

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMIA
COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN ENTOMOLOGIA



“INCIDENCIA DEL TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO APLICADO EN LA FASE LARVAL DE *Anastrepha striata* Schiner (DIPTERA: TEPHRITIDAE) SOBRE LA DESCENDENCIA DE LA ESPECIE”.

Trabajo de Grado

Ing.Agr. Ana M. Castillo Dávila
Prof. Eutimio E. González G. (Tutor)

Maracay, Febrero de 2013

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO
FINAL PARA OPTAR AL TITULO DE MAGISTER
SCIENTIARUM EN ENTOMOLOGIA**

“INCIDENCIA DEL TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO APLICADO
EN LA FASE LARVAL DE *Anastrepha striata* Schiner
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) SOBRE LA DESCENDENCIA DE LA
ESPECIE”.

Por

ANA MARIA CASTILLO DAVILA

Tutor: Master Eutimio González. Universidad Central de Venezuela.
Comité Asesor: Dra. Nereida Delgado Puchi. Universidad Central de Venezuela
Dr. Rodolfo Marcano. Universidad Central de Venezuela



VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo de Grado** presentado por: **ANA MARÍA CASTILLO DÁVILA** Cédula de Identidad N° 9.671.156, bajo el título "Incidencias del tratamiento hidrotérmico aplicado en la fase larval de *Anastrepha striata* Schiner (Díptera: Tephritidae) sobre la descendencia de la especie", a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **MAGÍSTER SCIENTIARUM EN ENTOMOLOGÍA**, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 20 de Febrero de 2013 a las 09:00 AM., para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo en **Laboratorio de Fisiología del Instituto de Zoología Agrícola FAGRO - UCV**, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por la autora, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado

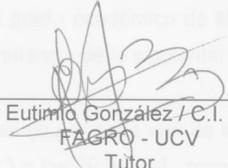
Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado constituye un aporte significativo e inédito de importancia agronómica en el control fitosanitario en frutos de guayaba, además favorece la estructuración de una línea base para posteriores investigaciones en el área.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 20 días del mes de Febrero del año 2013, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinador del jurado Master Eutimio González.


Dr. Armando Notz / C.I. 2.933.401
FAGRO - UCV




Msc. Grigna Piña / C.I. 9.647.924
INIA - CENIAP


Master Eutimio González / C.I. 2.664.697
FAGRO - UCV
Tutor

DanysRebk
20/02/2013

Dedicatoria

A Dios por darme la vida, permitirme estudiar y adquirir conocimientos

A mis Padres, Hermanos, Sobrinos y Cuñados fuentes de inspiración, estímulo y por su colaboración incondicional durante la ejecución del trabajo de grado

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela por contribuir en mi formación Académica y Profesional

Agradecimiento

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron al logro con éxito del presente trabajo de grado:

Al personal docente y administrativo del Postgrado en Entomología de la Facultad de agronomía de al UCV por ser pilares fundamentales en mi formación académica.

Al Departamento e Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de agronomía de la U.C.V. y a todo el personal que en ellos labora, por los materiales y equipos facilitados para realizar los análisis de laboratorio requeridos para la investigación.

Al Profesor Eutimio González (Tutor), por su apoyo constante, estímulo y asesoramiento para conducir con éxito la investigación.

Al comité consejero: Profesora Nereida Delgado y Profesor Rodolfo Marcano, por sus sugerencias y recomendaciones oportunas.

Al Profesor Rafael Casáres por su asesoramiento.

Al Ingeniero Yohan Solano por sus sugerencias y asesoramiento en el tema relacionado con ciclo y tabla de vida para la especie en estudio.

A la Ing. Agr., MsSc Grigna Piña, así como a la dirección de CENIAP(INIA), por permitir el acceso al huerto de germoplasma de guayaba para realizar la colecta y muestreo de frutos.

Al Ing. Agr. Félix Abad por el suministro de la información estadística inherente a la producción correspondiente al rubro guayaba.

A Rafael González por su colaboración en el análisis estadístico de los resultados sobre susceptibilidad térmica de las larvas consideradas en este estudio.

A Deokie González por su apoyo en la realización digitalizada de los gráficos (Líneas Log_{10} Probit).

A los especialistas en Moscas de la Fruta de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), México, Tapachula: MC. Azucena Oropeza, Ing. Liliana López Muñoz, Dr. Pablo J. Montoya Gerardo, Dr. Juan F. Barrera, Dr. Pablo Liedo, MC. Jorge Cancino, MC. Emilio Hernández, por sus oportunas sugerencias y el aporte de referencias bibliográficas relacionadas con la taxonomía de larvas, cría, dietas, ciclo biológico y tabla de vida en moscas de la fruta.

Al equipo valioso de **Lamofru**: Tec. Agr. Hecni Meneses, Br. Yessica Márquez, Br. Ralexí Hernández, Br. Carlos Sánchez y la Prof. Julia Márquez por su ayuda y constante apoyo en la realización de los bioensayos durante la experimentación.

A Fundacite-ARAGUA por la ayuda económica parcial para la realización de este trabajo de investigación.

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Tabla de contenido	III
Índice de figuras	V
Índice de cuadros	VII
Índice de anexos	X
Resumen	XII
Abstract	XIII
Introducción	2
Revisión de Literatura	7
Materiales y Métodos	22
1. Estimación de la duración de las fases en el ciclo de vida de la primera selección	22
1.1 Establecimiento de la Cría	22
1.2 Estimación de la duración de las fases en el ciclo de vida de <i>A. striata</i> para S ₁	24
1.3 Tabla de vida para adultos de <i>A. striata</i> correspondiente a S ₁	T 25
2. Obtención de larvas para bioensayos de susceptibilidad y presión de selección	27
2.1 Bioensayo de susceptibilidad térmica larva	27
2.2 Bioensayo de presión de selección	28
3. Estimación de la duración de las fases del ciclo de vida de la sexta selección	29
Resultados y Discusión	30
1. Estimación de la duración de las fases del ciclo de vida en la primera selección	30
2. Bioensayos de susceptibilidad térmica larval y presión de selección	41
2.1. Susceptibilidad de S ₁	41
2.2. Presión de selección sobre S ₁	43
2.3. Susceptibilidad de S ₂	44
2.4. Presión de selección sobre S ₂	46
2.5. Susceptibilidad de S ₃	47
2.6. Presión de selección sobre S ₃	49
2.7. Susceptibilidad de S ₄	49
2.8. Presión de selección sobre S ₄	51
2.9. Susceptibilidad de S ₅	52
2.10. Presión de selección sobre S ₅	53

3. Estimación de la duración de las fases del ciclo de vida en la selección S_5 54

Conclusiones	56
Recomendaciones	58
Referencias citadas	59
Anexos	66

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1 Imágenes digitalizadas y amplificadas de cuatro especies de moscas de la fruta: a) Mosca del mango, b) Mosca de la guayaba, c) Mosca del níspero y d) <i>Mosca del Mediterráneo</i>	3
2 Ilustración del ciclo biológico de la mosca de la guayaba <i>Anastrepha striata</i> Schiner	8
3 Representación gráfica de la mortalidad (Unidades porcentuales y probit) de poblaciones larvales de <i>A. obliqua</i> (F ₁₂ , F ₁₄ , F ₁₅) tratados hidrotérmicamente a 46,4±0,3 °C en función del Log ₁₀ del tiempo de exposición y de los hospederos de colonización	20
4 Jaula para cría de <i>Anastrepha striata</i> Schiner	23
5 Jaula para bioensayos	26
6 Supervivencia diaria (lx) de adultos de <i>A. striata</i> en condiciones de laboratorio (25±1°C, 75±5% HR y Fotoperíodo 12:12)	38
7 Esperanza de vida (ex) de adultos de <i>A. striata</i> en condiciones de laboratorio (25±1°C, 75± 5% HR y Fotoperíodo 12:12)	39
8 Tasa de mortalidad específica por edades (qx) en adultos de <i>A. striata</i> en condiciones de laboratorio (25±1°C, 75±5% HR y Fotoperíodo 12:12)	40
9 Representación gráfica de la tendencia de las respuestas de mortalidad acumulada a las 72 horas (Unidades porcentuales y Unidades Probit) para larvas de <i>Anastrepha striata</i> correspondiente a la selección S ₁ en función del Log ₁₀ de diferentes tiempos de exposición hidrotérmica	42
10 Representación gráfica de la tendencia de las respuestas de mortalidad acumulada a las 72 horas (Unidades porcentuales y Unidades Probit) para larvas de <i>Anastrepha striata</i> correspondiente a la selección S ₁ y S ₂ en función del Log ₁₀ de diferentes tiempos de exposición hidrotérmica	45
11 Representación gráfica de la tendencia de las respuestas de mortalidad acumulada a las 72 horas (Unidades porcentuales y Unidades Probit) para larvas de <i>Anastrepha striata</i> correspondiente a la selección S ₁ , S ₂ y S ₃ en función del Log ₁₀ de diferentes tiempos de exposición hidrotérmica	48

12 Representación gráfica de la tendencia de las respuestas de mortalidad acumulada las 72 horas (Unidades porcentuales y Unidades Probit) para larvas de *Anastrepha striata* correspondiente a la selección S₁, S₂, S₃ y S₄ en función del Log₁₀ de diferentes tiempos de exposición hidrotérmica

50

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Valores de susceptibilidad térmica deducidos para la fase larval de <i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart), <i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedemann) y <i>Anastrepha striata</i> Schiner al ser sometidas a la inmersión hidrotérmica ($46,4 \pm 0,3$ °C) en bolsas plásticas de Polietileno	17
2 Valores de presión de selección, tiempos de exposición y mortalidad deducidos para la fase larval de <i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart) y <i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedemann) al ser sometidos a la inmersión hidrotérmica ($46,4 \pm 0,3$ °C) en bolsas de plástica de Polietileno	21
3 Modelo de planilla para elaborar una tabla de vida horizontal para adulto de <i>A.striata</i> (S ₁) criados en condiciones de cámara: T= 25 ± 1 °C, HR= 70 ± 5 y Fotoperiodo 12:12	25
4 Valores correspondientes a la eclosión (Eclo.) y respectivas larvas neonatas, por replica [20 huevos de <i>Anastrepha striata</i> Schiner (S ₀) colectadas en esferas de agar-agar durante 24h] al término de 5 periodo de 24 h consecutivos. T= 25 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12:12) de incubación	31
5 Duración de la fase de huevo de <i>Anastrepha striata</i> Schiner(S ₁) para generar a través de la eclosión larvas neonatas en condiciones de laboratorio: T= 25 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12:12	31
6 Valores de algunas características químicas de la pulpa de guayaba procedente de frutos en madurez fisiológica [Clon 3 Zulia Patrón Roja Redonda], utilizada como dieta para manutención iniciadora de larvas de <i>Anastrepha striata</i> Schiner(S ₁) desde el día 1 al 6	32
7 Valores de algunas características físico - químicas de la pulpa de guayaba [Fruto maduro, Clon 3 Zulia Patrón Roja Redonda], utilizada como dieta para manutención (mantenimiento) de larvas de <i>Anastrepha striata</i> Schiner (S ₁), desde el día 7 al 11	32
8 Número de larvas y expresión porcentual de sobrevivencia en Condiciones de laboratorio (25 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12:12) para <i>Anastrepha striata</i> Schiner (S ₁) procedente de una S ₀ sometida a tratamiento hidrotérmico y observada durante un periodo de 11 días (d) cada 48 h	33
9 Valores correspondientes a la pupación y emergencia de adultos (d.) para larvas de <i>Anastrepha striata</i> Schiner (S ₁), obtenidas de una cría no sometida a tratamiento hidrotérmico. Condiciones de laboratorio:	

	25±1°C, 75±5% HR y Fotoperíodo 12:12	34
10	Valores de longevidad para adultos de <i>Anastrepha striata</i> Schiner(S ₁) emergidos de la fase de pupa. Condiciones de laboratorio: 25±1°C 75± 5% HR y Fotoperíodo 12: 1 2	36
11	Valores correspondientes a la duración de cada una de las fases del ciclo de vida de <i>Anastrepha striata</i> Schiner en la S ₁ . Condiciones de laboratorio: 25±1°C,75±5%HR y Fotoperíodo12: 12	36
12	Tabla de vida para adultos de <i>Anastrepha striata</i> Schiner (S ₁), en condiciones de laboratorio (25±1°C, 75±5% HR y Fotoperíodo 12:12) obtenidas de una cría de especie perteneciente a la selección S ₀ no sometida a tratamiento hidrotérmico en la fase de larva	37
13	Valores porcentuales promedio de mortalidad a las 24, 48 y 72 h para larvas de <i>striata</i> (S ₁) criadas y extraídas de frutos de guayaba variedad Dominica Roja, una vez sometidas las larvas diferentes tiempos de tratamiento térmico(46,4±0,3°C)	42
14	Valores porcentuales promedio de mortalidad para <i>A. striata</i> (S ₁), una vez sometidas las larvas en función de diferentes tiempos de tratamiento térmico(46,4±0,3°C) y diferentes periodos de observación Condiciones de laboratorio: Condiciones de laboratorio: 25 ± 1°C, 75± % HR y Fotoperíodo 12: 12	43
15	Valores de mortalidad y sobrevivencia de <i>A.striata</i> (S ₁) correspondiente a la presión de selección al 60% empleando tratamiento térmico (46,4 ± 0,3°C)	43
16	Valores porcentajes promedio de mortalidad a las 24, 48 y 72 h larvas de <i>A. striata</i> (S ₂) criadas en guayaba variedad Dominica Roja, en diferentes tiempos de tratamiento a 46,4 ± 0,3 °C	44
17	Valores porcentuales promedio de mortalidad para <i>A. striata</i> (S ₂), una vez sometidas las larvas en función de diferentes tiempos de tratamiento térmico (46,4 ± 0,3°C) y diferentes periodos de observación. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1°C, 75± 5% HR y Fotoperíodo 12: 12	46
18	Valores de mortalidad y sobrevivencia de <i>A. striata</i> (S ₂) correspondiente a la presión de selección al 70% empleando tratamiento térmico (46,4 ± 0,3 °C)	46

- 19 Valores porcentajes promedio de mortalidad de larvas de *A. striata* (S₃) criadas en guayaba variedad Dominica Roja, en diferentes tiempos de tratamiento a $46,4 \pm 0,3$ °C 47
- 20 Valores porcentuales promedio de mortalidad para *A. striata*(S₃), una vez sometidas las larvas en función de diferentes tiempos de tratamiento térmico($46,4 \pm 0,3$ °C) y diferentes periodos de observación. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12 48
- 21 Valores de mortalidad y sobrevivencia de *A. striata* (S₃) correspondiente a la presión de selección al 80% empleando tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C) 49
- 22 Valores porcentuales promedio de mortalidad para larvas de *A. striata* (S₄) criadas en guayaba variedad Dominica Roja, en diferentes tiempos de tratamiento a $46,4 \pm 0,3$ °C 50
- 23 Valores porcentuales promedio de mortalidad para *A. striata*(S₃), una vez sometida las larvas en función de diferentes tiempos de tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C) y diferentes periodos de observación. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12 51
- 24 Valores de mortalidad y sobrevivencia de *A. striata* (S₄) correspondiente la presión de selección al 90% empleando tratamiento térmico $46,4 \pm 0,3$ °C 51

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Pág.
1 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la dieta para adultos de <i>A. striata</i> utilizando proteína hidrolizada de maíz y azúcar morena o papelón pulverizado en relación 1:3. Secuencia simbólica según las pautas del Instituto Norteamericano de Normalización(ANSI)	66
2 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de las esferas Agar-Agar ($\varnothing=4\text{cm}$) de color verde para la oviposición de <i>A. striata</i> . Secuencia simbólica según las pautas del Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI, 2004)	67
3 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de sustrato dietético iniciador para larvas de <i>A. striata</i> . Secuencia simbólica según las pautas del Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI,2004)	68
4 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de sustrato dietético de mantenimiento para larvas de <i>A. striata</i> . Secuencia simbólica según las pautas del Instituto Norteamericano de Normalización(ANSI, 2004)	69
5 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de sustrato dietético de mantenimiento para bioensayos de susceptibilidad térmica larval y presión de selección de <i>A. striata</i> . Secuencia simbólica según las del pautas del Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI, 2004)	70
6 Duración de la fase de larva de <i>Anastrepha striata</i> Schiner(S_1) en condiciones de laboratorio: $T= 25\pm^{\circ}\text{C}$, $75\pm 5\% \text{HR}$ y Fotoperiodo 12:12. Programa Xlstat 2010(versión 12.3.06)	71
7 Duración de la fase de pupa de <i>Anastrepha striata</i> Schiner (S_1) en en condiciones de laboratorio: $T= 25 \pm ^{\circ}\text{C}$, $\text{HR}= 75 \pm 5\%$ y Fotoperiodo 12:12. Programa Xlstat 2010 (versión 12.3.06)	72
8 Resultados Probit (Raymond, 1985). Valores de mortalidad aguda (72h) en larvas de <i>A. striata</i> colonizadas en guayaba Dominica Roja pertenecientes a la selección S_1 utilizando diferentes tiempos de tratamiento a $46,4\pm 0,3^{\circ}\text{C}$	73

