

Alternativas al Tratamiento Hidrotérmico

El Esquema General:

Las regiones tropicales donde el mango florece son las más aptas para la producción de fruta dulce y succulenta. Pero la mayoría de las regiones productoras también son hogar para muchas plagas – en particular la mosca de la fruta – lo cual significa que la fruta debe ser tratada para matar las plagas antes de exportarse a los Estados Unidos.

Aunque existen diversos tratamientos cuarentenarios, el tratamiento hidrotérmico (inmersión de la fruta en agua caliente) es en gran medida la más popular en América Latina. Sin embargo, algunos miembros de la industria del mango han expresado inquietudes que el tratamiento hidrotérmico es uno de los factores por el cual la calidad del mango a menudo es deficiente. En un esfuerzo por abordar estas inquietudes, la National Mango Board comisionó un proyecto de investigación para determinar alternativas viables al tratamiento hidrotérmico para el mango.

En el estudio, encabezado por la Dr. Elizabeth Mitcham de la Universidad de California en Davis, se evaluaron diversas alternativas al tratamiento hidrotérmico. Los tratamientos por aire caliente forzado, aire caliente forzado con ambiente controlado, e irradiación son los que presentan el mayor potencial para el mejoramiento de la calidad del mango, señala Mitcham. Aunque estos métodos podrían implantarse en un período de tiempo relativamente corto, de igual manera son costosos.

Por este motivo, la NMB también exploró maneras en que el tratamiento hidrotérmico podría mejorarse para superar aún más la calidad del mango. Los resultados demuestran que existe un número de acciones que se podrían realizar dentro del marco del sistema actual para mejorar la calidad del mango. Éstas incluyen el monitoreo preciso de los procedimientos en las empacadoras, la actualización de instalaciones para permitir el enfriamiento eficiente del mango después del tratamiento hidrotérmico, y el mantenimiento de las temperaturas adecuadas para el almacenamiento y embarque del mango.

En general, la solución más rentable para el mejoramiento de la calidad del mango respecto de las medidas fitosanitarias depende de un enfoque concentrado en el sistema actual. Sin embargo, vale la pena considerar las ventajas de las tecnologías nuevas, como los tratamientos por irradiación y aire forzado en ambiente controlado, como opciones para el futuro. Otras soluciones potenciales incluyen un “enfoque basado en sistemas” que combinaría métodos biológicos y operativos diseñados para cumplir requisitos cuarentenarios.

Determinaciones Generales:

TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO

- **El mejoramiento del proceso de tratamiento hidrotérmico es esencial para optimizar la calidad del mango. El tratamiento hidrotérmico sigue siendo efectivo, pero los exportadores deben ser más proactivos en efectuar las técnicas de enfriamiento adecuadas después de aplicar el tratamiento hidrotérmico.** El enfriamiento deficiente después del hidrotérmico es uno de los principales motivos que causan que la calidad del mango sea inferior. Los investigadores observaron que el proceso hidrotérmico puede mejorarse mediante la implantación de las medidas siguientes:
 - La fruta debe hidroenfriarse (Hydro-cool) inmediatamente después del tratamiento hidrotérmico, o después de la demora de 30 minutos después del tratamiento.
 - La temperatura del agua en el hydro-cooler debe estar a 70-72°F (21-22°C).

- Se debe aplicar el hidrogenfriado al mango por el tiempo necesario para que la temperatura interna alcance los 80-85°F (27-29°C), en general, como 30 minutos dependiendo del calibre de la fruta. La fruta que no se enfría en forma adecuada mostrará señas de lesión térmica (por calentamiento) y madurará en forma más agilizada.
 - La fruta se debe empacar inmediatamente después de aplicar el enfriamiento para minimizar daños. Los exportadores que optan por retener la fruta durante 12 horas después del hidrotérmico para detectar lesiones térmicas deben aplicar ventilación, como ventiladores de paleta colgados arriba, alrededor del mango, y permitir por lo menos 8 pulgadas de espacio entre las columnas de cajas, dicen los investigadores.
 - Utilice enfriamiento por aire forzado con temperaturas dentro del rango de 48-50°F (9-10°C) para enfriar el mango de nuevo después de empacar la fruta y antes de almacenarla en cuarto frío o contenedor frío. Si la fruta no se puede cargar para ser transportada en forma inmediata, se debe colocar en cuarto frío con temperaturas de 50-60°F (10-15°C).
 - Asegure que los contenedores para transporte se enfrían a una temperatura máxima de 54°F (12°C) antes de cargarlos.
 - Asegure que el agua del hydro-cooler se encuentra desinfectada y está debidamente tratada con cloro u otros productos químicos. El agua fría puede entrar dentro de la fruta tibia durante el hidrogenfriado y la posible existencia de patógenos en el agua puede causar la contaminación del mango.
- **La inmersión en agua caliente no es un método eficaz contra el picudo de la semilla del mango.** En la actualidad, la mayoría de los países centro y sudamericanos no son huéspedes del picudo de la semilla del mango, de modo que, por lo pronto, no es causa de preocupación inmediata. Si E.U.A. contempla la importación de mango de otras regiones, como por ejemplo la India, el tratamiento por irradiación a dosis más altas - como 300 grays – podría matar el picudo de la semilla del mango, informa Mitcham.

