de poblaciones para establecer áreas de baja prevalencia, para erradicación con fines de establecer áreas libres de plagas, en barreras de contención para prevenir la invasión de plagas de áreas infestadas a áreas libres y liberando los insectos estériles de manera preventiva sobre áreas específicas para evitar la introducción y el establecimiento de plagas (6). La TIE es económicamente viable si se aplica durante un tiempo suficiente para alcanzar el efecto de supresión o erradicación de las poblaciones y para permitir que los beneficios se manifiesten en todo su potencial (7). La rentabilidad de programas que aplican la TIE está ampliamente demostrada con tasas beneficio-costo muy favorables comparado con otros métodos de control de plagas incluyendo los insecticidas. Ejemplos concretos son programas que aplican esta tecnología desde hace años contra moscas de la fruta en Argentina, Australia, Chile, España, Guatemala, Israel, Japón, México, República Dominicana y EE.UU. (8).

Ecuador ha seguido fortaleciéndose en el control de las moscas de la fruta. En tiempos más recientes, el Proyecto Nacional de Manejo de Moscas de la Fruta (PNMMF) inició algunas actividades contra la mosca de la fruta *C. capitata* en ciertas provincias del país teniendo como objetivo reducir las poblaciones de esta plaga para facilitar el acceso a nuevos mercados internacionales y la diversificación de los productos a exportar. En el 2014, el PNMMF se planteó el objetivo de establecer y mantener Áreas Libres y/o de Baja Prevalencia de moscas de la fruta para promover la apertura de mercados internacionales y así diversificar la oferta de productos. Gracias a esto, y apeándose a las normas de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), Ecuador ha podido exportar frutos de áreas específicas a mercados internacionales. Los frutos que se han logrado exportar de áreas bajo

estos esquemas de manejo de riesgo de plagas, son la pitahaya y el tomate de árbol; productos subtropicales no tradicionales.

Con la finalidad de consolidar y expandir estas áreas de producción y exportación de frutos, así como ampliar el número de especies de frutos a exportar, Ecuador adoptó la TIE a través de un nuevo proyecto de cooperación técnica con el OIEA y la FAO que inició en el 2016, siendo Agrocalidad la contraparte nacional del proyecto. La tecnología fue transferida a través de misiones de expertos, capacitación de personal técnico, suministro de materiales y equipos específicos, estudios de factibilidad técnica y económica y asesoría en la integración del expediente técnico para el reconocimiento de áreas libres de moscas de la fruta. De esta manera, en noviembre de 2018 se comenzó a importar mosca del Mediterráneo estéril de la planta de cría y esterilización de El Pino en Guatemala. Tres millones y medio de pupas estériles son recibidas semanalmente en el aeropuerto de Quito y trasladadas a un centro acondicionado y equipado para la emergencia y retención de los adultos hasta que estos alcanzan su madurez sexual (Figura 2).



Fig. 2: Centro de empaque de mosca del Mediterráneo estéril en Ecuador (Fuente: AGROCALIDAD).

Los adultos estériles son entonces trasladados al campo para su liberación en vehículos

acondicionados a baja temperatura para evitar daño a los insectos. La liberación tiene lugar en puntos seleccionados estratégicamente para lograr una distribución uniforme de las moscas estériles en los sitios con presencia de plaga. De manera preventiva, también se libera mosca estéril afuera de las áreas de producción comercial con el fin de evitar que hembras grávidas de la plaga se desplacen hacia las plantaciones comerciales en donde se encuentran los frutos susceptibles a oviposición.

De esta manera, la exportación de pitahaya y tomate de árbol de Ecuador no solo ha continuado, sino que se ha incrementado y, desde el 2019, se comienza a exportar de estas áreas la uvilla (*Physalis peruviana*) a EE.UU.

Mediante este gran esfuerzo y alianza estratégica institucional en donde participan Agrocalidad, OIEA, FAO, productores y exportadores de frutas, se ha logrado transferir con éxito la TIE para el control efectivo de plagas de manera respetuosa con el medio ambiente.

Las perspectivas futuras apuntan hacia una expansión en el uso del MIP con el componente TIE, no solo en las áreas selectas del altiplano, sino también en áreas de producción frutícola de la costa en donde se cultivan frutales como el mango que ya se exporta, pero con la aplicación de un tratamiento postcosecha que es oneroso y afecta la calidad del fruto. Así mismo, se espera ampliar el uso de la tecnología contra la otra especie de importancia económica que es la mosca Sudamericana (*A. fraterculus*) y de esta manera poder aplicar la TIE también en áreas en donde ambas especies coexisten infestando a los mismos cultivos frutales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los actuales dirigentes de Agrocalidad y contrapartes nacionales del proyecto, incluyendo a Patricio Almeida, Mónica Gallo, Juan Fernando Larco, Verónica Manrique, Cristina Sosa, José Vilatuña, Rodrigo Salas y aquellas personas que en los años 80 se encontraban impulsando el control de mosca de la fruta en el país Julio Molineros, Juan Tigrero y José Vilatuña, así como a todos los profesionales y técnicos ecuatorianos trabajando en este proyecto.