- 9 Resultados Probit (Raymond, 1985). Valores de mortalidad aguda (72h) en larvas de *A. striata* colonizadas en guayaba Dominica Roja pertenecientes a la selección S₁ utilizando diferentes tiempos de tratamiento a 46,4±0,3°C 74
- 10 Resultados Probit (Raymond, 1985). Valores de mortalidad aguda (72h) en larvas de *A. striata* colonizadas en guayaba Dominica Roja pertenecientes a la selección S₁ utilizando diferentes tiempos de tratamiento a 46,4±0,3°C 75
- 11 Resultados Probit (Raymond, 1985). Valores de mortalidad aguda (72h) en larvas de *A. striata* colonizadas en guayaba Dominica Roja pertenecientes a la selección S₁ utilizando diferentes tiempos de tratamiento a 46,4±0,3 °C 76

RESUMEN

Debido a la plasticidad genética de *Anastrepha striata* Schiner a factores diversos, entre ellos el calor, se abordó la investigación del ciclo biológico y ensayos de susceptibilidad, la misma se realizó en el Laboratorio de Bioensayos para Moscas de la Fruta del Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. La duración de las fases del ciclo de vida se estimó a partir de una colonia de adultos S_0 , bajo las siguientes condiciones: oferta de dieta carbo-protéica, agua y esferas de agar cubiertas con parafilm y asperjadas con jugo de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) para la colecta de huevo, $T = 25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\% \text{HR}$ y Fotoperíodo 12:12. Transcurridos 2d se disectaron las esferas colectando los huevos, se incubaron 5 grupos de 20 c/u sobre tela húmeda dispuestas en cápsulas de Petri. En los primeros 6d las larvas recién emergidas se colocaron en pulpa de guayaba a $5,5 \pm 0,048^\circ\text{Brix}$ y los siguientes hasta la inmovilidad para pupar a $10,00 \pm 0,00^\circ \text{Brix}$ procediendo luego a estimar la duración de la fase, posteriormente las larvas se transfirieron a vermiculita para favorecer la pupación y estimar su duración. Emergidos los adultos se les estimó la longevidad $\pm s$ y otras variables para la tabla de vida. En las pruebas de susceptibilidad, se estimaron valores de mortalidad larval para detectar probables cambios en la tolerancia al calor en sistemas con temperaturas de $46,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$. Para los bioensayos de susceptibilidad y presión de selección (S) se emplearon larvas y adultos de: S_1 , S_2 , S_3 , S_4 y S_5 , y para la infestación guayabas en madurez fisiológica. Los lapsos respectivos para las fases de huevo, larva, pupa y adulto fueron: $3,01 \pm 0,69$; $11,6 \pm 3,5$; $12,8 \pm 0,33$ y $36,3 \pm 17,5$ d teniendo el ciclo biológico una duración de 63,8 d. La sobrevivencia (**Ix**) de (hembra+macho) de la especie en estudio presenta una tendencia a disminuir con la edad; con relación a la mortalidad (**dx**) para *A. striata*, esta osciló de manera irregular durante todo el periodo de observación, la esperanza media de vida (**ex**) tuvo valores decreciente con la edad que oscilaron de 16,895 a 9,488, además las mayores **qx** se produjeron en los adultos a los 51 d (0,500), 53 d (0,666) y 67 d (1,000). Los periodos de exposición térmica letal estimados para *A. striata* a través de las pruebas de susceptibilidad y presión de selección en la fase de larva para las cuatro generaciones sucesivas, se corresponden respectivamente en cada selección con los siguientes valores en minutos: S_1 , $TL_{50}=8,29$ y $TL_{95}=12,15$; S_2 , $TL_{50}=5,86$ y $TL_{95}=16,48$; S_3 , $TL_{50}=8,61$ y $TL_{95}=14,94$ y S_4 , $TL_{50}=8,95$ y $TL_{95}=13,63$. Además para las larvas sometidas a este estudio, no se observaron en las líneas Log_{10} Probit respuestas significativas con tendencia a la tolerancia al calor generada por la inmersión en agua a $46,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$ en las cuatro selecciones sucesivas. Las respuestas fueron homogéneas pero no iguales para S_2 , S_3 y S_4 , siendo ligeramente heterogénea para S_1 , sobreviviendo al aplicar las respectivas presiones de selección: 60, 70, 80 y 90% de larvas tolerantes, de ellas en cada caso, alcanzaron el estado adulto: 89, 55, 61 y 6 moscas, generando descendencia.

Palabras clave: Mosca de la guayaba, choque calórico, expectativa de vida, presión de selección, susceptibilidad.

ABSTRACT

Due to the genetic plasticity of *Anastrepha striata* Schiner various factors, including heat, addressed the research on biological cycle and susceptibility test. This work was conducted at the Laboratory of Bioassays for Fruit Flies of the Institute of Chemistry and Technology Faculty of Agronomy of the Universidad Central de Venezuela. The duration of the life cycle phases were estimated from an adult colony S_0 , under the following conditions: supply of carbo-proteinic diet, water and agar spheres covered with a plastic film and sprayed with juice of fruits of guava (*Psidium guajava* L.) for egg collection, $T = 25 \pm 1$ ° C, $75 \pm 5\%$ RH and photoperiod 12:12. 2d after collected spheres were dissected for eggs, five groups of 20 eggs each were placed on damp cloth in Petri dishes and incubated. Newborn larvae were placed in guava pulp 0.048 ± 5.5 ° Brix the first 6d and subsequently up to pupation to 10.00 ± 0.00 ° Brix, and then estimate phase duration then larvae were transferred to vermiculite to favor pupation. For life table purposes adults' longevity $\pm s$ and other variables were estimated. In susceptibility test, we estimated larval mortality values trying to detect changes in heat tolerance in systems with temperatures of 46.4 ± 0.3 ° C. For bioassays of susceptibility and selection pressure (S) larvae and adults: S_1 , S_2 , S_3 , S_4 and S_5 were used and for infestation guava fruits at physiological maturity. The respective periods for the stages of egg, larva, pupa and adult were: 3.01 ± 0.69 , 11.6 ± 3.5 , 12.8 ± 0.33 and 36.3 ± 17.5 d and the whole cycle had duration of 63.8d. Survival (**Ix**) of (female + male) of the species under study showed a tendency to decrease with age; regarding mortality (**dx**) for *A. striata*, this was unstable throughout the observation period, the average life expectancy (ex) had decreasing values ranging from 16.895 to 9.488, and the major qx occurred in adults at 51 d (0.500), 53 d (0.666) and 67 d (1.000). The lethal thermal exposure periods estimated for *A. striata* through susceptibility test and selection pressure in the larval stage for four successive generations, showed respectively to each selection the following values in minutes: S_1 , $TL_{50} = 8.29$ and $TL_{95} = 12.15$; S_2 , $TL_{50} = 5.86$ and $TL_{95} = 16.48$; S_3 , $TL_{50} = 8.61$ and $TL_{95} = 14.94$ and S_4 , $TL_{50} = 8.95$ and $TL_{95} = 13.63$. In addition, on the larvae exposed to this study, it was not observed on lines Probit Log_{10} significant responses or any tendency to heat tolerance generated by immersion in water at 46.4 ± 0.3 ° C in four successive selections. Responses were homogeneous but not equal in S_2 , S_3 and S_4 , and slightly heterogeneous for S_1 ; surviving larvae by applying the respective selection pressures were: 60, 70, 80 and 90% of tolerant larvae, of them in each case reached the adult stage: 89, 55, 61 and 6 flies and they generated offspring.

Keywords: guava fruit fly, heat shock, life expectancy, selection pressure, susceptibility.

INTRODUCCION

La guayaba (*Psidium guajava* L.), es una planta perteneciente a la familia de las Myrtaceae. Su centro de origen no está bien definido, ya que algunos autores centran su origen en Brasil, pero otros en algún punto entre México y Perú, de donde se ha extendido ampliamente hacia los trópicos (Avilán et al. 1992), de allí que pueda ser considerado como un árbol autóctono americano. El nombre genérico de *Psidium* viene del griego *Psidium*, seleccionado el mismo por la aparente semejanza de los frutos, y el nombre específico de *guajava* es la expresión con la que los indígenas conocieron este árbol (Hoyos, 1994).

La planta de guayaba es un árbol pequeño de 3-5 m de altura, con el tronco corto cilíndrico, corteza de color castaño que se desprende en láminas de las ramas bajas. Los brotes jóvenes son cuadrangulares de color verde y ligeramente pubescentes. Hoja de 7 a 15 cm de largo, coriáceas, oblongas de color verde claro, nervaduras visibles. Las flores son axilares, pediceladas, solitarias o raramente en grupo de tres en las ramas nuevas. El tubo de cáliz es turbinado con 4 a 5 sépalos, con numerosos estambres insertados en hileras alrededor del disco, los filamentos son blancos y las anteras amarillas; el estilo es filiforme y liso. El fruto es una baya que puede ser redondeada, esférica, ovalada, cilíndrica, piriforme, con un tamaño que oscila entre 10 a 15 cm de diámetro y pulpa de color blanco, amarillento, rosado o rojo (Avilán et al. 1992).

Mundialmente, la guayaba es una de las especies frutales tropicales más conocidas y consumidas, debido, entre otras cosas, a su alto contenido en ácido ascórbico (vitamina C) que en ocasiones sobrepasa los 400 mg en 100 g de pulpa. También contiene vitamina A, calcio y fósforo. Su empleo es múltiple, puede ser consumida como fruta fresca, bien sea verde, pintona o madura; como insumo industrial para la preparación de pulpas, jugos, dulces, mermeladas, jaleas, cascotes en almíbar, entre otros. Además la cría de cerdos y aves de corral encuentran en la guayaba muchas ventajas como fuente nutricional para la buena producción de carne (Ramírez y Quijada, 2006).

En Venezuela existen aproximadamente unas 6088 ha sembradas de guayaba en el territorio nacional con una producción total de 65449t y un rendimiento de 6733Kg/ha. Los principales estados productores son: Aragua, Bolívar, Cojedes, Mérida, Miranda, Monagas, Táchira, Trujillo, Vargas, Yaracuy y Zulia; siendo el estado Zulia el productor con el registro más elevado a nivel nacional en la actualidad con unas 2719 ha sembradas y con un estimado de producción de 13751 Kg/ha año (Mppat, 2009). En 1999 se realizaron intentos para la exportación de pulpa de guayaba a través de la empresa **Midamara** (actualmente **Frutimarca**) y para 2008 se refieren valores de exportación de frutos de guayaba hacia las Islas del Caribe [Aruba (30t) y Curazao (5t)], además, el rubro no se importa, toda la producción es para consumo interno (Fedeagro, 2008).

Las moscas de la fruta constituyen la plaga de mayor importancia en los huertos frutícolas, lo cual se debe no solamente al daño directo que produce a los frutos cuando las hembras colocan huevos en su interior y las larvas se alimenten de la pulpa desmejorando completamente su calidad, sino también por las restricciones en la comercialización, ya que existen regulaciones cuarentenerarias que exigen los países importadores libres de estos insectos, que no permiten la libre entrada de frutos provenientes de países que si los tengan (Boscán, 1995).

Las moscas de las frutas son organismos muy dinámicos, algunas especies bajo condiciones tropicales, pueden completar hasta diez generaciones al año. De acuerdo con las exigencias del ambiente y la época del año, se desplazan de una planta a otra, manteniendo niveles de población muy elevados. A veces utilizan simultáneamente tres o cuatro hospederos (Boscán, 2001).

Las especies se caracterizan por preferir cierto tipo de fruto o grupos de frutos, o de sus correspondientes familias, por ello sus nombres comunes se relacionan en la mayoría de los casos con su hospedero preferido: mosca del níspero *Anastrepha serpentina* (Wiedemann), mosca de la guayaba *Anastrepha striata* Schiner, mosca del mango *Anastrepha obliqua* (Macquart). En otros casos la denominación está relacionada con el lugar de origen: mosca del Mediterráneo [*Ceratitis capitata* (Wiedemann)]. Las especies antes mencionadas son las que se ilustran en la Figura 1.

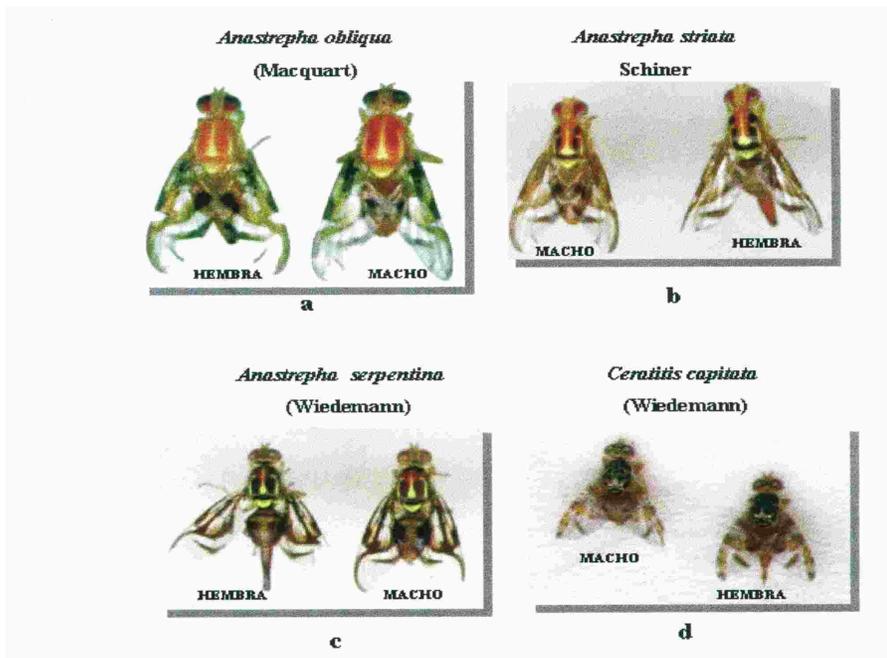


Figura 1. Imágenes digitalizadas y amplificadas de cuatro especies de moscas de la fruta: a) Mosca del mango, b) Mosca de la guayaba, c) Mosca del níspero y d) Mosca del Mediterráneo.

Fuente: González et al. (1998)

La explicación que antecede relacionada con infestación y daños ocasionados por las moscas de la fruta, conlleva a la necesidad, siempre y cuando se justifique como exigencia regulatoria de un país importador, de la aplicación de tratamientos fitosanitarios postcosecha, entre ellos se puede mencionar como ejemplo, para frutos de mango el tratamiento hidrotérmico. La utilización en el tratamiento hidrotérmico (agua corriente o vapor) de temperaturas específicas por tiempos determinados proporciona un método conveniente para confrontar la viabilidad de los estadios larvales en productos frutícolas perecederos para la exportación, ya que el mismo garantiza la calidad organoléptica y físico-química, así como la fitosanitaria.

La guayaba en algunos países tiene restricciones para su importación, debido fundamentalmente a la presencia de *A. striata* y *C. capitata* (Boscán, 1995). Con la finalidad de evitar el deterioro de los frutos, se han implementado estrategias de control fitosanitario para prevenir el ataque de insectos, y a su vez garantizar un producto de óptima calidad organoléptica sin residuos de compuestos químicos que afecten la salud del consumidor (González, 2001). Una alternativa de control fitosanitaria utilizada en otros países y también en Venezuela durante los años 1990 – 2001 para frutos de mango, se fundamenta en la integración controlada de las variables temperatura del agua ($46,4 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$) contenida en el tanque de la línea de procesamiento, tiempo de exposición al tratamiento y características organolépticas del fruto para consumo fresco, la misma se conoce como tratamiento hidrotérmico. En el tratamiento hidrotérmico el punto de equilibrio para causar la muerte a la fase del insecto-plaga y la tolerancia fisiológica del fruto hospedero a esa temperatura, presenta un margen muy estrecho, por consiguiente este aspecto es básico en la aplicación del tratamiento.

Es importante destacar que existen evidencias de variaciones de los parámetros demográficos de especies de moscas de las frutas que son dependientes del hospedero (Celedonio-Hurtado et al. 1995) y también de los cultivares del mismo hospedero (Paraguacuto, 1990; Cerdá, 2001). Conocimientos inherentes a este caso, probablemente se han tomado en cuenta en la adopción de nuevos criterios en lo que a tiempo de exposición hidrotérmico se refiere para aplicar un mejor control fitosanitario que garantice su aplicación a través de varios años la mortalidad de las fases viables del insecto-plaga presente en el fruto, y con ello lograr una buena calidad competitiva con aquellos frutos frescos provenientes de zonas libres de moscas de las frutas (Norte de México) que compiten con los mangos que han sido exportados de países con restricciones (Cerdá, 2001).

En relación al planteamiento anterior, para *A. obliqua* se han observado los cambios demográficos a través de 11 generaciones sucesivas. El primer cambio fue una reducción en el periodo de preoviposición de la generación parental (G_p) a la generación filial (G_1); el segundo, que las hembras mostraron dificultades para la oviposición en un sustrato artificial, observándose una baja en el rendimiento de la tasa de fecundidad. El tercer cambio significativo fue un decrecimiento en la longevidad y la expectativa de vida de G_p a G_1 , mientras que continuó el decrecimiento en las generaciones sucesivas. El último cambio significativo fue una

reducción en el peso en las larvas y pupas. Es probable que en relación a esta investigación con *A. striata* también exista alguna analogía (Hernández et al. 2009).

