

## TRATAMIENTO CUARENTENARIO CON VAPOR CALIENTE EN MANGO (*Mangifera indica* L.) VARIEDAD *Tommy atkins*, CONTRA LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO

<sup>1</sup>Gloria Marlene Vidal Córdoba ✓  
Jaime Abello Soto ✓

### RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo durante los años 1999, 2000 y 2001, en el Laboratorio Tratamientos Cuarentenarios en Mosquera, adscrito al Instituto Colombiano Agropecuario ICA, a través del Método cuarentenario de Vapor Caliente. La investigación se realizó con la variedad de mango *Tommy atkins*, con infestaciones artificiales de huevos y estados larvales de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* W., material que fue sometido a desinfestación de la Cámara VHT (Vapor Heat Treatment) para conseguir 100% de mortalidad con el análisis de regresión Probit 9.

Se seleccionó fruta con peso promedio entre 350 y 550 gramos, con grados de madurez 25 y 50%. La investigación determinó que los estados inmaduros de huevo viejo y larvas de segundo instar fueron más resistentes al vapor caliente, sin embargo se logró 100% de mortalidad para huevo viejo cuando la Cámara VHT alcanzó 46°C de temperatura en el centro de la fruta por diez minutos de tratamiento. Estos resultados fueron confirmados con más de 10.000 y 30.000 individuos en ensayos comprobatorios de pequeña escala y larga escala, respectivamente.

De este estudio se concluyó que todos los estados inmaduros de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* W. tratados con el Método Cuarentenario de Vapor Caliente fueron eliminados en 100% bajo las siguientes condiciones: 47°C de temperatura y 95% de humedad relativa en la Cámara VHT; 46°C de temperatura en el centro de la fruta por 15 minutos de tratamiento dentro de la Cámara VHT; también quedó demostrado que las frutas tratadas no se alteran sus propiedades físicas y sensoriales.

**Palabras Claves.** Cuarentena, poscosecha, mosca del mediterráneo.

### INTRODUCCIÓN

En Colombia se calculan 10.000 hectáreas cultivadas en mango, de las cuales 4.860 ha son variedades introducidas y comercialmente sembradas en huertos tecnificados, con producción aproximada de 50.000 t/año. Las zonas de mayor producción están en la Costa Atlántica y los Valles de Tolima y Huila. Dentro de las variedades introducidas se destaca la variedad *Tommy atkins* para fines de exportación, sin embargo, existen variedades nativas mejoradas para consumo interno y excedentes con buena aceptación en los mercados internacionales.

De acuerdo con las exigencias sanitarias de los países desarrollados el comercio de las frutas en fresco requiere que sean tratadas por medios físicos cuarentenarios, inocuos para los consumidores y el ambiente. Por eso la investigación de los métodos cuarentenarios y su adopción son medidas preventivas, seguras y eficaces para evitar la entrada y diseminación de plagas exóticas en áreas o países donde no existen.

<sup>1</sup> Ingenieros Agrónomos. M.Sc. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Laboratorio Tratamientos Cuarentenarios, Km 19 vía Madrid, A.A 151123 El Dorado.  
E-mail: gloria.vidal@ica.gov.co Tel: (57) 1-423 87 34 / 35

El Instituto Colombiano Agropecuario ICA, a través del Laboratorio de Tratamientos Cuarentenarios en los años 1999, 2000 y 2001, investigó el método cuarentenario con Vapor Caliente como medio de desinfestación en mango, variedad *Tommy atkins* contra la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* W. En la investigación se usaron las cámaras VHT (Vapor Heat Treatment) para obtener 100% de mortalidad del insecto, con base en la aplicación de la prueba estadística de regresión Probit 9.

## OBJETIVO GENERAL

Experimentar el método de tratamiento cuarentenario con Vapor Caliente en mango variedad *Tommy atkins*, como una alternativa viable y segura de desinfestación contra la mosca del Mediterráneo.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Eliminar la presencia en mango de los estados inmaduros (huevos y larvas) de la mosca del Mediterráneo en un 100%, sin afectar las propiedades organolépticas de las frutas tratadas con Vapor Caliente.
- Adoptar a nivel comercial la aplicación del método cuarentenario con Vapor Caliente, para la exportación de mango *Tommy atkins* con destino a Japón y homologar este tratamiento para otros países.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ➤ Material Biológico.