ALTERNATIVAS AL TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO

- **El tratamiento por Aire Forzado sigue siendo eficaz para cuarentena, pero las instalaciones de tratamiento son relativamente costosas. El aire caliente forzado sigue siendo el segundo método de tratamiento más común para el mango;** se considera una mejor solución que el tratamiento térmico por vapor – el tratamiento térmico cuarentenario más antiguo.
 - Los investigadores han determinado que las instalaciones de aire caliente forzado pueden tener un costo de \$120,000 para una capacidad de 8 toneladas por carga. El equipo de inmersión en agua caliente tiene un costo que equivale a un tercio del costo por el equipo de aire forzado requerido para tratar la misma cantidad de fruta.
 - Al igual que cualquier otra instalación cuarentenaria, las operaciones de aire caliente forzado deben certificarse y deben contar con un mapeo térmico de la cámara de tratamiento. Los operadores mexicanos ahora deben usar 80 sensores para el mapeo térmico (un cambio implantado en 2008), lo cual representa un incremento comparado con los 40 sensores que se requerían anteriormente.
 - Para efectos del tratamiento, cada variedad de mango debe evaluarse por separado debido a las diferencias en la forma y el calibre.
- **El ambiente controlado, conjuntamente con la aplicación de aire caliente forzado, permite períodos de tratamiento más breves que los requeridos al sólo**

aplicar calor por aire forzado. Sin embargo, esta opción aún no ha sido aprobada para producto importado a los Estados Unidos.

- Los investigadores descubrieron que el uso de oxígeno reducido y/o niveles elevados de gas de bióxido de carbono conjuntamente con aire caliente, causa que el período de tratamiento en ambiente controlado sea la mitad del período requerido para el tratamiento térmico por sí solo.
 - La aprobación de la USDA es probable (los tratamientos de alta temperatura en ambiente controlado fueron aprobados para nectarinas, cerezas dulces y manzanas que originan en los EUA para exportación en 2008), pero la cronografía aún no está bien definida. Es probable que tomará varios años obtener la aprobación para el tratamiento de aire caliente forzado en ambiente controlado para frutas importadas.
 - El tratamiento en ambiente controlado requiere del monitoreo de un número mayor de componentes – niveles de gas y temperatura. La falla de un sólo componente podría causar el regreso de una carga completa.
 - Cada variedad de mango tendrá que estudiarse en forma individual para determinar el ambiente adecuado dentro del tratamiento de ambiente controlado para controlar plagas eficazmente sin causarle daño a la fruta.
 - En relación a las instalaciones, la industria tendría que reunir una cantidad sustancial de capital ya que aún no ha habido una fuerte inversión en instalaciones de aire caliente forzado.
 - Aún no ha quedado claro si el período de tratamiento abreviado o el mejoramiento en la calidad de la fruta bastará para justificar el gasto adicional, pero los investigadores opinan que esta opción de tratamiento es digna de mayor consideración.
- **La irradiación es una opción cuarentenaria viable ya que presenta menor potencialidad de causar daño a la fruta. Las principales inquietudes con la irradiación tienen que ver con la rastreabilidad a lo largo de todo el proceso de tratamiento y la confianza entre proveedores.** En este proceso, se utiliza la irradiación ionizante para modificar el ADN de las plagas y hacerlas estériles. Por lo tanto, este proceso requiere no sólo de infraestructura nueva, sino también de una nueva mentalidad para aquellos en la industria, ya que plagas vivas aún pueden estar presentes en el mango después del tratamiento cuarentenario. El mango tratado con irradiación a dosis bajas se conserva bien y no muestra daño alguno. Sin embargo, la irradiación de la fruta en lotes más grandes es más factible desde el punto de vista económico. Pero mientras más alta la dosis de irradiación que se aplica al mango, mayor es el daño potencial para la fruta. La industria debe sopesar el balance entre costo y daños a la fruta al considerar este tratamiento alternativo. Aunque la irradiación se aprobó en EUA para fruta importada en 2002, el producto irradiado no empezó a llegar a EUA hasta 2007. Sin embargo, los investigadores señalaron que la irradiación se ha utilizado desde 2004 para erradicar mosca de la fruta en mango embarcado de Australia a Nueva Zelanda.
- **VENTAJAS DE LA IRRADIACIÓN**
 - La USDA APHIS aprobó dosis de irradiación genéricas para el tratamiento de diversas especies de mosca de la fruta, independientemente del producto agroalimentario. Por lo tanto, toda variedad de mango podría ser tratada de la misma manera sin necesidad de investigar cómo cada variedad responde frente al tratamiento.
 - Los rayos gamma utilizados en el tratamiento con toda facilidad pueden penetrar profundamente dentro de cargas paletizadas de alimentos, de modo que la irradiación se puede utilizar para tratar cargas grandes una sola vez.