Tomando en cuenta la alternativa de control fitosanitario descrita por Sharp 1989, Celedonio 1990, González 1990, Paraguacuto 1990, Sharp y Hallman 1992, Castillo 1997, León 1997 y Cerdá 2001, se propuso el desarrollo de este trabajo de investigación, para evaluar la aplicación de tratamientos hidrotérmicos a larvas de *A.striata* y estimar el TL₅₀ y TL₉₅ en cinco generaciones sucesivas, detectar los posibles cambios de susceptibilidad térmica a través del tiempo. También se trató de caracterizar la probable influencia sobre la duración de las fases del ciclo de vida del insecto.

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar a través de bioensayos el efecto del tratamiento hidrotérmico a $46,4 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre la descendencia de *A. striata* en cinco generaciones sucesivas.

Objetivos específicos:

- Estimar la duración de las diferentes fases de *A. striata* en una colonia de laboratorio conformada por la primera selección (S_1).
- Elaborar una tabla de vida horizontal para adultos de *A. striata* correspondiente a S_1 .
- Establecer una colonia para la obtención de larvas requeridas para los bioensayos de susceptibilidad térmica larval y presión de selección.
- Estimar a través de bioensayos de laboratorio con larvas de *A. striata* pertenecientes a las generaciones S_1 , S_2 , S_3 , S_4 y S_5 valores de mortalidad larval correspondientes al TL_{50} (Probit 5) y TL_{95} (Probit 6,64).
- Detectar probables cambios en la tolerancia a la temperatura hidrotérmica de $46,4 \pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$. debido a la presión de selección térmica en cada una de las generaciones sometidas al estudio.
- Estimar la duración de las fases del ciclo de vida en la sexta generación (S_6) de *A. striata* en donde las fases larvales de las generaciones previas fueron sometidas a presión de selección hidrotérmica a $46,4 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

HIPÓTESIS

La susceptibilidad de la descendencia de *A. striata* a la hidrotérmia de $46,4 \pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ tiene una tendencia al cambio en generaciones sucesivas y además influye en la duración de las fases del ciclo de vida de *A. striata*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las especies de *Anastrepha* son endémicas en el nuevo mundo y están restringidas a ambientes tropicales y subtropicales; de las 184 especies de este género, únicamente existe información abundante en relación a: *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha grandis* (Macquart), *Anastrepha ludens* (Loew), *A.obliqua*, *A.striata* y *Anastrepha suspensa* (Loew) porque son los de mayor importancia económica (Aluja, 1993).

Boscán (2001), describe que la duración de cada fase del ciclo biológico depende directamente de la especie que se trate y de las condiciones ambientales en que se encuentra. La hembra grávida inserta su ovipositor en el fruto y deposita una serie de huevos debajo del epicarpio o en la pulpa. De los huevos emergen las larvas las cuales se alimentan de la pulpa hasta completar tres etapas o instares de desarrollo en la misma. La última etapa del crecimiento de la larva generalmente coincide con la maduración del fruto y caída del mismo. Una vez que completa su desarrollo, la larva abandona el fruto y se entierra a pocos centímetros de profundidad (4-8 cm), se transforma en pupa; después de algún tiempo, emerge el adulto que iniciará un nuevo ciclo de vida. Cuando el adulto emerge de la pupa se moviliza en el sustrato de pupación, se refugia en lugares sombríos hasta que el cuerpo adquiere su condición funcional para movilizar las alas y comienza a volar, tres a diez días después, llegan a la madurez sexual, tiene lugar la cópula, y el ciclo se repite. En la Figura 2 se ilustra el ciclo biológico para la especie *A.striata*.

Hernández-Ortiz (2001), refiere la siguiente posición taxonómica para la especie *A.striata*:

Nombre común: Mosca de la guayaba

Familia: Tephritidae

Subfamilia: Trypetinae

Tribu: Toxotrypanini

Grupo: II

Subgrupo: Tefritoide

Género: *Anastrepha*

Especie: *Anastrepha striata* Schiner

A. striata es una especie muy común y extendida en Venezuela, se reconoce el adulto por la combinación de los caracteres siguientes: diseño alar con bandas castañas amarillentas, banda Costal y banda S tocándose en R4+5, banda V completa y separada de la banda S; diseño torácico con el mesonoto castaño amarillento con áreas amarillas pálidas y áreas castañas oscuras y el metanoto castaño oscuro lateralmente y, por el aculeus con ápice ancho, romo y sin sierra (Caraballo, 2001).

Factores de mortalidad en las moscas de la fruta. En los adultos son muchos los factores de mortalidad y se expresan de diferentes maneras, sobresaliendo los factores abióticos: temperatura, humedad e inclemencia climática. Dentro de los factores bióticos destacan: parasitismo, enfermedades (bacterias, hongos, nematodos) y depredación. Las larvas con frecuencia mueren por sobrecalentamiento del fruto; además son atacadas por enfermedades del tipo bacteriano o por depredadores tales como hormigas, nitidúlidos, entre otros (Aluja, 1993).

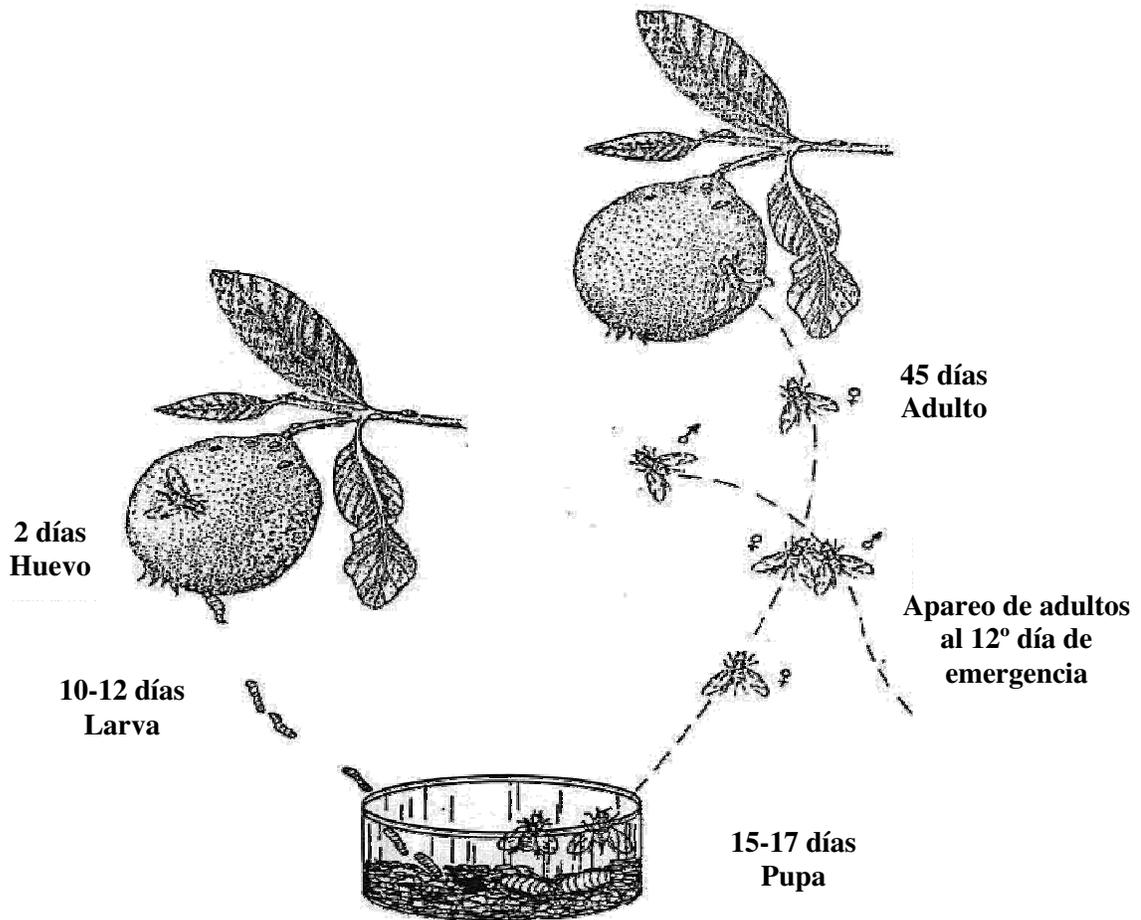


Figura 2. Ilustración del ciclo biológico de la mosca de la guayaba
Anastrepha striata Schiner
Fuente: González (1995).

Con respecto a los organismos patogénicos es poca la información disponible. Refiere Chaverri (2000), que en la Cinchona (Alajuela, Costa Rica), se pudo determinar que los puparios de *A.striata* son afectados por el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin.

Castellano (1995), con el objeto de conocer la situación fitopatológica del cultivo de guayaba en el municipio Mara del estado Zulia, visitó 22 unidades de producción, tomándose en ellas, muestras vegetativas y del suelo para ser analizadas en el laboratorio. El estudio determinó que las enfermedades que más problemas ocasionan al cultivo son: pudrición apical de los frutos causada por *Macrophoma* sp, muerte regresiva cuyo agente causal es *Botryodiplodia* sp y pudrición de raicillas; anomalía ésta, causada por hongos de los género *Phytophthora*, *Pythium* y *Fusarium*, y nematodos (*Meloidogyne* sp).

En la maduración ovárica de los Tephritidae, si bien es conocido que la calidad del alimento ingerido por los adultos es determinante para la maduración sexual de las hembras, otro factor como la calidad de los nutrientes larvarios contenido en sus hospederos, también ejerce una influencia significativa en la maduración de individuos silvestres (Ramírez et al. 1996).

Una hembra puede llegar a ovipositar hasta 12 veces en un lapso de dos horas, pero no siempre depositará el mismo número de huevos, depende de la especie y de las condiciones del fruto. En total, durante su vida puede llegar a ovipositar hasta más de 100 huevos, sobre todo en las especies tropicales (Aluja, 1993).

Los adultos de mosca de la fruta viven en promedio entre 30 y 45 días (depende de la especie), pero algunos pueden mantenerse vivos después de ocho meses, dependiente ello de las condiciones ambientales. En climas templados son mucho más longevas, mientras que en clima tropical viven menos (Aluja, 1993).

Estudios citogenéticos llevados a cabo en los tefritidos han demostrado que el número de cromosomas característicos es $2n= 12$. Variaciones en el número diploide fueron detectados en pocas especies de moscas, especialmente en aquellas que poseen un mecanismo de determinación del sexo XX: XO o $X_1X_1X_2X_2$: X_1X_2Y (Solferini y Morgante, 1990).

Estudios demográficos en moscas de la fruta del género *Anastrepha*. Lepla et al. (1983), citado por Bravo et al. (2009), refieren que durante la colonización de insectos ocurren grandes cambios, lo cual provoca que al inicio la población disminuya, por ello es aconsejable iniciar la colonización utilizando grandes cantidades de larvas y pupas. La mayor supervivencia en su ensayo se obtuvo al mezclar adultos silvestres con los de laboratorio en la colonia. Estos resultados coinciden con Rössler (1975), citado también por Bravo et al. (2009), quien recomienda la introducción periódica de material silvestre para mejorar su variabilidad genética, ya que la renovación total resultan poco práctica. En la emergencia de adultos tanto la colonia de individuos silvestres como la colonia sujeta a renovación al cruzar en forma aleatoria moscas silvestres x moscas de laboratorio, conllevaron a valores aceptables, esto quiere decir también que tanto la dieta alimentaria como el sustrato para pupación (vermiculita) contribuyeron a la obtención de estos resultados. Lo descrito es coincidente con lo señalado por Lepla et al. (1983), citado por Bravo et al. (2009), quienes destacan que la emergencia y el porcentaje de moscas voladoras, en gran medida depende de las buenas condiciones de alimentación, pupación, aunado a esto, al manejo que se le pueda proporcionar al material biológico en los estados de larva y pupa.

El desarrollo de modelos de predicción y proyección de poblaciones es imposible si no se cuenta con información básica sobre las tasas de natalidad y mortalidad. Las tendencias recientes en el control de las moscas de la fruta recomiendan cría masivas a gran escala, ya sea para la aplicación del control biológico o para implementar la técnica del insecto estéril. Los parámetros evaluados incluyen la sobrevivencia y tasas de desarrollo de los estados inmaduros, la sobrevivencia y fecundidad de los adultos, y parámetros de población, tales como las tasas neta e intrínseca de crecimiento, el tiempo medio de generación y distribución estable de edades (Liedo, 1996). Las tablas de vida son una de las herramientas más útiles en el estudio de la dinámica de las poblaciones de los insectos, registran una serie de medidas secuenciales que revelan cambios a través del ciclo de vida de una especie, en su ambiente natural y en condiciones controladas en el laboratorio (Harcourt, 1969).

La tabla de vida específica por edades u horizontal se basa en los sucesos que ocurren a una cohorte; es evidente que si seguimos a lo largo del tiempo el destino de individuos que han nacido en la misma época, a medida que van siendo afectados por las diversas fuentes de mortalidad, tendremos un registro directo del número de individuos muertos, ello permite elaborar una tabla de vida específica por edades (Rabinovich, 1980).

La construcción de tablas de vida no es un objetivo en sí mismo, sino una herramienta para la presentación sistemática de la mortalidad y sobrevivencia en una población. Puede acompañarse también con las tablas de reproducción, donde se registran la edad y la reproducción, produciéndose tablas de vida-reproducción. Una o dos tablas de vida pueden mostrar que tanta mortalidad puede ocurrir en determinados intervalos de edad, pero un grupo de ellas, replicadas en tiempo y espacio, pueden ayudar a

comprender la dinámica de las poblaciones de insectos y detectar los momentos más oportunos para el manejo de estas poblaciones de insectos con el fin de reducir su sobrevivencia (Harcourt, 1969).

Celedonio-Hurtado (1985), citado por Hernández (1996), realizó pruebas colocando larvas recién nacidas de *A. striata* en dieta de soya mas bagazo de betabel (remolacha azucarera) y en dietas de bagazo de caña de azúcar, en ambas pruebas no logró obtener desarrollo de larvas. Las pruebas con esta especie de moscas se reiniciaron con las investigaciones de Pinzón et al. (1993), citado por Hernández (1996), quienes solo lograron obtener eclosiones máximas de 89%, con un promedio para la misma de 56,66%, no logrando desarrollo de las larvas en las dietas. En 1995 se determinó como parámetro de referencia, que en los 19 días que dura el desarrollo desde huevo hasta larva de tercer estadio, el pH de la guayaba presenta una tendencia de aumento del primero hasta el séptimo día (huevo-larva del primer estadio) y a partir del día 10 hasta el 19 disminuye (larva de segundo y tercer estadio). La recuperación de larvas obtenidas en función del pH de la guayaba permitió establecer que tiende a ser una función cuadrática, con lo cual se tiene que a un pH menor de 3,64 y superior a este valor hay mayor recuperación de larvas (Hernández 1996).

Es importante señalar que las dietas crudas para larvas pueden liberar sustancias tóxicas durante el tratamiento térmico antes de ser ofertadas; además las larvas pueden producir cantidades intolerables de sustancias tóxicas en el medio de cría cuando la tasa de infestación es alta. Así mismo, los factores que contribuyen a la mortalidad crónica, incluyen cambios celulares que impiden el desarrollo normal y condiciones postratamiento complicadas para el manejo de la pupa (Hansen y Sharp 1997).

Chaverri (2000), realizó estudios relacionados con el ciclo de vida para *A.striata* a través de experimentos de campo y de crianza en un laboratorio con condiciones controladas de temperatura y de humedad. A través de los resultados pudo estimar la duración de las fases, así como la longevidad promedio de los adultos.

En atención a las dietas utilizadas para especies Tephritidae, referimos que Hernández et al. (2010), desarrollaron una dieta larval artificial para cría de *A. striata*. Estos autores monitorearon en la misma, parámetros de control de calidad (peso de la larva y pupa, y emergencia del adulto) a través de 6 generaciones, describen también como las larvas de esta especie se adaptan a la dieta mostrando un incremento en el rendimiento de la cría. Se discuten además en el trabajo, resultados que sugieren que para la adaptación de *A. striata* a una dieta larvaria artificial se requieren al menos cinco generaciones sucesivas.

Los factores que regulan y determinan parte de la presencia de moscas del género *Anastrepha* en el ambiente son diversos, sin embargo las causas de mortalidad juegan un papel importante en la regulación de las poblaciones (Aluja, 1993).

En atención a lo expuesto, Aldo Malavasi*(comunicación personal durante Mesa de trabajo: Técnica del Insecto Estéril en la Mosca de la Fruta. Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral-Venezuela 2011), también argumenta al respecto, que en un monitoreo realizado para estados inmaduros de *Anastrepha* spp., se observaron hembras adultas que ovipositaron un total de 1000 huevos en frutos, posterior a la eclosión, las larvas comenzaron a alimentarse de la pulpa del mismo, en el interior del fruto el estado larval atravesó por tres estadios, 900 larvas alcanzaron el primer instar, 850 larvas completaron el segundo instar y continuaron su desarrollo hasta el tercer instar un total de 800 larvas, las cuales abandonaron el fruto al madurar y se enterraron en el suelo (2-3 cm de profundidad), logrando la transformación en pupa un total de 500 larvas. Transcurridos aproximadamente de 13-15d emergieron un total de 200 adultos, los mismos aún estando húmedos, buscaron refugio en la vegetación donde permanecieron hasta que se secaron las alas, solo 20 adultos lograron sobrevivir como consecuencia del ataque de depredadores, condiciones ambientales y otros factores.