**Cría masiva de la mosca del Mediterráneo.** Las colonias de adultos fueron mantenidas en un cuarto de cría (3.70 x 2.26 x 2.39 m) "Biotrón", a una temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa y fotoperíodo de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad. Con la cría del insecto se logró multiplicar la colonia y se obtuvo el material biológico para las infestaciones en frutas con huevos nuevos de una hora de ovipositados, y por consiguiente la obtención de huevos viejos al cabo de 24 horas de infestados, además la formación de larvas en primer, segundo y tercer instar, respectivamente.

### ➤ Material vegetal

Las frutas de mango tipo exportación fueron de la variedad *Tommy atkins*, con pesos entre 350 a 550 gramos y grados de madurez 25 y 50%, se almacenaron en condiciones naturales de laboratorio durante una semana para ser usados en las pruebas.

### ➤ Equipos especiales

- Cámaras experimentales VHT, para tratamiento de la fruta con Vapor Caliente.
- Equipo de enfriamiento para la fruta después del tratamiento.
- Biotrones para cría de las moscas y postratamiento de la fruta tratada.
- Cabina de flujo laminar usado para la infestación de huevos en frutas.

## METODOLOGÍA

Consistió en el desarrollo del protocolo para la tecnología Vapor Caliente con dos fases, una exploratoria y la otra comprobatoria. La primera hizo alusión a ensayos preliminares y básicos que se llevaron a cabo con frutas, estados inmaduros de la mosca y cámaras VHT; los resultados obtenidos en esta

fase permitieron constatar un 100% de mortalidad de la mosca, a través de las cámaras VHT en la fase comprobatoria. Finalmente se evaluó el efecto producido por el Vapor Caliente sobre la calidad de la fruta, con base en condiciones ya establecidas de temperatura y tiempo de tratamiento.

**Infestaciones en frutas.** En la desinfestación con Vapor Caliente se empleó el método de infestación en parche, el cual consistió en tres cortes en rectángulo de dos centímetros de longitud a ras de la corteza en cada fruta y una parte de la pulpa fue removida para que los huevos permanecieran húmedos con el jugo de las frutas. Se infestaron por fruta dos sitios con 50 huevos cada uno, dispuestos en pequeños cuadrados de papel filtro (Fig. 1).

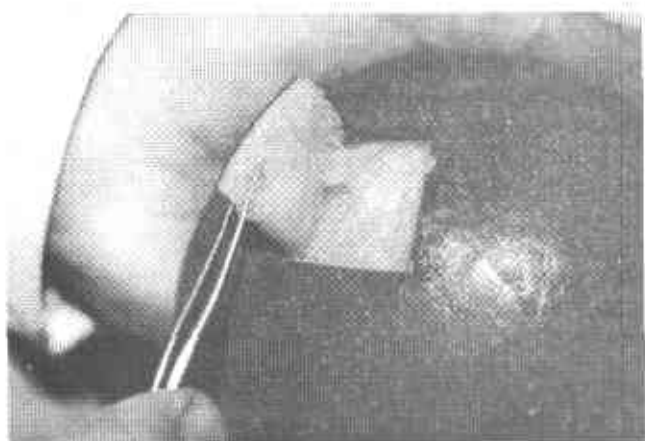


Figura 1. Método de infestación en mango

**Cambio secuencial y composición de la edad para *Ceratitis capitata*.** Los estados de desarrollo de la mosca se obtuvieron con huevos de una hora de ovipositados e infestados mediante el método de parche, posteriormente se colocaron en cajas plásticas a 27°C de temperatura y 70% de humedad relativa. Se disectaron cinco frutas por día durante 10 días, para determinar el índice de sobrevivencia y sus respectivos estados de desarrollo del insecto.

**Ensayo de inmersión en agua caliente.** Con esta prueba se determinó el efecto del agua caliente sobre huevos nuevos y viejos, además de larvas en primer, segundo y tercer instar. Se

usó equipo para baño de maría a 46°C de temperatura y distintos tiempos de exposición al calor (4,7,10,13,19 y 22 minutos) (Fig. 2).

El material biológico se preparó en tubos especiales de ensayo y por cada estado inmaduro de la mosca se colocaron 100 individuos, los cuales se sumergieron en el baño de maría y cumplidos los tiempos de exposición al calor se sacaron, posteriormente los huevos y larvas fueron transferidos a cajas petri, bajo condiciones controladas a 27°C de temperatura y 70% de humedad relativa.