- Si la industria del mango pudiese compartir instalaciones de irradiación con productos agroalimentarios que tienen diferentes temporadas de cosecha, podría economizar en gastos operativos de las plantas ya que se podrían utilizar todo el año.
- Aunque cualquier tratamiento cuarentenario puede causar daños potenciales en el mango, los investigadores observaron que el mango Haden parcialmente maduro no mostró cambio alguno en su índice de maduración después de la irradiación. Ya que la mayor parte de la fruta se embarca parcialmente madura, es posible que este tratamiento sea más benévolo con la fruta que otros métodos.
- Los gastos, la dosis de irradiación, y los daños potenciales en la fruta están indeleblemente vinculados. Mientras más alta la dosis de irradiación que recibe el mango, menos costoso es debido a que la fruta se puede tratar en lotes grandes. Sin embargo, para poder suministrar los niveles adecuados de irradiación a la fruta en el centro del lote, la fruta localizada en la parte externa podría recibir dosis dos a seis veces mayores, lo cual podría causar daños. Por otra parte, si las tarimas o paletas se dismantelaran y la fruta se tratara en cajas, la dosis de irradiación para el mango sería mucho más baja, pero el incremento de mano de obra lo haría mucho más costoso.
- Algunos estudios demuestran que la irradiación combinada con inmersión en agua caliente puede ayudar a reducir enfermedades de postcosecha como la antracnosis.
- El mango conservó un alto índice de contenido de vitamina C al ser expuesto a dosis bajas de irradiación (menos de 750 Gy).
- Una empresa internacional con muchas instalaciones de irradiación a nivel mundial (Sterigenics) opera una planta en Hidalgo, México, y ha sido aprobada por la USDA-APHIS para irradiar mango y guayaba. Los investigadores señalan que la instalación tiene la capacidad para tratar aproximadamente 25,000 libras de fruta por hora cuando el producto en su totalidad es tratado con los mismos parámetros.

○ **RETOS PARA LA IRRADIACIÓN**

- La irradiación es costosa, requiriendo una significativa inversión inicial de por lo menos \$4 millones para construir una instalación con capacidad de tratamiento para 20 millones a 40 millones de libras al año. Los expertos señalan que para habilitar plenamente una instalación desde el punto operativo se requeriría un desembolso total de aproximadamente \$10 millones.
- La eficacia del tratamiento por irradiación depende mayormente en la certeza de que el tratamiento se aplica en la forma correcta y la documentación se mantiene a lo largo del proceso. Este proceso requiere del mantenimiento de registros detallando el origen del producto, el almacenamiento y manejo que se le dio al producto antes de la irradiación, y las dosis específicas de irradiación recibidas por cada sección de la carga durante el tratamiento. Debido a que aún habrá plagas presentes después del tratamiento, la confianza en la planta y sus operadores es imprescindible.
- La aceptación de los productos agroalimentarios irradiados es cuestionable. Según los investigadores, no obstante que la tolerancia por el tratamiento es cada vez mayor, “aún existen serias inquietudes de carácter social y en materia de políticas públicas.”
- Si se elige un método de irradiación de costo más bajo (irradiando lotes grandes de fruta en lugar de tratar cajas individuales), la fruta

podría ser expuesta a dosis de irradiación más altas que podrían causar daños en el mango.