En México, a pesar de los esfuerzos en la investigación, la especie de mosca de la fruta con menos aportes como resultados de la experimentación para avanzar en las crías masivas ha sido *A. striata*, fundamentalmente información demográfica que pueda ser aprovechada en las acciones y estrategias para el manejo integrado de esta plaga en el país. En relación con propósitos demográficos, se realizó un estudio en condiciones de laboratorio utilizando moscas del genero *Anastrepha* que fueron colonizadas a partir de la fruta infestada de manera natural en el campo. Al comparar *A. striata* con las otras tres especies del género de importancia económica en el mencionado país, ésta se caracterizó por una mayor sobrevivencia pero menor tasa de fecundidad. La esperanza de vida fue de 35 d, la tasa neta de reproducción fue de 35 huevos por hembra, la tasa intrínseca de crecimiento fue de 0,05 y el tiempo medio de generación fue de 77 d. En el trabajo se discuten además las implicaciones de estos resultados en cuanto a su aplicación en la cría masiva y la interpretación de los datos de monitoreo en campo (Liedo et al. 1996).

Existe evidencia de que los procesos de cría masiva originan alta fecundidad y supervivencia y en las generaciones posteriores ejercen una presión de selección que resulta en tiempos de desarrollo y maduración más cortos, aumento en la fecundidad y por lo tanto, aumento en las tasas de crecimiento poblacional. La causa de estos efectos es que en el laboratorio la oviposición es en sustratos artificiales y no en frutas; mientras que las larvas son criadas en dieta artificial mejor que en las frutas. Para revertir este proceso se recomienda la introducción periódica de material silvestre ya que el remplazo total resulta poco práctico (Rössler 1975, Muñiz 1984, citados por Reyna et al. 2001).

*Investigador y Presidente del programa de manejo integrado para la mosca del Mediterráneo (**Moscamed**)-Brasil. 2011

Reyna et al. (2001), determinaron la factibilidad de usar cruza entre individuos de laboratorio y silvestres para renovar la población de *A. obliqua* analizando los parámetros de fecundidad y crecimiento durante 8 generaciones. Para ello evaluaron cuatro tratamientos: 100% ♀ y ♂ de laboratorio, (LL); ♂ de laboratorio + ♀ silvestre, 1:1 (LS); ♂ silvestre + ♀ de laboratorio, 1:1(SL) y 100% ♀ y ♂ silvestre, (SS). Como sustrato de oviposición se utilizaron esferas de Furcellaran [agar danés, polisacárido extraído de *Furcellaria fastigiata* (Turner) J.V. Lamouroux] envueltas en papel parafilm. Posteriormente las larvas recién nacidas se colocaron en dieta, a razón de 4 larvas/g de dieta. Los valores de fecundidad expresados como número de huevos por generación indican que las dos cruza iniciadas con hembras de laboratorio mostraron una producción de huevos similar, la cual aumentan conforme al tiempo generacional; en tanto que las cruza (LS) y (SS) presentaron valores bajos en las primeras generaciones y mayor fluctuación en las siguientes. Las tendencias de supervivencia son similares para las cruza (LL) y (LS) para la F₈ alcanzando una transformación mayor al 40%, sin embargo las cruza (SL) y (SS) presentan valores de 29,59 y 25,43% respectivamente. En la F₇ los cuatro tratamientos mostraron un declive y una transformación similar a la F₂, lo que permitió a los autores indicar que durante la F₇ sucedió una segunda presión de selección causada por el método de cría empleado. Con base a los parámetros de fecundidad obtenidos se recomendó la introducción de machos silvestres a la colonia de cría masiva.

Bravo et al. (2009), realizaron estudios con dos colonias de *A. obliqua*. En la colonia uno se utilizaron moscas silvestres obtenidas en estado de larvas de frutas de ciruela Mexicana (*Spondias monbin* L.) para hacer un remplazo total de la colonia, y en la colonia dos sujeta a una renovación, se cruzaron en forma aleatoria moscas silvestres (SS) x moscas de laboratorio (SL), se colocaron esferas de color verde como hospedero artificial hechos de furcellaran. La colonia (SS), inició con una producción baja de huevos que se incrementó gradualmente hasta la F₃, y disminuyó de la F₄ a la F₇. La colonia SL presentó las mismas características en cuanto a la producción de huevos; sin embargo la producción de huevos fue mayor durante las primeras dos generaciones. Para la sobrevivencia de huevo a larva, durante doce generaciones, los resultados coinciden con Rössler 1975 citado por Bravo et al. (2009), quien describió que en las primeras generaciones ocurre un mecanismo de selección por el sustrato de oviposición y por la dieta artificial, y que después ocurre una adaptación.

Métodos de control para las moscas de la fruta. Boscán (2001) describe las siguientes estrategias de confrontación:

- **Control legal.** Se ejecuta a través de cuarentenas, permisos para movilización de frutos (Guías fitosanitarias), certificados de origen, certificación de huertos, certificado de tratamiento a determinado producto agropecuario, fumigación, tratamiento con hipoclorito de sodio en solución, fungicidas, etc. Su rango de acción es muy amplio, ya que comprende acuerdos internacionales, nacionales, regionales y locales.
- **Control mecánico – cultural.** Es importante utilizar variedades o cultivares de frutales que estén perfectamente adaptadas a la región y aplicar recomendaciones técnicas que conlleven a una adecuada distancia entre árboles e hileras, una apropiada distribución dentro del lote de terreno, fertilización, riego y podas oportunas.
- **Control químico.** Para la confrontación de la moscas de las frutas es posible hacer aplicaciones selectivas. Estas se logran mediante la combinación de un cebo con un insecticida de bajo impacto ambiental. El beneficio de este tipo de aplicación consiste en no afectar a otros insectos que puedan ser benéficos y de esta forma se minimiza el efecto sobre el equilibrio de los ecosistemas.
- **Control biológico.** Es una alternativa más dentro de un programa de manejo integrado de moscas de las frutas. Desde un punto de vista económico conveniente y que pueda resultar poco costoso. Las investigaciones realizadas en control biológico han sido principalmente con parasitoides, aunque estos presentan un potencial de incremento no muy elevado. Se han hecho importaciones del exterior y algunas especies se han localizado en forma natural en el país. Entre los géneros importantes tenemos *Biosteres*, *Syntomosphyrum*, *Pachycrepoideus*, *Dirhinus* y *Tetrastichus*.

Además de lo expuesto también se han realizado investigaciones con hongos entomopatógenos, entre ellas podemos describir las conducidas por De la Rosa et al. (2002) en México. Estos autores condujeron bioensayos bajo condiciones controladas ($27 \pm 2^\circ \text{C}$, $80 \pm 5\%$ HR y fotoperiodo 12:12) para evaluar los efectos de cepas del hongo *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin sobre larvas, pupas y hembras adultas de la mosca mexicana de la fruta *A. ludens*. La mortalidad en los estados inmaduros fue de 2-8% en larvas y 0% en pupas. Sin embargo, niveles altos de mortalidad fueron obtenidos en los adultos con valores de 100, 98 y 98% respectivamente para las cepas Bb₁₆, Bb₂₄ y Bb₂₆. El rango observado de concentración letal para esas tres cepas fue de $3,12 \times 10^6$ a $9,07 \times 10^6$ con / ml. El tiempo letal medio (TL₅₀) fue respectivamente de 2,8; 3,7 y 4,2 días para las cepas Bb₁₆, Bb₂₄ y Bb₂₆, con un promedio de TL₅₀ de 4,4 días a través de todas las cepas. El micelio del hongo emergió a través de regiones membranosas del exoesqueleto, tales

como la base de las alas, el aparato bucal, regiones membranosas del abdomen, coxa, y cuello. Además, el porcentaje máximo de esporulación osciló entre 66,4 y 74,7% para las tres cepas más virulentas.

Trabajo de connotación análoga fue realizado por Santander y Santander (2006) en Venezuela utilizando la misma especie de hongo[Cepa El Laurel-UCV (VIA7637)] en suspensiones acuosas que se topicaron (4 μ L) sobre larvas, pupas y adultos de *A.obliqua*. Se observó patogenicidad sólo en los adultos (♀ y ♂) con valores de $DL_{50}= 4,28 \times 10^7$ con/mL y $DL_{95}= 1,41 \times 10^{13}$ con/mL, así como tiempo letales dependientes de la concentración topicada, siendo más promisorio la concentración de $7,75 \times 10^9$ con/mL con un $TL_{95}= 22,11$ d.

Técnica del insecto estéril. La técnica del insecto estéril fue ideada hace más de 25 años y desde entonces ha sido aplicada con éxito para el control y erradicación de algunos insectos plagas, destacando entre ellos las moscas de la fruta: *A.ludens* y *C.capitata* y el gusano barrenador del ganado[*Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1958)]. Consiste la mencionada técnica en la cría y esterilización en el laboratorio de grandes cantidades (millones) de la especie del insecto que se desea combatir, los mismos, al ser liberados en el campo copulan con individuos silvestres, y gracias al proceso de esterilización al que fueron sometidos, impedirán la descendencia del insecto plaga, reduciendo de esta manera las poblaciones en el campo (Calcagno et al. 2002).

En los laboratorios de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) en Seibersorf, Austria; a través de estudios genéticos realizados, crearon una cepa de sexado genético en la especie *C.capitata*, denominada Vienna-42, (Franz and Bush-Petersen, 1988 citado por Sosa, 1996) utilizando una mutación letal sensible a temperaturas conocida como Ist (lethal sensitive temperatura), a través de la misma es posible la eliminación de las hembras en la fase de huevo; todo esto se desarrolló a través de una mutagénesis química en la que se usó Sulfonato de etilmetano(EMS) seguido del aislamiento de una pareja portadora de los cromosomas tratados. La condición de homocigosis ist/ist de las hembras ocasiona sensibilidad a las altas temperaturas; mientras que los machos son heterocigotos, lo cual los hace resistentes a la temperatura que ocasiona la mortalidad en las hembras (Sosa, 1996). A través de la utilización de este conocimiento en el presente es posible producir solo machos para ser esterilizados, disminuyendo con ello los costos de producción en los programas de confrontación para esta especie de moscas de las fruta.

Tratamientos hidrotermicos. El mismo se realiza a través de una inmersión de los frutos con potencial hospedante en agua corriente a $46,4 \pm 0,3$ ° C por periodos de tiempo estipulados en normas que al respecto se han elaborado. Según Proexant (2006), para mango se aplica la norma exigida por APHIS-USDA (343 USDA-APHIS-PPQ, 2002). Referencias de algunos aspectos relacionados con investigaciones básicas realizadas en Venezuela sobre el tratamiento hidrotérmico relacionadas con la susceptibilidad térmica larval pueden ser visualizados en el Cuadro 1 para tres especies del genero *Anastrepha* (Morales y González, 2007).

Gould y Sharp (1992), sometieron frutos de guayaba ‘Ruby’ y otros frutos infestados con larvas de la mosca del Caribe *A. suspensa* a tratamientos hidrotérmicos de $46,4 \pm 0,3$ °C. El equilibrio térmico entre el agua del medio externo y el centro del fruto se logró a los 35 min, y la variación en relación a otros frutos (Ej: mangos) fue grande en cuanto a mortalidad (las causas no se explican en el trabajo). Refieren los autores, que la inmersión de las guayabas infestadas con las larvas de *A. suspensa* en agua a $46,1 \pm 0,5$ °C por 35 minutos provee una prueba de cuarentena con seguridad y no reduce la calidad de los frutos.

Rodríguez y Sifuentes (1995), como resultado de sus investigaciones en Venezuela con tratamiento hidrotérmico aplicados en guayabas del cultivar Dominica Roja describen al respecto las siguientes consideraciones: El tiempo de penetración de calor en los frutos ($X = 110,5g$) necesario para alcanzar el equilibrio térmico con el entorno acuoso con temperatura de $46,4 \pm 0,3$ °C fue de 45,88 min, además observaron en pruebas de susceptibilidad, al someter las larvas de *A. striata* al tratamiento hidrotermico de $46,1 \pm 0,5$ °C, valores que permitieron estimar que los tiempos necesario para alcanzar los TL₅₀ y TL_{99,99} de mortalidad en las larvas fueron respectivamente de 4,67 y 15,8 minutos. Concluyen los autores, que los tratamientos hidrotérmicos a $46,1 \pm 0,5$ ° C por 62 o 67 min fueron eficientes para generar la mortalidad larval en frutos de guayaba infestados con *A. striata*, además no afectaron significativamente las características organoléptica y físico-química de los mismos.

Matías et al. (1998), condujeron investigaciones para determinar la temperatura y el tiempo de exposición para obtener el TL_{99,99} (99,9968% de mortalidad) para larvas del tercer instar de *A. striata* cuando se sumergen en forma directa en agua caliente. Emplearon los tratamientos: 39,0; 39,6 y 40,0°C por periodos de 30 a 180 min en intervalos de 30 min, y 42,0°C por periodos de 30 a 60 min en intervalos de 10 min. Los tiempos estimados para obtener el TL_{99,99} fueron 154' 53", 137' 50", 124' 41" y 48' 00", respectivamente. El análisis de los datos de mortalidad obtenidos con los tratamientos con duración de 90 y 120 min estimó temperaturas de 41,53 y 39,67°C. Estos resultados permiten predecir la factibilidad de aplicar un tratamiento térmico cuarentenario para frutos infestados por *A. striata*, además permite elegir la dosis de tiempo y temperatura más adecuada para frutos sensibles.

Cuadro 1. Valores de susceptibilidad térmica deducidos para la fase larval de *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) y *Anastrepha striata* Schiner al ser sometidas a la inmersión hidrotérmica ($46,4 \pm 0,3$ °C) en bolsas plásticas de Polietileno.

Fuente bibliográfica	Especie	Fruto hospedante	Variedad (V) Cultivar (C)	Generación filial (F)	TL ₅₀ (min)	TL ₉₅ (min)	TL _{97,7} (min)	TL _{99,99} (min)
González, R 1995	<i>A. serpentina</i>	Níspero	Santiago (V)	F ₁	8,53			17,06
Rodríguez y Sifuentes, 1995	<i>A. striata</i>	Guayaba	Dominica Roja (V)	F ₁	4,67			15,84
Castillo, A 1997	<i>A. obliqua</i>	Mango	Bocado (V)	F ₂₉	4,79	11,22		
				F ₃₀	6,81	11,90		
				F ₃₁	3,45	5,86		
				F ₃₂	4,46	10,36		
García, R 1997	<i>A. obliqua</i>	Mango	Haden (C)	F ₁₂	6,00		13,00	
				F ₃₀	7,00		17,00	
León, L 1997	<i>A. serpentina</i>	Níspero	No especificado	F ₁₂	7,92	14,35		
				F ₁₃	3,44	7,62		
				F ₁₄	5,52	18,60		
				F ₁₅	7,11	15,34		
Ordosgoitti, C 1997	<i>A. serpentina</i>	Níspero	Santiago (V)	F ₁₄	6,00		12,00	
Silva, M 1997	<i>A. serpentina</i>	Níspero	Tiberio (V)	F ₁	6,00		12,00	
Cerdá, V 2001	<i>A. obliqua</i>	Mango	Haden (C)	F ₁₃	9,92	18,21		
				F ₁₄	8,94	18,67		
				F ₁₅	6,20	11,25		
			Tommy Atkins (C)	F ₁₄	9,49	17,86		
				F ₁₅	7,98	13,47		
Perdomo, N 2004	<i>A. obliqua</i>	Mango	Keitt (C)	F ₃₃	5,00	13,00		

Fuente: Morales y González (2007)

Las larvas y adultos de las moscas de la fruta de la familia Tephritidae viven en variados hábitat y tienen diferentes hábitos de comportamiento y alimenticios. También se observa en larvas y adultos el efecto de diferentes presiones selectivas. Si una hembra establece sus huevos sobre un hospedero atípico, la larva puede que no se disperse a otro hospedero por ende la población tiene dos posibilidades: adaptación a un nuevo hospedero o la muerte. Como una consecuencia de esta presión selectiva, la morfología de muchos caracteres larvales en Diptera es adaptativa. Por lo tanto, una consecuencia de la selección natural es una gran riqueza de caracteres en lo neurossensorial, respiratorio, y sistema digestivo de las larvas que también pueden contribuir al reconocimiento, clasificación y descripción de especies hermanas (Andreeva 1989, 1999; Frías 2001, 2004, 2005 citados por Frías et al. 2006).

En las larvas de Diptera, durante la metamorfosis la información genética guía el desarrollo de los diferentes órganos de los adultos y estructuras tales como: ojos, patas, alas, antena, gónadas, y otros (Hotta and Benzer 1972, Brewen and Sing 1983 citado por Frías et al. 2006). Por lo tanto el nivel de selección genotípica de la población larval es importante en la estructura genética de la población y en la evolución de especies. Los factores selectivos bióticos y abióticos que afectan a la larva también pueden afectar el desarrollo y evolución de las formas adultas (Frías 2004 citado por Frías et al. 2006).