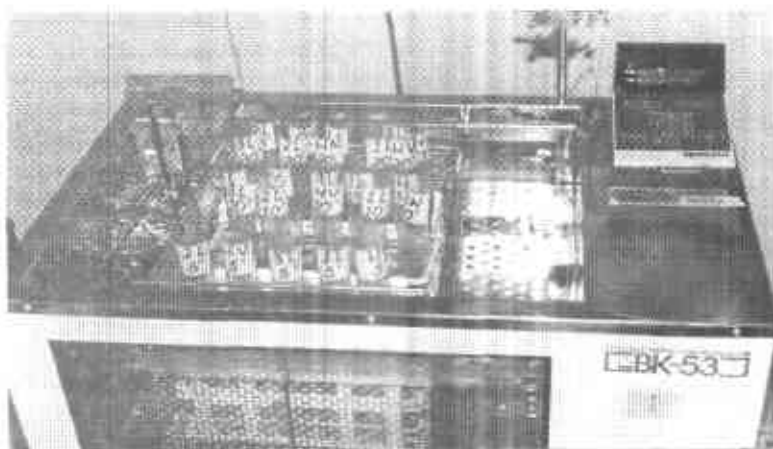


Figura 2. Ensayo de inmersión en agua caliente para *C. capitata*

La mortalidad de individuos se determinó a las 24 y 48 horas después del tratamiento, las larvas que se mostraron activas y huevos eclosionados se consideraron vivos.

**Ensayo de susceptibilidad comparativa.** Esta prueba se realizó con fruta infestada y sometida al método de Vapor Caliente, con el propósito de determinar el o los estados inmaduros más resistentes de *C. capitata* al efecto producido por el vapor. Se usaron temperaturas altas de 42°C hasta 46°C, además se incluyó un tratamiento extra a 46°C de temperatura mas cinco minutos de exposición al Vapor Caliente.

Después del tratamiento en la cámara VHT, las frutas control (no tratadas) y las tratadas se llevaron a cajas plásticas, bajo condiciones de postratamiento a 27°C de temperatura y 70% de humedad relativa. Las disecciones se hicieron por estado de desarrollo de *C. capitata*, así: huevo nuevo al séptimo día, huevo viejo al sexto día, primer instar al cuarto día, segundo instar al tercer día; y al día siguiente del tratamiento para larvas de tercer instar.

**Ensayo sobre mortalidad a pequeña escala.** La condición de mortalidad consistió en eliminar 100% de individuos en poblaciones mayores a 10.000 en los estados de huevos viejos, y larvas de segundo instar que resultaron resistentes en el ensayo de susceptibilidad comparativa. En las cámaras VHT se evaluaron siete lotes a 46°C de temperatura con frutas infestadas para los siguientes tiempos de exposición al vapor 0,5, 10, 15, 20 y 25 minutos.

Los lotes experimentados incluidos las frutas control se llevaron a las mismas condiciones de postratamiento, usado en el ensayo de susceptibilidad comparativa. Las disecciones se hicieron al sexto día para huevos viejos y a tercer día para larvas de segundo instar.

**Ensayo sobre mortalidad a larga escala.** Se confirmaron para huevos viejos y larvas de segundo instar 100% de mortalidad para poblaciones superiores a 30.000 individuos tratados en las cámaras VHT. Las infestaciones en frutas se hicieron dobles con 100 huevos nuevos por sitio, y como condición de tratamiento se aplicó el resultado obtenido en el ensayo sobre mortalidad de pequeña escala a 46°C de temperatura para 15 minutos de tratamiento.

Las frutas tratadas, y controles se mantuvieron en condiciones de postratamiento a 27°C de temperatura y 70% de humedad relativa. Las frutas fueron disectadas de forma similar a la practicada en el ensayo sobre mortalidad de pequeña escala.

**Ensayo sobre daño de fruta.** El efecto producido por el Vapor Caliente a 47°C de temperatura en las frutas con grados de madurez 25 y 50%, se evaluaron en lotes experimentales, y después de tratados y junto a los controles, se colocaron en condiciones de laboratorio. Con los resultados de esta prueba, se confirmó la calidad de la fruta (propiedades organolépticas) a 46°C de temperatura por 15 minutos de tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cambio secuencial y composición de la edad en *C. capitata*, se observó al tercer día, después de la oviposición con la formación de larvas de primer instar en un 69.7%, las de segundo instar se obtuvieron al cuarto día en un 97.8% y las larvas de tercer instar se encontraron al séptimo día en un 100%. Después del octavo día hubo formación de pupas y mortalidad de larvas por la descomposición de las frutas.