Referencias

- [1] FAO 2018. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- [2] Enkerlin, D., L. García R., and F. López M. Mexico, Central and South America. In: A. S. Robinson and G. Hooper (eds.). World crop pests, volume 3A: fruit flies their biology, natural enemies and control. First Edition. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier; 1989. p 83-90.
- [3] (OIEA) Organismo Internacional de Energía Atómica. 1989. Informe de la Misión de Experto del Proyecto de Cooperación Técnica ECU5013 "Control de mosca de la fruta" (1989-1990). Elaborado por el Consultor Walther Enkerlin. Noviembre 1989, Viena, Austria.
- [4] Knippling, E. F. 1979. The basic principles of insect population suppression and management. Agriculture Handbook Number 512. SEA, USDA, Washington, DC, USA.
- [5] Liedo P., W.R. Enkerlin and J. Hendrichs. La Técnica del Insecto Estéril. En: Toledo, J. & F. Infante (eds.). Manejo integrado de plagas. Primer Edición. México, D. F.: Editorial Trillas; 2008. p. 202-213.
- [6] Hendrichs J, Vreysen MJB, Enkerlin W and Cayol JP. Strategic options in using sterile insects for area-wide integrated pest management. In: Dyck VA, Hendrichs J and Robinson AS (eds.). Sterile Insect Technique. Principles and practice in area-wide integrated pest management. First Edition. Dordrecht, The Netherlands: Springer; 2005. p. 563-600.
- [7] Enkerlin, W. R. 2008. Análisis costo-beneficio del manejo integrado de plagas. En: Toledo, J. & F. Infante (eds.). Manejo integrado de plagas. Primer Edición. México, D. F.: Editorial Trillas; 2008. p. 63-287.
- [8] Enkerlin, W. Impact of fruit fly control programmes using the Sterile Insect Technique. In: Dyck VA, Hendrichs J and Robinson AS (eds.). Sterile Insect Technique. Principles and practice in area-wide integrated pest management. Second Edition. Boca Raton, Florida, USA. © 2020 IAEA. CRC Press; 2020. p 980-996.



Cristina Martin Rodríguez es especialista en cooperación al desarrollo. Estudió Derecho y Administración y Gestión de Empresas en la Universidad Carlos III de Madrid y se graduó de Ciencias Políticas por el Colegio de Europa en Bélgica. Su interés por las distintas culturas y sus problemáticas sociales la llevó a vivir durante 6 años en distintos países de Oriente Medio, donde trabajó para la Comisión Europea y varias agencias de las Naciones Unidas. Desde el 2014, como gerente del programa del Departamento de Cooperación Técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Cristina se ha enfocado en la creación de impacto económico y social a través de la transferencia y creación de capacidades en técnicas nucleares en la región de América Latina y el Caribe.

Cristina Martin
Gerente de Programas de Cooperación



Walther Enkerlin es ingeniero agrónomo parasitólogo del Tecnológico de Monterrey, en donde cursó una maestría en Sanidad Vegetal y el doctorado en Entomología Aplicada en el Imperial College en Londres Inglaterra. Su tesis de doctorado fue en estudios costo-beneficio del control de plagas utilizando la técnica del insecto estéril (TIE). En el ámbito profesional se ha enfocado a promover el manejo integrado de plagas y a la transferencia de tecnología para el control de plagas incluyendo a la TIE. Ha ocupado varios puestos de alta responsabilidad incluyendo Director de la Comisión Moscamed México-Guatemala y EE.UU., Director Técnico de NAPPO (Organización Norteamericana de Protección a las Plantas), Coordinador del Programa de Preinspección de Frutos de Hueso en California - EE.UU., por parte del gobierno de México. Como Oficial Técnico de la División Mixta FAO/OIEA del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), ha contribuido en la transferencia de la TIE a países miembros del OIEA y de la FAO, incluyendo países de América Latina y El Caribe en donde esta tecnología se ha aplicado de manera exitosa para el control de moscas de la fruta entre ellos Argentina, Belice, Brasil, Chile, Ecuador, Guatemala, México,

Perú y República Dominicana. Así mismo, ha participado activamente en la elaboración de Normas Internacionales de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) incluyendo la NIMF No. 26 para el establecimiento y mantenimiento de áreas libres de moscas de la fruta. Es autor de cinco manuales de procedimientos que son utilizados como documentos de referencia en las normas internacionales de medidas fitosanitarias y autor de más de 60 artículos y capítulos en revistas y libros arbitrados. Fue el líder de la investigación por parte de la organización nacional de protección fitosanitaria de México, que en 1997 permitió la apertura del mercado de EE.UU. al aguacate "Hass" producido en México. En 1989 obtuvo el Premio Anual de la Confederación Nacional de Productores de Frutas y Hortalizas de México y en 2018 el "Superior Achievement Award" por parte del OIEA por su participación en la erradicación de la mosca del Mediterráneo de República Dominicana.

Walther Enkerlin
Entomólogo