La termotolerancia es el proceso a través del cual un organismo que es expuesto a altas temperaturas no letales adquiere resistencias a altas temperaturas normalmente letales debido a la producción de proteínas de choque calorico[Heat Shock Proteins(HSP)] (Solomon et al. 1991; Vierling, 1991 citado por Lurie y Jang 2007). Estas proteínas también están correlacionadas con la inducción de tolerancia a otros tratamientos estresantes como por ejemplo: altas concentraciones de etanol, arsénico o metales pesados (Lindquis 1986, Subjeck y Shyy 1986, Nover 1991, Sánchez et al. 1992 citados por Lurie y Jang 2007).

Con respecto a tratamientos de cuarentena, la investigación sobre la proteína de choque inducible en insectos es útil, porque fluctuaciones de temperatura en el campo o durante la post-cosecha pueden causar una respuesta de choque térmico que, posteriormente, podría comprometer la eficacia de los tratamientos térmicos (Hallman y Mangan 1997 citado por Lurie y Jang 2007).

Thomas y Shellie (2000), condujeron investigaciones para determinar cuál era el nivel de temperatura de cuarentena y el tiempo de la tasa de calentamiento que puede inducir termotolerancia en larvas del tercer instar de *A.ludens*. Para este insecto plaga se dispone de un tratamiento cuarentenario con calor aprobado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA (United States Department of Agriculture), 1998], por ello la importancia del estudio. Puede señalarse además, que en diversas especies de Diptera un precalentamiento de exposición a alta temperatura subletales puede inducir resistencia subsiguiente, de lo contrario es letal la exposición

a temperaturas altas (Carretero et al.1991, Jang 1992b, Yocum y Denlinger 1993, citados por Thomas y Shellie, 2000).

Thomas y Shellie (2000), refieren que se han observado casos donde las larvas han sobrevivido en frutos tratados a temperaturas dosificadas con un exceso de exposición que debería causar la muerte de todos los insectos presentes, para ello cita como ejemplo las observaciones de Mangan et al. 1998, quienes reportaron sobrevivencia de larvas de *A. ludens* en naranjas tratadas con aire caliente a 46°C por 230 min. La capacidad de los organismos de vivir soportando la exposición de elevadas temperaturas por medio de una respuesta de confrontación calórica es bien conocida y está documentada por varios estudios, entre ellos los descritos por Shoffl et al. 1998 citado por Thomas y Shellie, 2000.

El incremento en la resistencia al calor se ha observado en la mosca del Mediterráneo, mostrando exposición de la misma a temperaturas subletales entre 32 y 42°C, así como también en *Bactrocera tryoni* (Froggatt). Ambas especies de mosca de la fruta son de la misma familia (Jang 1992. Feder et al. (1996), citados por Lurie y Jang (2007). Hallmann (1994) citado por Lurie y Jang (2007), refiere que las larvas del tercer instar de *A. suspensa* criadas a 30°C fueron significativamente más tolerantes al calor que las criadas a 20°C. Thomas y Shellie (2000), citado por Lurie y Jang (2007), describen que es posible la inducción de termotolerancia en larvas del tercer instar de *A. ludens* después de la exposición a 44°C y a un calentamiento lento durante 120 min.

Castillo (1997), realizó en Venezuela estudios a través de bioensayos con larvas de *A. obliqua* colonizadas en el laboratorio y sometidas a presión de selección. Al ensayar observó cambios de susceptibilidad térmica a $46,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$ a través de cuatro generaciones sucesivas F₂₉, F₃₀, F₃₁ y F₃₂, los resultados permiten señalar que el efecto de la presión de selección no condiciona un incremento en la tolerancia de la referida especie al tratamiento empleado (Cuadro 2).

León (1997), también estudió en Venezuela la susceptibilidad de poblaciones larvales y adultas de *A. serpentina* a tratamientos hidrotérmicos. Comprobó que las poblaciones larvales de 4 generaciones sucesivas: F₁₂, F₁₃, F₁₄ y F₁₅ tuvieron una respuesta menos homogénea en la medida que se aplicaba la presión de selección térmica. Concluyó que el efecto de la presión de selección con agua a $46,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$ sobre las larvas condicionan un incremento en la susceptibilidad de la referida especie hacia el tratamiento hidrotérmico (Cuadro 2).

Cerdá (2001), comprobó en bioensayos de laboratorio a través de tres generaciones sucesivas, que en larvas de *A. obliqua* criadas tanto en mangos del cultivar Haden como en Tommy –Atkins, no se observaron durante la experimentación muestras de tolerancia térmica al tratamiento de inmersión a $46,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$ de acuerdo a las líneas de regresión Probit-Log (Figura 3), e indican las mismas un desplazamiento de

derecha a izquierda con una disminución de los valores correspondientes a los TL₅₀ (Cuadro 1 y 2).

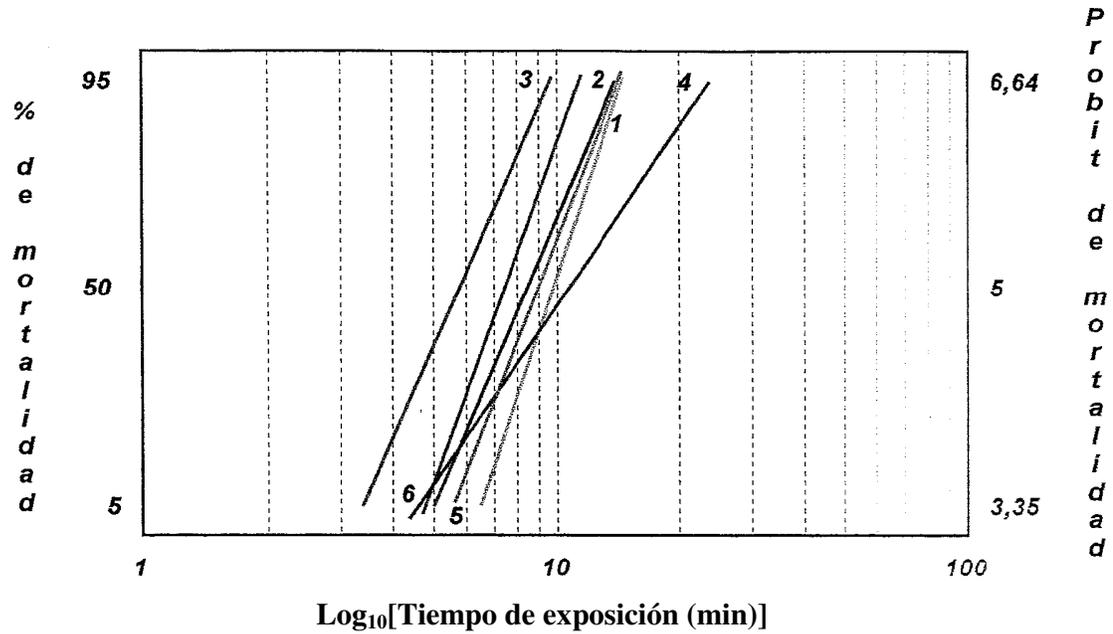


Figura 3. Representación gráfica de la mortalidad (Unidades porcentuales y probit) para larvas de *A. obliqua* (F₁₃, F₁₄ y F₁₅) tratadas hidrotérmicamente a $46,4 \pm 0,3$ °C en función del Log₁₀ del tiempo de exposición. Hospederos de colonización: Frutos de mango de los cultivares Haden (líneas de regresión 1, 2 y 3) y Tommy Atkins (líneas de regresión 4, 5 y 6). Fuente: Cerdá, 2001

Cuadro 2. Valores de presión de selección, tiempos de exposición y mortalidad deducidos para la fase larval de *Anastrepha obliqua* (Macquart) y *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) al ser sometidos a la inmersión hidrotérmica ($46,4 \pm 0,3$ °C) en bolsas de plástica de Polietileno.

Fuente bibliográfica	Especie	Fruto hospedante	Generación filial (F)	Presión de selección (%)	Tiempo de exposición (min:s)	Ma	Mc	*Mf (%)	
Castillo, A 1997	<i>A. obliqua</i>	Mango Variedad Bocado	F ₂₉	30	04:00	22,53	19,60	42,13	
			F ₃₀	60	08:31	61,21	34,80	96,63	
			F ₃₁	70	04:03	70,30	8,84	79,14	
			F ₃₂	65	05:12	84,66	13,50	98,16	
León, L 1997	<i>A. serpentina</i>	Níspero Variedad o cultivar sin especificar	F ₁₂	10	04:48	29,05	7,54	36,59	
			F ₁₃	60	05:48	81,12	5,09	86,22	
			F ₁₄	No se realizó presión de selección por no disponer de material biótico					
			F ₁₅	45	06:21	88,46	11,54	100,00	
Cerdá, V 2001	<i>A. obliqua</i>	Mango cultivar Haden	F _{1,3}	60	10:36	57,16	33,61	90,77	
			F ₁₄	70	10:32	66,95	24,14	91,09	
			F ₁₅	80	07:41	81,34	6,51	87,85	
		Mango cultivar Tommy Atkins	F ₁₃	60	13:48	55,85	38,90	94,75	
			F ₁₄	70	10:54	69,81	17,07	86,88	
			F ₁₅	80	09:38	76,85	8,53	85,38	

Fuente: Morales y González (2007)

Ma= Mortalidad aguda

Mc= Mortalidad crónica

* **Mortalidad final (Mf)=** Mortalidad aguda + mortalidad crónica (efecto de la morbilidad)

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Estimación de la duración de las fases en el ciclo de vida de la primera selección.

1.1 Establecimiento de la Cría. En un área climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12) del Laboratorio de Bioensayos para Moscas de la Fruta (**Lamofru**) del Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, se estableció una colonia silvestre [Selección silvestre (S_0)] de *A. striata* obtenida de selecciones parental no sometida a presión de selección alguna con insecticidas y provenientes de plantaciones de guayaba (Banco de germoplasma del INIA-CENIAP y otras áreas del entorno).

- **Recolección de frutos para establecer la cría.** La colecta de frutos se realizó a través de la cosecha de guayabas en estado de madurez fisiológica o maduras, principalmente de frutos que se conservaban todavía en el árbol; en el caso de los frutos caídos, se seleccionaron preferiblemente aquellos que presentaron características de haber caído recientemente y en los frutos provenientes de los árboles se colectaron tomando como criterio cambios en la coloración del epicarpio, de verde a amarillo, los mismos, en el laboratorio, si no estaban maduros se colocaron en envases de anímate de 945 ml de capacidad provistos de una tapa ventilada en el área central ($\varnothing = 2,5\text{cm}$) con malla para la aireación hasta completar su maduración definitiva.
- **Obtención de adultos (S_0).** En el laboratorio se colocaron sobre una bandeja los frutos maduros, y utilizando un cuchillo pequeño ($\ell = 20\text{cm}$) se procedió a la disección de los mismos para extraer con pinzas metálicas las larvas, seleccionar las del tercer instar y cuantificar las mismas. Las larvas vivas se colocaron en un contenedor de anímate (237 cm^3) con tapa ventilada para pupación provisto de un sustrato de vermiculita estéril ligeramente humedecido. En algunos frutos, se observaron pupas, las cuales se lavaron con agua destilada estéril y se colocaron en sustrato de vermiculita estéril previamente humedecido. Es importante señalar que se utilizaron dos contenedores de anímate (237cm^3) uno para colocar las pupas formadas y otro para las larvas de tercer instar, ya que los periodos de emergencia previstos son diferentes.

Una vez disponibles las pupas, las mismas dieron origen a los adultos de la selección S_0 . Los adultos, machos y hembras fueron trasladados a jaulas para cría (Figura 4) y se les ofertó agua corriente y dieta carboprotéica elaborada con proteína hidrolizada de maíz y papelón pulverizado en relación 1:3 según la secuencia ilustrada en el Anexo 1.

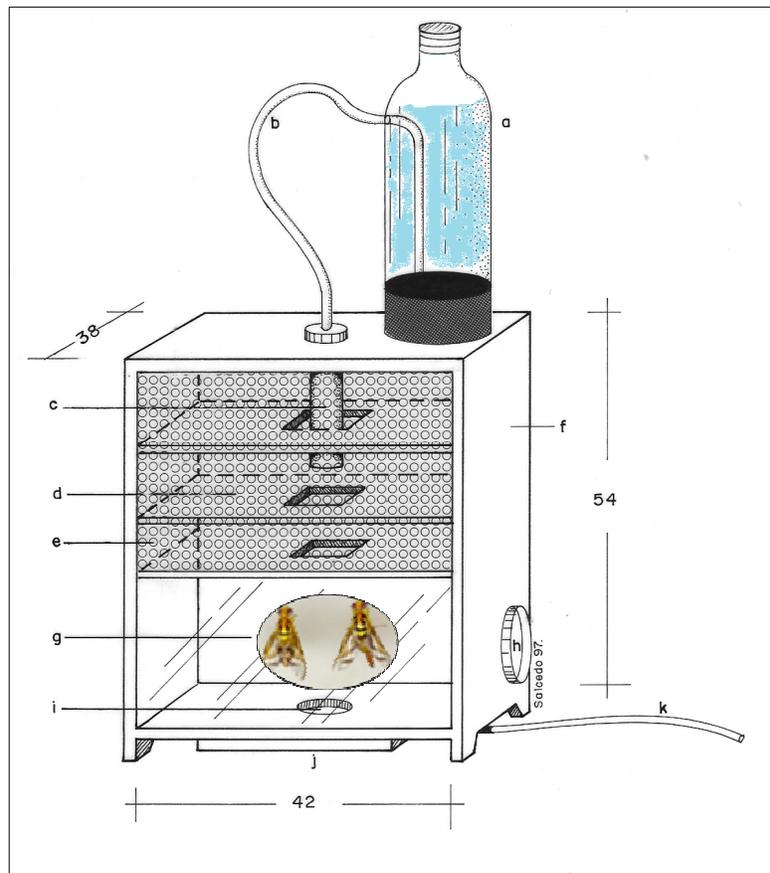


Figura 4. Jaula para cría de *Anastrepha striata* Schiner. Componentes: a) botella plástica contentiva de agua; b) manguera de flujo; c) dispensador de agua (bujía); d) rejilla de plástico blanca; e) tela plástica de 16 mallas/cm²; f) cuerpo de madera color blanco; g) visor de vidrio para observar las moscas; h) tapa con rosca para manipulación; i) receptáculo para colocar grava; j) bandeja colectora de agua dispensada por la bujía [trampa acuosa para captura de depredadores (hormigas)].

Fuente: **Lamofru**, 2011.

Transcurridos 15 días, periodo en el cual hembras y machos de *A. striata* están en apareo, se procedió a incorporar en la jaula esferas de agar-agar como sustrato de oviposición con el propósito de dar comienzo a la estimación de la duración de las fases del ciclo de vida correspondiente a la S₁. Para realizar los bioensayos de susceptibilidad térmica larval y presión de selección de la S₁ se incorporaron en otra jaula frutos de guayaba, previamente lavados con el propósito de que se produjera la oviposición durante un periodo de 48 horas.

1.2. Estimación de la duración de las fases del ciclo de vida para S₁. El bioensayo se realizó en un área climatizada (25 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12:12) a partir de una colonia de *A. striata* S₁ obtenida de una cría de la misma especie perteneciente a la selección S₀ (no sometida a tratamiento hidrotérmico). Conocidos los valores correspondientes a cada una de las fases se estimó su duración promedio (X Istat 2010)

- **Fase de huevo.** En jaulas para cría de adultos se suspendieron en diferentes oportunidades desde el techo interno 20 esferas ($\varnothing = 4$ cm) de agar-agar de color verde impregnadas con extracto acuoso de guayaba y elaboradas según el diagrama del Anexo 2; las mismas se ofertaron a colonias de adultos de S₁ (♀+♂) sexualmente activas, transcurridas 48 h se procedió a disectar cada esfera con una aguja de disección con la finalidad de coleccionar y cuantificar los huevos. Se seleccionaron 100 huevos, los cuales se distribuyeron en grupos de 20 por réplica y se colocaron sobre tela cuerina negra (denominación comercial) inmersa en cápsulas de Petri contentivas de agua destilada, para con ello impedir la deshidratación de los mismos. La cuerina, debido al contraste de color, permitió visualizar los huevos, además garantizó permanentemente la humedad del medio. En observaciones diarias con la ayuda de una lupa estereoscópica se determinó cuántos huevos eclosionaron cada 24 horas, en cada grupo de 20. Con estos valores se calculó la duración promedio de la fase de huevo \pm s.
- **Fase de larva.** Se condujeron ensayos no simultáneos, con el propósito de caracterizar en nueve sustratos dietéticos el porcentaje de sobrevivencia de las larvas a través del tiempo en las condiciones de laboratorio (**Lamofru**). Los sustratos considerados para el estudio fueron: Frutos de guayaba (VR. Dominica Roja) monohoradados hasta el endocarpo ($\square = 0,5$ cm), pulpa homogeneizada de lechosa 66,11%+agar-agar, pulpa homogeneizada de guayaba (VR. Dominica roja) madura 65,68%+agar-agar, colado pasteurizado de guayaba (Gerber), pulpa homogeneizada de lechosa madura 65,68% + agar-agar +Nipagin 4%, harina de maíz 50,52% +agua potable estéril, harina de soya 14,93% +agua potable estéril y dos pulpas homogeneizadas de guayaba (Clon 3 Zulia patrón Roja Redonda) 100%, una elaborada con frutos en madurez fisiológica y la otra con frutos maduros (Ver Anexo 3 y 4).