Los huevos viejos resultaron más resistentes en el ensayo de inmersión de agua caliente, a partir de 13 minutos con 97.46% de mortalidad respecto a los demás estados de la mosca. En el análisis Probit 9 los tiempos letales para huevos viejos a LT95 y LT99 ocurrieron a 13.23 y 16.04 minutos. (Tabla 1).

Como era de esperar el estado huevo viejo resultó igualmente resistente al Vapor Caliente, según las investigaciones efectuadas en otros países, así mismo a la información obtenida cuando se hizo la investigación para pitahaya en Colombia.

**Tabla 1.** Análisis probit para tiempo letal (min) de cada estado de desarrollo *C. capitata* en inmersión de agua caliente a 46°C

Estado	Individuos tratados (Nº)	TL 50 *	TL 95 *	TL 99 *
Huevos nuevos	2083	4.15 ( )	13.21 ( )	21.33 ( )
Huevos viejos	2098	8.32 (7.49-8.99)	13.23 (14.65-18.20)	16.04 (14.65-18.20)
1er instar	2081	3.53 (2.98-4.04)	7.43 (6.71-8.25)	10.11 (9.05-11.50)
2do instar	2082	6.82 (6.21-7.28)	9.90 (9.30-10.81)	11.55 (10.62-13.19)
3er instar	2101	8.34 (7.30-9.007)	12.64 (11.86-13.76)	15.01 (13.78-17.20)

\* 90% Límites de confiabilidad

En el ensayo de susceptibilidad comparativa la mortalidad en los estados de desarrollo de *C. capitata* se presentaron a 46°C de temperatura en las frutas, con 100% de mortalidad, excepto el segundo instar que mostró escasa sobrevivencia al Vapor Caliente con participación de 99.89% en mortalidad. Sin embargo en el análisis Probit 9 las dosis letales a LD50, LD95 y LD99, mostraron los siguientes valores: 45.38, 45.04 y 46.19°C de temperatura para huevos viejos; mientras que las larvas de segundo instar requirieron 45.76 y 46.16°C correspondientes a LD95 y LD99, respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 2.** Análisis probit (Log) para temperatura letal (°C) de cada estado de desarrollo de *C. capitata* en tratamiento con Vapor Caliente

Estado	Individuos tratados (Nº)	LD 50 *	LD 95 *	LD 99 *
Huevos nuevos	4500	43.94 ( )	49.65 ( )	52.22 ( )
Huevos viejos	4500	42.38 (38.24-43.75)	45.04 (43.53-45.67)	46.19 (45.52-46.91)
1er Instar	4500	43.39 (43.01-43.62)	44.48 (44.26-44.79)	44.94 (44.65-45.42)
2do Instar	4500	44.80 (44.27-45.05)	45.76 (45.50-46.33)	46.16 (45.81-47.08)
3er Instar	4500	43.12 (42.48-43.52)	44.87 (44.62-45.14)	45.61 (45.31-46.05)

\* 90 % Límites de confiabilidad

Los valores anteriores indican que existe resistencia de los huevos viejos y larvas de segundo instar a las altas temperaturas. No obstante 46°C de temperatura en las frutas fue la optima para eliminar todos los estados inmaduros de la mosca.

La mortalidad para pequeña escala en huevos viejos no mostró diferencias entre replicaciones y tiempos de tratamiento, por consiguiente el número de individuos tratados fueron eliminados totalmente, tan pronto las frutas alcanzaron la temperatura de 46°C que corresponde a la fase de precalentamiento (0 min.) en la Cámara VHT (Tabla 3). El comportamiento se manifestó diferente para larvas de segundo instar con mortalidad de 100% cuando las frutas fueron expuestas a 46°C de temperatura durante 10 minutos de tratamiento. (Tabla 4).