- **El tratamiento por microondas o radiofrecuencias (RF)** ofrece un método cuarentenario de alta temperatura con período corto. El mango se conserva bien ante el tratamiento RF, pero la implantación de este método en sistemas de gran escala para fruta fresca es difícil debido al potencial que existe para variaciones grandes de temperatura dentro de la carga tratada. Los investigadores determinaron que el tratamiento por microondas es atractivo debido a que es rápido, puede penetrar a profundidad, y en ocasiones calienta a los insectos más que la fruta.
 - Una combinación de tratamiento RF seguido por tratamiento térmico con vapor dio señales de potencial – el tratamiento combinado mató moscas de la fruta al mismo tiempo que minimizó los daños internos en el mango.
 - El tratamiento RF requiere la inmersión de la fruta en una solución salina, lo cual exige soluciones adicionales de ingeniería que aún no han sido desarrolladas.
 - Los investigadores creen que el gasto adicional y los retos de la ingeniería requerida impiden que el tratamiento RF sea tan viable como las opciones del tratamiento hidrotérmico y de aire caliente.

OPCIONES PARA UN ENFOQUE CONCENTRADO EN SISTEMAS

- **Además de opciones de tratamiento cuarentenario, un “enfoque concentrado en sistemas” debe examinarse como alternativa fitosanitaria al tratamiento hidrotérmico.** Este enfoque combina factores biológicos, físicos, y operativos de tal manera que dos o más métodos se superimponen para brindar protección. Algunas opciones que la industria del mango podría considerar incluyen las siguientes:
 - ***El establecimiento de zonas certificadas como libres de plagas y/o áreas de baja prevalencia de plagas ayudan a establecer la protección en el nivel más básico.*** Las maneras en que se pueden implantar zonas libres de plagas incluyen el uso de rocíos con cebo (carnada) para atraer moscas de la fruta a las trampas. En áreas donde la mosca de la fruta y otras plagas se observan en bajas densidades, es indispensable mantener informes sobre plagas y efectuar el monitoreo de las poblaciones. El Valle del Río Bravo en Texas (Rio Grande Valley) actualmente opera una zona libre de mosca de la fruta que se inició en 1981. El programa utiliza medidas como la aspersión de rocíos con cebo (carnada) y la liberación de moscas de la fruta estériles para eliminar la mosca de la fruta Mexicana. Los investigadores señalan que en México una campaña para controlar la mosca de la fruta está en curso. Este programa utiliza una diversidad de enfoques para controlar la plaga, incluso el uso de cebos, técnicas con insectos estériles, y prácticas culturales para destruir toda fruta huésped. Según la Dra. Mitcham, el clima y la topografía protagonizan papeles importantes respecto del éxito que se puede derivar de estos programas
 - ***La combinación de una diversidad de controles culturales*** como la poda de ramas muertas y plagadas de enfermedades, el saneamiento de huertos, la aplicación de plaguicidas de precosecha, y la colocación de fruta en bolsas después de la cosecha pueden prevenir infestaciones de mosca de la fruta, indicaron los investigadores.
 - ***Las inspecciones certificadas agregan otra capa de protección.*** El muestreo periódico de la fruta (tanto antes como después de la cosecha) mantiene bajo control cualquier infestación que en potencia pudiera ocurrir. El sometimiento de las áreas de producción a visitas no anunciadas por parte de

funcionarios certificados asegura aún más que los requisitos fitosanitarios se están cumpliendo.

- ***Para mantener un entorno libre de plagas es indispensable imponer el apego estricto a los procedimientos de postcosecha y empaque.*** Los investigadores sugieren que la fruta debe ser cubierta con lonas y transportada eficientemente del campo a la empacadora, donde la fruta debe ser cepillada mecánicamente para remover plagas externas e inmersada en un baño desinfectante. Los procedimientos básicos (y obvios) como la inspección de la fruta antes del empaque y la carga en contenedores refrigerados también ayudan a mantener un entorno fitosanitario.

Mirando hacia el futuro:

Es claro que existen numerosas alternativas al tratamiento hidrotérmico del mango, pero varios de los métodos siguen siendo prohibitivos en términos del costo. En el corto plazo, la manera más rentable para mejorar la calidad del mango para su exportación a E.U.A. parece depender del mejoramiento del proceso de tratamiento hidrotérmico utilizado en la actualidad (con énfasis en mejorar las técnicas del hidrogenfriado (hydro-cooling)). Sin embargo, las tecnologías del tratamiento por irradiación y/o por aire forzado en ambiente controlado también merecen estudiarse con más detalle. El objetivo, sin lugar a dudas, es el mejoramiento de la calidad general del mango de exportación; el ofrecimiento de fruta de alta calidad en las tiendas de autoservicio resultará en un incremento en las ventas y con el tiempo aumentará la demanda por el mango.