En cada ensayo, las larvas existentes procedentes de cada una de las cinco replicas conformadas por 20 huevos c/u, se coleccionaron de las cápsulas de petri para caracterizar su sobrevivencia en cada sustrato dietético, exceptuando el elaborado con frutos maduros del Clon 3 Zulia-Patrón Roja Redonda, se trasladaron con la ayuda de un pincel de cerdas escasas (N° 1) a envases de vidrio de 50 ml de capacidad con tapa ventilada contentivos de 2 ml del mismo, procediendo en el caso del sustrato elaborado con el mencionado clon a trasladar las larvas después del sexto día a un sustrato elaborado con frutos maduros del mismo clon hasta que abandonaron este último. En función de los valores

$l_x = n_x / n_0$; n_0 es el tamaño inicial de la cohorte al comenzar el ensayo

dx = Número de individuos que mueren entre las edades x y $x + 1$; $dx = n_x - n_{x+1}$

q_x = Probabilidad de morir entre la edad x y $x + 1$; $q_x = dx / n_x$

L_x = Probabilidad promedio de sobrevivencia entre dos edades sucesivas; $x = (n_1 + n_2) / 2$

T_x = Días que quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x .

$T_x = \sum (L_x)$, suma acumulada de L_x desde debajo de la tabla

e_x = Esperanza media de vida para organismos vivos al comienzo de la edad x ; $e_x = T_x / l_x$



Figura 5. Jaula para bioensayos. Material básico de construcción: botella plástica de refresco de 2L. **Componentes:** a) protector de iluminación. b) cuerpo cilíndrico transparente. c) área de ventilación a través de malla ($24/\text{cm}^2$). d) dispensador para dieta carboproteica. e) dispensador de agua con mecha de algodón. f) abertura rectangular (8×6 cm) para manipulación de insecto g) contenedores de plástico (73 cm^3). h) poro para drenaje de agua. i) piso de grava. j) bandeja colectora de agua.

Fuente: Lamofru, 2011.

2. Obtención de larvas para bioensayos de susceptibilidad y presión de selección.

Se procedió a obtener larvas de la selección S_1 empleando como sustrato de oviposición guayabas del cultivar "Dominica Roja" previamente lavadas, pesadas y tratadas hidrotérmicamente a $46,4 \pm 0,3$ °C por 50 minutos (Rodríguez y Sifuentes, 1995). Las guayabas se colocaron en jaulas de cría contentiva de una colonia de adultos de *A.striata* (S_0) por un periodo de 48 h, transcurrido este tiempo, se trasladaron a contenedores de anime (37x25x27cm) por un lapso de 15d, al término del cual se procedió a extraer las larvas del tercer instar correspondiente a S_1 . Este proceso para la obtención de larvas se realizó a través de cinco generaciones sucesivas S_1 : S_2 , S_3 , S_4 y S_5 que permitieron, realizar cuatro bioensayos de susceptibilidad y cuatro bioensayos de presión de selección. Para la primera selección (S_1), se dispuso en el tiempo previsto, de un total de 2160 larvas, 1000 se utilizaron en la prueba de susceptibilidad y 1160 se sometieron a presión de selección. En la segunda selección (S_2), se dispuso de 1176 larvas, de ellas se utilizaron 750 larvas para realizar el bioensayo de susceptibilidad y 426 se utilizaron para la segunda presión de selección. En la tercera selección (S_3), se contó con 1342 larvas, de las cuales 1000 se utilizaron en la prueba de susceptibilidad y 342 se sometieron a la tercera presión de selección. En la cuarta selección (S_4) se dispuso de 364 larvas; con 300 de ellas se realizó la prueba de susceptibilidad térmica larval, quedando solo 64 larvas. A pesar de la poca cantidad, y no disponiendo de alternativa alguna, estas larvas se utilizaron para la cuarta presión de selección, de ellas se separaron las sobrevivientes, las cuales puparon, emergiendo los adultos. El respectivo cruce produjo huevos y algunas larvas correspondientes a S_5 .

2.1 Bioensayos de susceptibilidad térmica larval. Una vez disponibles las larvas del tercer instar de la primera selección (S_1), se adoptó un arreglo estadístico completamente aleatorizado de 10 tratamientos (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 min) y 5 repeticiones. Las larvas se colocaron en bolsas plásticas con cierre a través de presión manual (12,5cm x 7,5 cm) en número de 20 larvas por réplica y se introdujeron con excepción del testigo simultáneamente en un baño de agua a $46,4 \pm 0,3$ °C con control térmico automatizado (JULABO PC).

Las bolsas que contenían las larvas se retiraron del agua según el tratamiento correspondiente al transcurrir: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 min. Las bolsas con las larvas testigo se mantuvieron a 25° C en agua corriente en un Beaker de 250 ml por 18 minutos. Luego, las larvas se extrajeron de las bolsas y fueron trasladadas a frascos de vidrio de 50 ml (previamente lavados con hipoclorito de sodio al 2,58% y esterilizados) contentivos de 10 ml de la dieta de pulpa homogeneizada de guayaba madura (65,68%) + agar-agar, $7,84 \pm 0,357$ °Brix (Anexo 5), donde permanecieron por 72 horas, período durante el cual se realizaron las respectivas observaciones, procediendo a contar por réplica el número de larvas muertas a las 24, 48 y 72 horas con la finalidad de deducir el porcentaje de larvas muertas por tratamiento (mortalidad aguda= Ma). Las larvas vivas se colocaron en el interior de contenedores cilíndricos (2,5x5cm) de plásticos con tapa ventilada provistos con vermiculita estéril húmeda para favorecer la pupación.

Los valores de mortalidad aguda observados fueron procesados a través de programas estadísticos (Raymond, 1999) para establecer las ecuaciones de regresión lineal ($Y=a+b(X-M)$) y deducir los valores Probit 5 (TL_{50}) y Probit 6,64 (TL_{95}) de mortalidad larval. Luego se realizó el conteo de las pupas formadas y de adultos emergidos, ello con la finalidad de determinar el porcentaje de adultos no emergidos (mortalidad crónica= M_c). Se estimó al término de la emergencia de los adultos la mortalidad final ($M_f = M_a + M_c$).

La misma secuencia metodológica se utilizó para las selecciones siguientes: Para el caso de S_2 se utilizaron 15 larvas por réplica y en S_3 20 larvas por réplica, en ambos bioensayos se aplicaron 10 tratamientos incluyendo el testigo (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 min). Para S_4 se utilizaron siete tratamientos incluyendo el testigo (0, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 min) y se emplearon 10 larvas por réplica. Después del bioensayo para S_4 no fue posible realizar experimentación similar para S_5 .

2.2 Bioensayos de presión de selección: Estas pruebas se realizaron posterior a cada bioensayo de susceptibilidad, una vez realizado análisis Probit, estimados los tiempos letales y establecida la naturaleza porcentual de la presión de selección en función del tiempo para cada generación seleccionada. En la S_1 se procedió a tratar hidrotérmicamente 1160 larvas por un tiempo correspondiente al porcentaje de presión de selección de 60% (8,49 min), deducido el mismo de los valores de mortalidad aguda observado de la prueba de susceptibilidad térmica larval y procesada a través del programa estadístico mencionado. Las larvas en lotes de 50 se colocaron en bolsas plásticas [cierre a presión manual (17,8cm x 20,8cm)], las mismas luego de tratadas se colocaron en recipientes prismáticos de plástico (38x13 x13 cm³) con tapa ventilada contentivos de la dieta agar-guayaba (Anexo 5).

A las 24, 48 y 72 horas de transcurrido el tratamiento se realizaron las observaciones para estimar la mortalidad larval y expresar el efecto porcentual de la presión de selección, los individuos que lograron pupar y pasaron a la fase de adulto se trasladaron a jaulas de cría y se les incorporó agua y dieta carboprotéica. A estos adultos, una vez que transcurrieron 13 días se les ofertó un sustrato de oviposición (frutos de guayaba, tratados hidrotérmicamente a $46,4 \pm ^\circ C$ por 50 min) y al término de 15 días se obtuvo la siguiente generación (S_2), cuyas larvas una vez extraídas fueron utilizadas para realizar el segundo bioensayo de susceptibilidad térmica larval y presión de selección [se extrajeron un total de 426 larvas, para un tiempo correspondiente al porcentaje de presión de selección de 70% (9,26 min)]. Este proceso se repitió hasta lograr los resultados que se contemplaron para las generaciones correspondientes a la S_3 y S_4 utilizando respectivamente un total 342 y 64 larvas; para aplicar porcentajes de presión de selección de 80% (10,75 min) y 90 % (12,54 min). Para la S_5 , al no realizar el bioensayo de susceptibilidad térmica larval, no se estimó el TL_{50} y el TL_{95} correspondiente a esta selección filial.

Estimación del TL₅₀ y TL₉₅. Cada porcentaje de mortalidad larval registrado en los bioensayos se transformó a través del programa estadístico en los valores probit respectivos (Raymond 1985).

Las líneas Dosis-Respuesta permitieron comparar la susceptibilidad de las cuatro generaciones de larvas de la especie en estudio al tratamiento hidrotérmico a través del tiempo. Rectas con pendiente elevada se interpretaron como una respuesta homogénea de los miembros de la población ante los cambios de la energía cinética media en el sistema biótico, por el contrario rectas con pendientes bajas se interpretaron como respuestas heterogéneas de los miembros de esas poblaciones ante los mencionados cambios. Estos valores de pendientes también son calculados por el programa e incluidos en la ecuación de regresión respectivas.

3. Estimación de la duración de las fases del ciclo de vida de la sexta selección.

En el sexto objetivo específico estaba previsto estimar la duración de las fases del ciclo de vida en la S₆, al respecto no se describe metodología alguna, las razones se explicaran al abordar la descripción y discusión de resultados inherentes a los bioensayos de susceptibilidad y presión de selección.

RESULTADOS Y DISCUSION

A pesar de las limitaciones señaladas al abordar la descripción de los antecedentes en lo inherente a la colonización de *A. striata*, así como de las consecuencias de la incidencia de la presión de selección, la experimentación en el laboratorio permitió avanzar significativamente en el conocimiento para establecer las colonias de *A. striata*, ya que se superaron la mayoría de los problemas sobre el tema referidos por Hernández (1996), pudiendo obtener resultados para la especie como los que a continuación se describen para la especie.

1. Estimación de la duración de las fases del ciclo de vida en la primera selección.

En la colonia de laboratorio correspondiente a S_1 , se registraron los valores de tiempo para las fases de huevo, larva y pupa, y se calculó la duración promedio de cada una de ellas. Para la fase de adulto se determinó el tiempo que transcurrió desde que se inicio la emergencia hasta la muerte natural de los mismos; con estos valores se estimó la longevidad promedio y se procedió a conformar la tabla de vida.

Hernández y et al. (1995), citados por Hernández (1996), determinaron algunos parámetros demográficos necesarios para la colonización de *A. striata*; describen los autores que para obtener huevos en condiciones artificiales era efectivo utilizar hospederos de agar-agar (24g/litro de agua, mas 5 mL de colorante vegetal verde) y de Furcellaran (30g/L de agua, mas 5 mL de colorante vegetal). Una de estas estrategias operativa para obtener los huevos fue utilizada con éxito en nuestro caso disponiendo en el techo de las jaulas esferas de color verde elaboradas con agar-agar.

Fase de huevo. En cuanto a la fase de huevo, las observaciones realizadas en esta experimentación permitieron cuantificar valores diferentes en los cinco periodos de observación para el porcentaje de eclosión (Cuadro 4). Se dedujo un 52% de eclosión con producción de larvas viables, siendo la duración de la fase de huevo $3,01 \pm 0,69d$ (Cuadro 5). Este valor tiene correspondencia análoga a los descritos por Hernández et al. (2010) al conducir estudios sobre dietas de mantenimiento para crías masivas de moscas para la producción de machos estériles en México. Los autores incubaron huevos de *A. striata* por un periodo de 3 días a $28 \pm 1^\circ C$, los mismos fueron colectados de esferas de oviposición preparadas con Furcellaran, y generaron en el tiempo señalado entre 20 y 40% de eclosión al colocarlos sobre dietas elaboradas con similitud a las utilizadas en crías de *A. ludens* (dieta ALU), *A. obliqua* (dieta AO I, II y III), *A. serpentina* (dieta ASE) y *C.capitata* (dieta CCA); en estas dietas la mayor recuperación larvaria fue de 4,8%.

Chaverri (2000), determinó para la fase de huevo de *A.striata* una duración de $5,6 \pm 1,04$ d, valor este superior al obtenido en nuestro estudio ($3,01 \pm 0,69$ d) para la misma especie de mosca. Es probable que esta diferencia en el tiempo tiene su origen en el efecto de las condiciones del entorno ambiental.

Cuadro 4. Valores correspondientes a la (Eclo.) y respectivas larvas de primer instar, por replica [20 huevos de *Anastrepha striata* Schiner (S_0) colectadas en esferas de agar-agar durante 24 h] al término de cinco periodos de 24h consecutivos. $T= 25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12 de incubación.

Replica	Nº huevos	NºEclo. 24h	Nº Eclo. 48h	NºEclo. 72h	NºEclo. 96h	NºEclo. 120h
1	20	0	3	7	1	0
2	20	0	4	5	1	0
3	20	0	2	6	2	0
4	20	0	2	5	4	0
5	20	0	0	7	2	1
Sub-total	100	0	11	30	10	1
\bar{X} Eclosión/periodo	-	0	2,2	6,0	2,0	0,2
\bar{X} Eclosión/ día	2,08±2,156					
% de Eclosión	52,00					

Cuadro 5. Duración de la fase de huevo de *Anastrepha striata* Schiner (S_1) para generar a través de la eclosión larvas del primer instar en condiciones de laboratorio: $T= 25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12).

Día(d) de observación	Frecuencia de observación	Producto
1	0	0
2	11	22
3	30	90
4	10	40
5	1	5
n	52	157
\bar{X}	3,01	-
s	0,69	-

Nota. Después de las 120 h (5d.) no se observó eclosión alguna durante el lapso restante hasta el término del ensayo (10d).

Fase de larva (S₁). Los resultados observados al caracterizar cada uno de los sustratos dietéticos conllevó a no seleccionar alguno de los siete primeros para estimar la duración de la fase, ya que no fue posible mantener la viabilidad de las larvas hasta la pupación, solo se visualizó sobrevivencia de esta fase inmadura en el octavo ensayo con la oferta de los sustratos dietético elaborados con pulpa homogeneizada de guayaba del Clon 3 Zulia-Patrón Roja redonda (Cuadros 6 y 7). Analizada esta información fue posible estimar la longevidad de la fase de larva, la misma se correspondió con 12d (Anexo 6).

Cuadro 6. Valores de algunas características químicas de la pulpa de guayaba procedente de frutos en madurez fisiológica [Clon 3 Zulia Patrón Roja Redonda], utilizada como dieta para manutención (iniciadora) de larvas de *Anastrepha striata* Schiner (S₁) desde el día 1 al 6

Muestra N°	pH	% Azucares (°Brix)	% Acidez titulable (expresada como ácido cítrico)
1	4,07	5,5	0,061
2	4,08	5,5	0,068
3	4,07	5,6	0,070
4	4,07	5,5	0,063
5	4,08	5,6	0,061
\bar{X}	4,074	5,5	0,065
s	0,005	0,048	0,004

Cuadro 7. Valores de algunas características físico- químicas de la pulpa de guayaba [Fruto maduro, Clon 3 Zulia Patrón Roja Redonda], utilizada como dieta para manutención (mantenimiento) de larvas de *Anastrepha striata* Schiner (S₁), desde el día 7 al 11.

Muestra N°	pH	% Azucares totales(°Brix)	% Acidez titulable (expresada como ácido cítrico)
1	4,30	10,00	0,069
2	4,30	10,00	0,069
3	4,30	10,00	0,070
4	4,28	10,00	0,061
5	4,29	10,00	0,069
\bar{X}	4,294	10,00	0,067
s	0,008	0,000	0,003

En función de los valores registrados para la sobrevivencia de las larvas en las dietas de manutención: iniciadora y mantenimiento (Cuadro 8), se observó que la utilización de las mismas permitió el logro de un 100% de sobrevivencia hasta el tercer instar en cuatro grupo a través de la oferta en medio ácido de azúcares naturales en la dieta de $5,5 \pm 0,04$ °Brix desde el día 1 al 6 (Cuadro 6) y de $10,00 \pm 0,00$ °Brix desde el día 7 al 11 (Cuadro 7). Para esta fase del ciclo el tiempo promedio de duración, se estimó en $11,6 \pm 3,5$ d (Anexo 6). Este valor de duración para la fase de larva (12d), es superior al descrito por Hernández et al. (2010) al realizar los estudios ya mencionados; colocando las larvas de *A. striata* en bandejas con dietas: ALU; AO I, II y III, ASE y CCA, las cuales se mantuvieron a 27 ± 1 °C y 85-90% HR, bajo estas condiciones las larvas completaron su desarrollo a los 9 días.