**Tabla 3.** Mortalidad de pequeña escala para huevos viejos de *C. capitata*

Replicación (Fecha)	Tratamiento ( 46° C )						
	Mortalidad ( % )						
	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25min	Control
1 (Jun.8/00)	100.0 (837.2)A	100.0 (837.2)	100.0 (837.2)	100.0 (837.2)	100.0 (837.2)	100.0 (837.2)	40.2 (838) B
2 (Jun.9/00)	100.0 (1012.5)	100.0 (1012.5)	100.0 (1012.5)	100.0 (1012.5)	100.0 (1012.5)	100.0 (945.0)	32.5 (878)
3 (Jun.19/00)	100.0 (845.6)	100.0 (906.0)	100.0 (906.0)	100.0 (845.6)	100.0 (906.0)	100.0 (906.0)	39.6 (906)
4 (Jun.22/00)	100.0 (1249.2)	100.0 (1249.2)	100.0 (1249.2)	100.0 (1249.2)	100.0 (1249.2)	100.0 (1249.2)	16.7 (1166)
5 (Jun.27/00)	100.0 (709.5)	100.0 (709.5)	100.0 (709.5)	100.0 (709.5)	100.0 (709.5)	100.0 (662.2)	52.7 (719)
6 (Jun.30/00)	100.0 (687.0)	100.0 (687.0)	100.0 (687.0)	100.0 (641.2)	100.0 (687.0)	100.0 (687.0)	54.2 (687)
7 (Jul.13/00)	100.0 (399.0)	100.0 (399.0)	100.0 (3999.0)	100.0 (399.0)	100.0 (399.0)	100.0 (399.0)	60.1 (399)
Nº total de individuos tratados	5740.0	5800.0	5800.4	5694.2	5800.4	5685.6	5593.0

A : Número de individuos tratados

B : Número total de sobrevivientes en el control

En la fase comprobatoria se decidió adicionar cinco minutos en el tratamiento, para asegurar la mortalidad en 100% de todos los estados inmaduros de *C. capitata*. Por lo tanto las condiciones de tratamiento fueron a 46°C de temperatura en la fruta por 15 minutos.

Con relación a lo anterior la mortalidad se confirmó con 62.840,4 huevos viejos y 33.482,5 larvas de segundo instar, correspondientes a 540 y 719 frutas infestadas respectivamente. (Tablas 5 y 6).

En la calidad de la fruta no se presentaron diferencias en la pérdida de peso, apariencia interna, apariencia externa, sabor y grados brix, entre los grados de madurez (25 y 50%). Los mangos con 25% de maduración mostraron diferencias en la firmeza de la fruta (dureza) a 7 y 10 días, después del tratamiento.

**Tabla 4.** Mortalidad de pequeña escala para larvas de segundo instar de *C. Capitata*

Replicación (Fecha)	Tratamiento (46°C) Mortalidad (%)						
	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	Control
1 (Jun-08-01)	100.0 (652.5)A	97.0 (652.5)	100.0 (652.5)	100.0 (652.5)	100.0 (652.5)	100.0 (652.5)	56.5 566)B
2 (Jun-09-01)	100.0 (847.5)	100.0 (847.5)	100.0 (847.5)	100.0 (847.5)	100.0 (847.5)	100.0 (847.5)	43.5 (791)
3 (Jun-11-01)	100.0 (961.5)	100.0 (961.5)	100.0 (961.5)	100.0 (961.5)	100.0 (961.5)	100.0 (961.5)	35.9 (961)
4 (Jun-11-01)	100.0 (778.5)	100.0 (778.5)	100.0 (726.6)	100.0 (778.5)	100.0 (778.5)	100.0 (778.5)	48.9 (778)
5 (Jun-12-01)	100.0 (766.5)	100.0 (766.5)	100.0 (766.5)	100.0 (766.5)	100.0 (766.5)	100.0 (766.5)	48.9 (716)
6 (Jun-26-01)	97.0 (775.5)	100.0 (775.5)	100.0 (775.5)	100.0 (775.5)	100.0 (775.5)	100.0 (775.5)	48.3 (775)
No. total individuos tratados	4782	4782	4730.1	4782	4782	4782	4587

A : Número de individuos tratados

B : Número total de sobrevivientes en el control

**Tabla 5.** Mortalidad de larga escala para huevos viejos en *C. capitata*

Replicación (fecha)	Factor carga frutas	Frutas infestadas (Nº)	Estimado insectos (Nº)	Sobrevivientes (Nº)	Mortalidad (%)
1 (Junio-27-00)	Máxima Carga (81.6 kg)	179 (19) *	12068.4	0 (1281)**	100
2 (Julio-05-00)	Máxima Carga (83.2 kg)	180 (15)	13836.0	0 (1153)	100
3 (Nov-23-01)	Máxima Carga (80.5 kg)	180 (20)	20925.0	0 (2325)	100
4 (Nov-27-01)	Máxima carga (84.0 kg))	180 (20)	16011.0	0 (1779)	100
Total	-	719	62840.4	-	-

\* Número de frutas infestadas del control

\*\* Número de sobrevivientes del control

### CONCLUSIONES

1). El método cuarentenario con Vapor Caliente en la variedad de mango *Tommy atkins*, es seguro y efectivo para combatir todos los estados inmaduros de la mosca del Mediterráneo. Este método constituye alternativa viable de prevención cuarentenaria para la exportación de la fruta a los países donde no existe la plaga.

**Tabla 6.** Mortalidad de larga escala para larvas de segundo instar en *C. Capitata*

Replicación (fecha)	Factor carga frutas (kg)	Frutas infestadas (Nº)	Estimado insectos (Nº)	Sobrevivientes (Nº)	Mortalidad (%)
1 (Junio-27-01)	Máxima Carga (79.2)	180 (15) *	12384.0	0 (1032)**	100
2 (Julio-07-01)	Máxima Carga (73.8)	180 (14)	9012.8	0 (701)	100
3 (Julio-13-01)	Máxima Carga (71.4)	180 (14)	12085.7	0 (940)	100
Total	-	540	33482.5	-	-

\* Número de frutas infestadas del control

\*\* Número de sobrevivientes del control

2). La efectividad del tratamiento cuarentenario fue posible a 46°C de temperatura en el centro de la fruta durante 15 minutos de exposición en las cámaras VHT.

3). Las condiciones de tratamiento descritas anteriormente, no demeritan las propiedades organolépticas de las frutas tratadas.

### RECOMENDACIONES

Colombia podrá exportar a Japón, vía aérea, mango con 25% de madurez, mediante el tratamiento con Vapor Caliente. En estas condiciones la fruta llega al consumidor libre de problemas sanitarios hasta por 7 días después de ser tratadas.

### GLOSARIO

- Cámara VHT (Vapor Heat Treatment): equipo computarizado compuesto por una unidad para calentamiento y otra unidad para refrigeración y dotado además de sensores termostáticos que registran la temperatura tanto en la cámara como en la fruta tratada con Vapor Caliente.
- Probit 9: es una técnica estadística usada a nivel de laboratorio para probar efectividad y seguridad en agentes biológicos con una probabilidad del 99.999%.
- Biotrón: equipo computarizado que controla y simula condiciones naturales de ambiente en cuanto a temperatura, humedad relativa y fotoperíodo.
- Desinfestación: acción de eliminar un agente nocivo (plaga) a través de un medio físico o químico.
- Huevos nuevos: es el primer estado del ciclo biológico de las moscas de las frutas y son colectados en una hora como material biológico en las investigaciones con Vapor Caliente.
- Huevos viejos: son aquellos huevos de las moscas de las frutas que se incuban durante 24 horas.
- Infestación: estado de una fruta que contiene en forma natural o artificial individuos sobrevivientes de un insecto.

### BIBLIOGRAFÍA

1. **CARTAGENA, José Regulo y VEGA Daniel. 1992.** Fruticultura Colombiana El Mango. Manual de asistencia técnica No. 43. Bogotá: Produmedios, pp. 65-105
2. **GUZMÁN, R. Bernardo. 2002.** Especialista en Frutales. Comunicación verbal. Bogotá.
3. **INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 2002.** Oficina Sanidad Portuaria. Aeropuerto El Dorado. Bogotá.
4. **INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 2002.** Oficina Regulación Plaguicidas Químicos. Bogotá.
5. **NÚÑEZ, B., Ligia. 1981.** Contribución al Reconocimiento de las Moscas de las Frutas ( Díptera: *Tephritidae*) en Colombia. En : Revista ICA. Bogotá. Vol XVI, no. 4 (diciembre 1981); pp. 173-176
6. **VIDAL, C. Gloria y ABELLO S., Jaime. 1988.** Tratamiento con Vapor Caliente para Fruta de Pitahaya, *Selenicerus megalanthus* Haw, Infestadas con Huevos y Larvas de la Mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* wiedemann (Diptera: *Tephritidae*). Bogotá. ICA, 78 p.