Es importante resaltar que, durante los lapsos de oferta no se observó descomposición de los sustratos dietéticos causada por microorganismos a pesar de no haber incorporado sustancias químicas preservantes (Metilparabenceno, Benzoato de sodio u otras), la antibiosis fue natural, probablemente por la forma aséptica de operar, pH y acidez de cada uno de los sustratos, además se mantuvo una textura ligeramente gelificada que facilitó la movilidad larval en el medio durante el ensayo.

Cuadro 8. Número de larvas y expresión porcentual de sobrevivencia en condiciones de laboratorio ($T=25 \pm 1$ °C, 75 ± 5 % HR y Fotoperíodo 12: 12) para *Anastrepha striata* Schiner (S_1) procedente de una S_0 no sometida a tratamiento hidrotérmico y observada durante un periodo de 11 días (d) cada 48 h.

Grupo (Replica)	N° larvas Primer Instar	N° larvas vivas						% Sobrevivencia larval
		Día de observación						
		1	3	5	7	9	11	
1	1	1	0	0	0	0	0	0,00
2	6	6	6	6	6	6	6	100,00
3	3	3	3	3	3	3	3	100,00
4	8	8	8	8	8	8	8	100,00
5	2	2	2	2	2	2	2	100,00
% Sobrevivencia promedio								80,00

Chaverri (2000), como resultado de sus investigaciones relacionadas con el ciclo de vida de *A. striata*, observó para la duración de la fase de larva $27,3 \pm 1,05$ d, valor este superior al observado para esta fase en el presente estudio ($11,6 \pm 3,5$), además también puede referirse el hecho, de que Hernández et al. (2010), señalan un valor inferior de 9,0 d para la duración de la fase.

Fase de pupa (S₁). Transcurridos los 11 d disminuyó la movilidad de las 19 larvas sometidas a manutención en el sustrato dietético debido a que las mismas alcanzaron el tercer instar. En estas condiciones de desarrollo y una vez distribuidas las larvas en contenedores individuales provistos de vermiculita estéril húmeda, se observó a las 24h la pupación, siendo la misma de un 100%. Lo cual nos indica, que la fase larval, bajo estas condiciones, tuvo una duración de 12 días (Anexo 6). A partir de este momento, y en función de las observaciones de tiempo requerido por emerger los adultos de *A. striata* (♀ y ♂), se calculó la duración promedio de la fase de pupa la cual se correspondió con 13 d (Cuadro 9, anexo 7). Este valor es próximo al seleccionado por Hernández et al. (2010) en México al hacer trabajos relacionados con evaluación de dietas para *A. striata* caracterizando los cambios ocurridos en los parámetros de cría y calidad durante seis generaciones, los autores describen que observaron la pupación de las primeras larvas sobre la dieta a los 10 d, por ello separaron las larvas de las dietas, las trataron con vermiculita fina para disminuir la humedad, procediendo luego al contaje, estimación del peso y cobertura con vermiculita durante 14d ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ y 80% HR) para completar el proceso de maduración hasta la emergencia de los adultos. Este valor, así como el observado en la presente investigación, no son similares al descrito por Chaverri (2000), el mismo refiere $23 \pm 0,45$ días.

Cuadro 9. Valores correspondientes a la pupación y emergencia de adultos (d.) para larvas de *Anastrepha striata* Schiner (S₁), obtenidas de una cría no sometida a tratamiento hidrotérmico. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1°C, 75± 5% HR y Fotoperíodo 12: 12.

Grupo	Código de contenedor(c)	Larvas(L) en contenedor	Nº pupas(P) formadas	Duración Fase de Pupa (días)	Nº adultos (A) emergidos
G ₁	01	1	1	13	1
	02	1	1	13	1
	03	1	1	12	1
	04	1	1	Si	0
	05	1	1	13	1
	06	1	1	13	1
G ₂	07	1	1	13	1
	08	1	1	12	1
	09	1	1	Si	0
G ₃	10	1	1	13	1
	11	1	1	13	1
	12	1	1	13	1
	13	1	1	13	1
	14	1	1	13	1
	15	1	1	13	1
	16	1	1	13	1
	17	1	1	13	1
G ₄	18	1	1	13	1
	19	1	1	13	1
Σ		19	19	219	17
\bar{X}		1 L/c	1 P/c	12,88±0,33d	0,89 A/c

*Si= Sin información

Fase de adulto (S₁). Se dedujo un porcentaje de emergencia para adultos de 89,47% (13♀ + 4♂) en función de las pupas disponibles (19). La longevidad promedio de dichos adultos fue igual a 36,3 ± 17,5 d (Cuadro 10).

La duración de cada una de las fases del ciclo biológico de *A. striata* se describe en el Cuadro 11. El tiempo correspondiente al ciclo biológico de *A. striata* fue de 63,8 d, más corto que el señalado por Chaverri (2000) para la misma especie (79,4 d), pero son próximos a los valores de duración de las fases de huevo (3d), larva (8-13 d) y pupa (13-17 d) referidos por Celedonio-Hurtado et al. (1988) para especies de moscas de la misma familia: *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. ludens* procedentes de poblaciones parentales localizadas en el Edo. de Chiapas, México.

Cuadro 10. Valores de longevidad para adultos de *Anastrepha striata* Schiner (S₁) emergidos de la fase de pupa. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1 °C, 75± 5% HR y Fotoperíodo 12: 12.

Grupo	Repetición	Sexo		Longevidad adultos (d.)
		♀	♂	
G ₁	1	1	0	25
	2	1	0	25
	3	1	0	27
	4	1	0	29
	5	1	0	41
	6	1	0	53
G ₂	7	1	0	53
	8	1	0	55
G ₃	9	1	0	67
	10	0	1	55
	11	1	0	7
	12	0	1	53
	13	0	1	29
	14	1	0	23
	15	1	0	7
G ₄	16	0	1	47
	17	1	0	21
		$\bar{X} \pm s$		36,3±17,5

Así mismo, en función del total de huevos con los que se inició la S₁ (100) y el total de adultos emergidos, bajo las condiciones de cría, se obtuvo un 17 % de sobrevivencia.

Cuadro 11. Valores correspondientes a la duración de cada una de las fases del ciclo de vida de *Anastrepha striata* Schiner en la S₁. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1°C, 75± 5% HR y Fotoperíodo 12: 12.

FASE	Duración fase ($\bar{X} \pm s$)d.
Huevo	3,01 ± 0,69
Larva	11,61 ± 3,52
Pupa	12,88 ± 0,33
Adulto	36,30 ± 17,50

Se evidenció una disminución de los individuos en cada una de las fases objeto de estudio; de un total de 100 huevos eclosionaron 52. De las larvas del primer instar (52), al ser incorporadas en la dieta lograron completar el tercer instar y pupar un total de 19, posteriormente emergieron 17 adultos. A pesar de esta disminución, los resultados del estudio son promisorios, ya que la especie *A. striata* ha sido de difícil colonización en otros centros experimentales, debido principalmente a exigencias nutricionales y de pH en las dietas de manutención utilizadas para la fase de larva

(Celedonio-Hurtado 1985, citado por Hernández (1996). Liedo et al. (1996) realizaron estudios con *A. striata* sobre la distribución estable de edades en condiciones de laboratorio, con el propósito de generar información demográfica que coadyuvara en las acciones y estrategias para su manejo integrado, en atención a ello observaron que los huevos representan el 31,6 % de la población, las larvas el 55,4%, las pupas el 7,9% y los adultos solamente representan el 5,1%. Estos valores y sus implicaciones tienen inherencia aplicable en la cría masiva y la interpretación del monitoreo en campo.

De acuerdo con los resultados obtenidos al calcular los componentes de la tabla de vida horizontal (Cuadro 12) para adultos de *A.striata* (S_1), se puede visualizar que los adultos de *A. striata* sobrevivieron hasta el día 65.

Cuadro 12. Tabla de vida para adultos de *Anastrepha striata* Schiner (S_1), en condiciones de laboratorio ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12) obtenidos de una cría de la especie perteneciente a la selección S_0 no sometida a tratamiento hidrotérmico en la fase de larva

x	nx	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
1	17	1,000	0,000	0,000	1,000	16,895	16,895
3	17	1,000	0,000	0,000	1,000	15,895	15,895
5	17	1,000	2,000	0,117	0,941	14,895	14,895
7	15	0,882	0,000	0,000	0,882	13,954	15,820
9	15	0,882	0,000	0,000	0,882	13,072	14,820
11	15	0,882	0,000	0,000	0,882	12,190	13,820
13	15	0,882	0,000	0,000	0,882	11,308	12,820
15	15	0,882	0,000	0,000	0,882	10,426	11,820
17	15	0,882	0,000	0,000	0,882	9,544	10,820
19	15	0,882	1,000	0,066	0,853	8,662	9,820
21	14	0,823	4,000	0,285	0,706	7,809	9,488
23	10	0,588	0,000	0,000	0,588	7,103	12,079
25	10	0,588	1,000	0,100	0,559	6,515	11,079
27	9	0,529	1,000	0,111	0,499	5,956	11,258
29	8	0,470	0,000	0,000	0,470	5,457	11,610
31	8	0,470	0,000	0,000	0,470	4,987	10,610
33	8	0,470	0,000	0,000	0,470	4,517	9,610
35	8	0,470	0,000	0,000	0,470	4,047	8,610
37	8	0,470	0,000	0,000	0,470	3,577	7,610
39	8	0,470	0,000	0,000	0,470	3,107	6,610
41	8	0,470	1,000	0,125	0,440	2,637	5,610
43	7	0,411	0,000	0,000	0,411	2,197	5,345
45	7	0,411	1,000	0,142	0,382	1,786	4,345
47	6	0,352	0,000	0,000	0,352	1,404	3,988
49	6	0,352	0,000	0,000	0,352	1,052	2,988
51	6	0,352	3,000	0,500	0,264	0,700	1,988
53	3	0,176	2,000	0,666	0,117	0,436	2,477
55	1	0,058	0,000	0,000	0,058	0,319	5,500
57	1	0,058	0,000	0,000	0,058	0,261	4,500
59	1	0,058	0,000	0,000	0,058	0,203	3,500
61	1	0,058	0,000	0,000	0,058	0,145	2,500
63	1	0,058	0,000	0,000	0,058	0,087	1,500
65	1	0,058	1,000	0,000	0,029	0,029	0,500
67	0	0,000	0,000	1,000	-	-	-

La representación gráfica de la proporción de sobrevivencia específica de la edad (l_x) en adultos de *A. striata* (Figura 6), muestra que la supervivencia de (hembra+macho) de la especie en estudio presenta una tendencia a disminuir con la edad. Entre el día 7 y el 17 se mantuvo la sobrevivencia. La sobrevivencia de los adultos tuvo tres descensos importantes: 100 a 88 % (lapso de 1 a 7 d), 82 a 47% (lapso 23- 29 d) y 41 a 5,8% (lapso 43-55 d), luego de los cuales se observaron valores de l_x generalmente constantes. De acuerdo a estos resultados, se puede inferir que el comportamiento de sobrevivencia de los adultos de *A. striata* muestran una combinación de las curvas tipo I y II descritas por Deevey(1947) citado por Rabinovich (1980), ya que la mayor mortalidad se concentra en las edades más avanzadas, sin embargo existe una tasa de mortalidad que se mantiene aproximadamente constante a determinadas edades de la vida de los adultos.

Con relación a la mortalidad (dx) para *A. striata*, esta oscila de manera irregular durante todo el periodo de observación, no detectándose tendencia alguna en este parámetro (Cuadro 12). Celedonio-Hurtado et al. (1988), al conducir ensayos con moscas de las fruta de la misma familia obtuvieron resultados diferentes para las especies *A. ludens*, *A. obliqua* y *A. serpentina*. De acuerdo a lo referido por estos autores, las tres especies de *Anastrepha* presentaron una tasa de mortalidad diaria constante a lo largo de la vida de las cohortes de adultos.

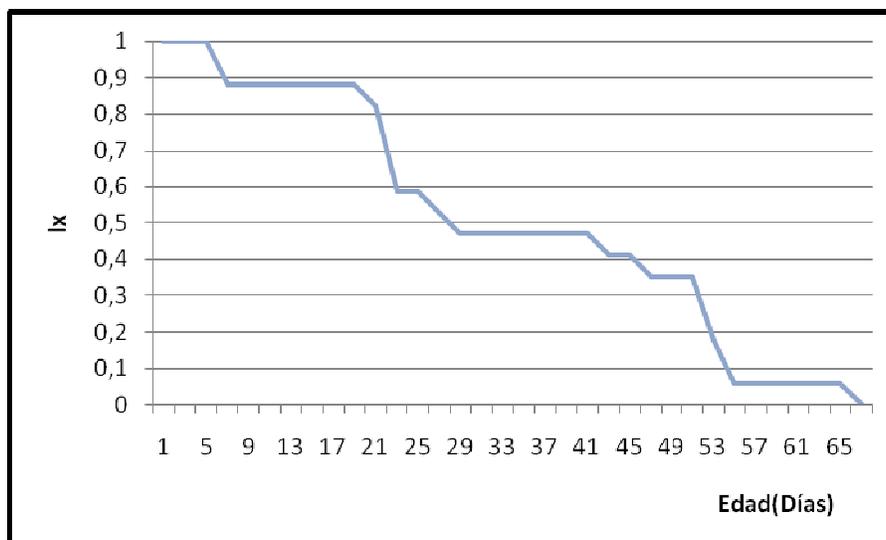


Figura 6. Sobrevivencia diaria (l_x) de adultos de *A. striata* en condiciones de laboratorio ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12).

Los valores de esperanza de vida (ex) correspondientes a adultos de *A. striata* (S_1) permitieron observar una expectativa de vida decreciente con la edad con valores que oscilaron de 16,895 a 9,488; Sin embargo suelen manifestarse ciertos máximos o pequeños picos (Figura 7) que se producen una vez que se han superado las edades con mayor tasa de mortalidad. En el Cuadro 12 se puede observar que a los 23 d la expectativa de vida se incrementó a 12,079 d, posteriormente disminuye progresivamente a medida que aumenta la edad de los individuos.

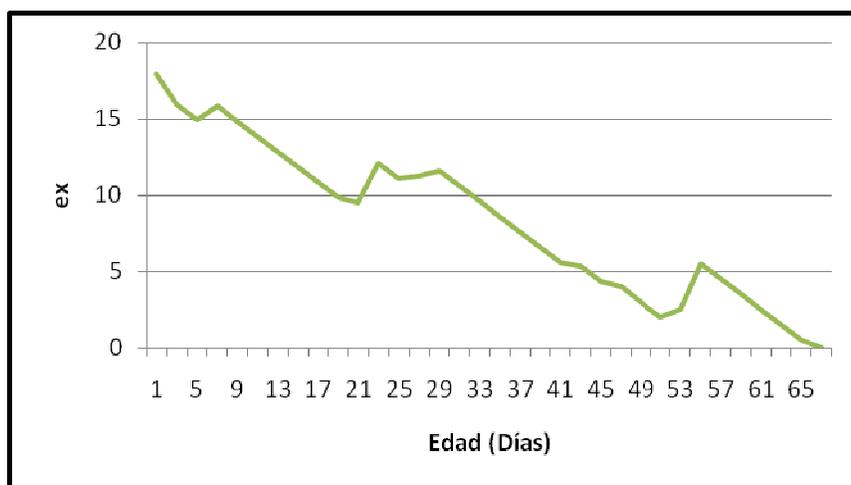


Figura 7. Esperanza de vida (ex) de adultos de *A. striata* en condiciones de laboratorio ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo) 12: 12).

Al inicio de la fase adulta se observó una ex igual a 16,9; este valor es próximo al obtenido por Celedonio-Hurtado et al. (1988) para *A. ludens* (17,3 d) pero inferior al registrado por los mismos autores para las especies *A. obliqua* (21,7 d) y *A. serpentina* (30,4 d).

Chaverri (2000), realizó estudios análogos con esta investigación considerando la longevidad y sobrevivencia de *A. striata*, determinó la esperanza de vida en 69 d y una sobrevivencia de hasta 195 d con cópulas y posteriores oviposiciones mas allá de los tres meses de edad, este valor es superior al observado en el presente estudio, 65 d.

Para el caso objeto de esta investigación, la tasa de mortalidad específica por edades (q_x) para adultos de *A. striata* fue baja (Figura 8), observándose incrementos de q_x en las edades de 5, 19, 53 y 67 d lo cual ocurre justo antes de las edades en las cuales se presenta una reducción en la sobrevivencia de los adultos, además se puede notar que las mayores q_x se produjeron en los adultos a los 51 d (0,500), 53 d (0,666) y 67 d (1,000), (Cuadro 12).

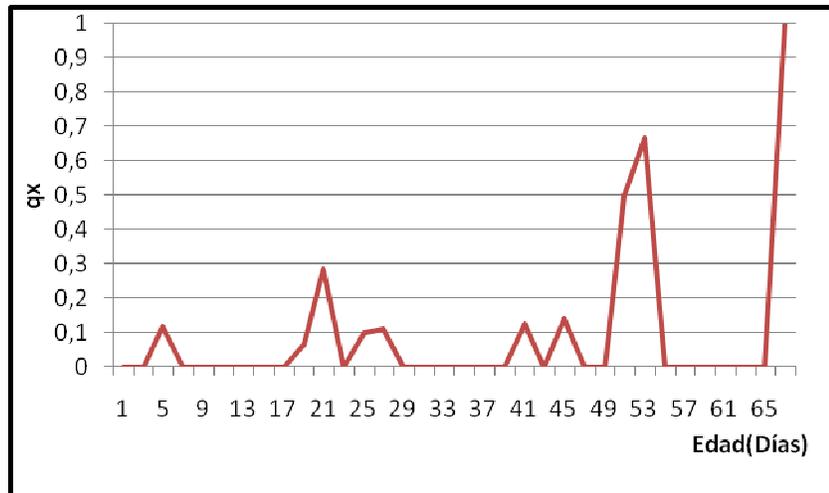


Figura 8. Tasa de mortalidad específica por edades (q_x) en adultos de *A. striata* en condiciones de laboratorio ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12).

2. Bioensayos de susceptibilidad térmica larval y presión de selección

2.1. Susceptibilidad de S₁. Los valores de mortalidad observados para el bioensayo en términos porcentuales se describen en el Cuadro 13. Al procesar los valores correspondientes a la mortalidad aguda correspondiente a la porción relativamente lineal (16%-84%) de la expresión sigmoideal para los tratamientos a las 72h a través del análisis Probit (Raymond, 1985), se observa una respuesta lineal en la susceptibilidad de las larvas tratadas en función de los tiempos de exposición al tratamiento térmico a $46,4 \pm 0,3$ °C (Figura 9). La línea Log₁₀ – Probit [$X^2_c: X^2_t$, n.s (0,05)], permitió estimar los valores de TL₅₀ y TL₉₅ (Ver Anexo 8), los mismos se corresponden respectivamente con 8,29 min y 12,15min. Además, permitió el cálculo para el TL₆₀=8,49 min, valor este requerido para aplicar la presión de selección sobre el conjunto de larvas de S₁ y obtener con ello, al término de la fase de pupa, sobrevivientes adultos con capacidad para generar la S₂.

En relación con las investigaciones conducidas por Rodriguez y Sifuentes (1995) con la especie *A. striata*, al comparar el TL₅₀(4,67min), el mismo fue menor que el observado en el presente estudio (8,29 min) y el TL₉₅ fue mayor que el visualizado para esta primera selección (12,15min).

Es importante comentar los resultados inherentes a la mortalidad crónica y final (Cuadro 14), las mismas aumentaron sus valores con respecto a la mortalidad aguda, solo se observa la emergencia de adultos para los cinco primeros tratamientos: 0, 2, 4, 6 y 8 min. Además, se pone en evidencia que se produjo una mortalidad crónica natural (testigo), así como también, las bondades del tratamiento hidrotérmico para el control fitosanitario de esta especie de mosca de la fruta; ya que al aplicar el calor por el tiempo correspondiente a los tratamientos del bioensayo se incrementa la mortalidad final.

A pesar de observar una pupación de 100% en las larvas no tratadas hidrotérmicamente, la mortalidad crónica en el testigo probablemente tiene su origen en la incidencia de factores bióticos microbianos procedentes del sustrato natural (fruto) donde se desarrollaron las larvas, los mismos para el momento no fueron sometidos a estudio alguno.

Cuadro 13. Valores porcentuales promedio de mortalidad a las 24, 48 y 72 h para larvas de *A. striata* (S₁) criadas y extraídas de frutos de guayaba variedad Dominica Roja, una vez sometidas las larvas a diferentes tiempos de tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C).

Tiempo de tratamiento (min)	Mortalidad Aguda		
	24h	48h	72h
0	0,00	0,00	0,00
2	0,00	3,00	3,00
4	0,00	5,00	8,00
6	3,00	11,00	11,00
8	10,00	31,00	40,00
10	36,00	70,00	76,00
12	51,00	86,00	96,00
14	100,00	100,00	100,00
16	100,00	100,00	100,00
18	100,00	100,00	100,00



TL ₂	TL ₅₀	TL ₉₅	Ecuación de regresión	X ² _c	X ² _t	X ² _c : X ² _t
5,13	8,29	12,15	Y= 5,25 +9,89(X-10,94)	3,35	7,815	n.s(0,05)

Figura 9. Representación gráfica de la tendencia de las respuestas de mortalidad acumulada a las 72 horas (Unidades porcentuales y Unidades Probit) para larvas de *Anastrepha striata* correspondiente a la selección S₁ en función del Log₁₀ de diferentes tiempos de exposición hidrotérmica.

Cuadro 14. Valores porcentuales promedio de mortalidad para *A. striata* (S₁), una vez sometidas las larvas en función de diferentes tiempos de tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C) y diferentes periodos de observación. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1 °C, 75 ± 5 % HR y Fotoperíodo 12: 12.

Tiempo (min)	Mortalidad Aguda			Pupas formadas	Mortalidad crónica	Mortalidad final	Adultos emergidos
	24h	48h	72h				
0	0	0	0	100	47	47	53
2	0	3	3	97	59	61	38
4	0	5	8	92	58	66	34
6	3	11	11	89	59	70	30
8	10	31	40	60	40	80	20
10	36	70	76	24	24	100	0
12	51	86	96	4	4	100	0
14	100	100	100	0	0	100	0
16	100	100	100	0	0	100	0
18	100	100	100	0	0	100	0

2.2. Presión de selección sobre S₁: Los resultados observados (Cuadro 15), indican que de las 1160 larvas, 712(61,37%) mueren a las 72h de aplicar el tratamiento térmico utilizando una presión de selección del 60% con un tiempo de exposición de 8,49 min. (Anexo 8). La mortalidad observada estuvo ligeramente por encima (1,37%) de la mortalidad esperada (60%). Las larvas sobrevivientes al transcurrir el tiempo requerido puparon, emergiendo de ellas 89 adultos. El cruce de los mismos permitió establecer la colonia S₂.

Una vez aplicada la presión de selección de 60% sobre un total de 1160 se formaron 448 pupas con una mortalidad de 30,95%, en esta selección se observa una disminución considerable de la población, emergiendo un total 89 adultos, es decir que el 19,86% de las larvas que sobrevivieron lograron alcanzar la fase de adulto.

Cuadro 15. Valores de mortalidad y sobrevivencia de *A. striata* (S₁) correspondiente a la presión de selección al 60% empleando tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C)

Larvas tratadas	Mortalidad Aguda			Pupas formadas	Mortalidad crónica	Mortalidad final	Adultos emergidos
	24h	48h	72h				
1160	392	491	712	448	359	1071	89
	33,79%	42,3%	61,37%	38,62%	30,95%	92,32%	7,67%

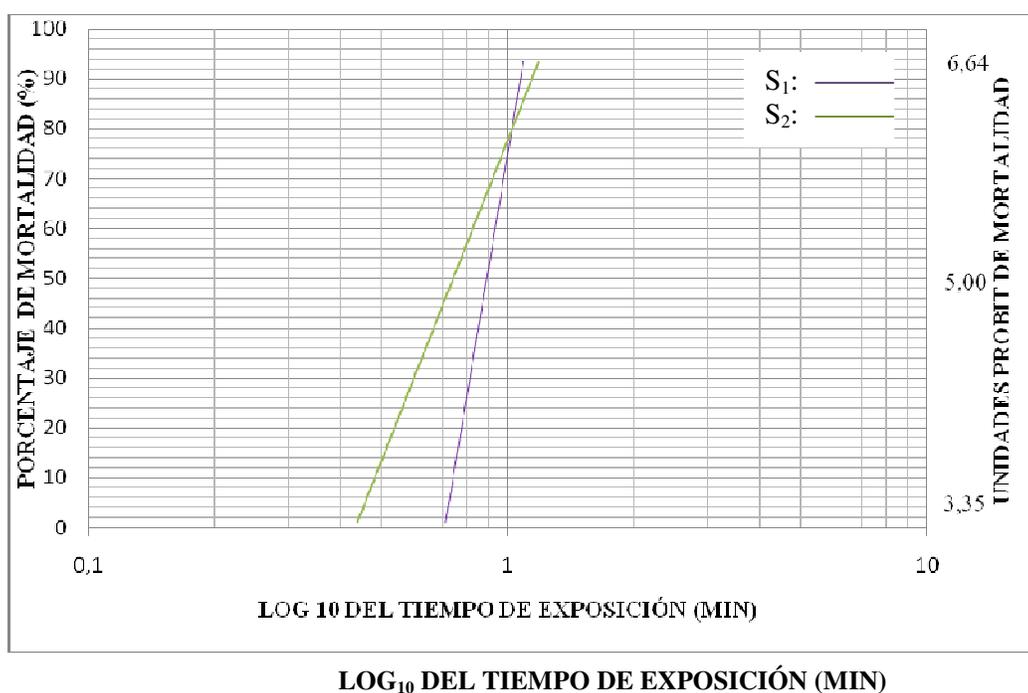
2.3. Susceptibilidad de S₂. Al realizar el bioensayo de susceptibilidad térmica larval utilizando las larvas de la generación S₂ se obtuvieron los resultados que se describen en el Cuadro 16. Además, el análisis Probit de los valores de mortalidad aguda observada y corregida en la porción relativamente lineal de la expresión sigmoideal para los tratamientos a las 72h (Cuadro 16), permitió obtener la representación gráfica que conjuntamente con S₁ se observa en la Figura 10. La respectiva ecuación de regresión: $Y=5,20+3,66(X-10,82)$, permitió estimar a través del programa estadístico (Raymond 1985), el TL₅₀ y TL₉₅ (Ver Anexo 9), los mismos se corresponden respectivamente con 5,86 min y 16,48min.

Cuadro 16. Valores porcentuales promedio de mortalidad a las 24, 48 y 72 h de larvas de *A. striata* (S₂) criadas en guayaba variedad Dominica Roja, en diferentes tiempos de tratamiento a $46,4 \pm 0,3$ °C.

Tiempo de tratamiento (min)	Mortalidad Aguda		
	24h	48h	72h
0	0,00	1,33	9,33
2	0,00	8,00	29,33
4	0,00	9,33	36,00
6	6,66	21,33	54,66
8	25,33	52,00	68,00
10	40,00	64,00	85,33
12	60,00	80,00	100,00
14	100,00	100,00	100,00
16	100,00	100,00	100,00
18	100,00	100,00	100,00

Los valores observados en el Cuadro 16 nos indican que para un tiempo de 2 min el porcentaje de mortalidad fue 29,33 % y para 12 min se obtuvo un valor de 100,00%, estos resultados permiten señalar, que a medida que aumenta el tiempo de exposición al tratamiento térmico el porcentaje de mortalidad larval aumenta hasta valores de 100%, los cuales conforman el segmento horizontal superior de la expresión sigmoideal.

Consideración de importancia análoga a la descrita para la S_1 en relación a la mortalidad crónica y la emergencia de adultos (Cuadro 17), puede señalarse para la S_2 . Se observa un incremento de la mortalidad final en todos los tratamientos, emergiendo pocos adultos (71), en relación al total de larvas utilizadas para este bioensayo (1000). Esta observación permite aseverar la existencia de una intolerancia al tratamiento con calor que también tiene incidencia sobre la morbilidad en las pupas formadas.



Selección	TL ₂	TL ₅₀	TL ₉₅	Ecuación de regresión	X ² _c	X ² _t	X ² _c : X ² _t
S ₁	5,13	8,29	12,15	Y= 5,25 +9,89(X-10,94)	3,35	7,82	n.s(0,05)
S ₂	1,61	5,86	16,48	Y= 5,20 +3,66(X-10,82)	1,63	5,99	n.s(0,05)

Figura 10. Representación gráfica de la tendencia de las respuestas de mortalidad acumulada a las 72 horas (Unidades porcentuales y Unidades Probit) para larvas de *Anastrepha striata* correspondiente a la selección S_1 y S_2 en función del Log_{10} de diferentes tiempos de exposición hidrotérmica.

Cuadro 17. Valores porcentuales promedio de mortalidad para *A. striata* (S_2), una vez sometidas las larvas en función de diferentes tiempos de tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C) y diferentes periodos de observación. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12.

Tiempo (min)	Mortalidad Aguda			Pupas formadas	Mortalidad crónica	Mortalidad final	Adultos emergidos
	24h	48h	72h				
0	0,00	1,33	9,33	90,67	66,67	76,00	24,00
2	0,00	8,00	29,33	70,67	56,67	86,00	14,00
4	0,00	9,33	36,00	64,00	53,00	89,00	11,00
6	6,66	21,33	54,66	45,34	30,34	85,00	15,00
8	25,33	52,00	68,00	32,00	30,00	90,00	2,00
10	40,00	64,00	85,33	14,67	9,67	95,00	5,00
12	60,00	80,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
14	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
16	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
18	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00

En las referencias consultadas para *A. striata*, a pesar de la búsqueda, no se logró disponer de información sobre la susceptibilidad térmica para larvas de una S_2 , por ello no se describe comparación alguna.

2.4. Presión de selección sobre S_2 . Se dispuso de 426 larvas para este ensayo. Al aplicar la presión de selección en las mismas por un tiempo de 9,26 min, equivalente al TL_{70} (Anexo 9), se esperaba una mortalidad del 70%. Se obtuvo un valor de 70,89%, el cual fue muy próximo al esperado. De las larvas sobrevivientes, una vez que puparon emergieron 55 adultos (Cuadro 18), los mismos una vez cruzados dieron origen a S_3 .

Cuadro 18. Valores de mortalidad y sobrevivencia de *A. striata* (S_2) correspondiente a la presión de selección al 70% empleando tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C).

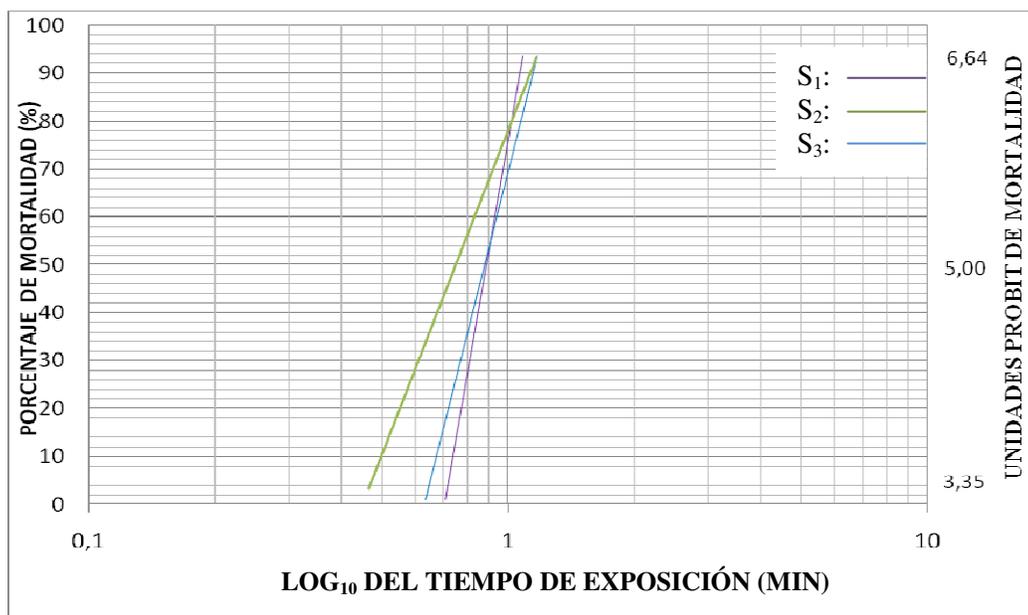
Larvas tratadas	Mortalidad Aguda			Pupas formadas	Mortalidad crónica	Mortalidad final	Adultos emergidos
	24h	48h	72h				
426	107	220	302	124	69	371	55
	25,12%	51,64%	70,89%	29,11%	16,20%	87,09%	12,91%

Al aplicar la presión de selección de 70% en las mencionadas 426 larvas de *A. striata* sobrevivieron 124, murieron por efecto crónico del calor aplicado 69 de ellas y emergieron 55 adultos en total, es decir, que el 44,35% de las larvas que sobrevivieron llegaron a la fase de adulto.

2.5. Susceptibilidad de S₃. Cuando se aplicó la metodología descrita previamente en un bioensayo utilizando las larvas de S₃ (Cuadro 19), se estimó un TL₅₀ que se corresponde con 8,61 min y un TL₉₅ igual a 14,94 min. Las rectas observadas en la Figura 11, ilustran la representación para S₁, S₂, y S₃, esta última se corresponde con la siguiente ecuación de regresión: $Y = 5,05 + 6,88 (X - 10,94)$. A pesar de pupar el 100% de las larvas no tratadas (Cuadro 20), también se observó mortalidad crónica natural en el testigo y a partir de la exposición térmica de dos minutos, restringiéndose un 93% de mortalidad final cuando se aplicó la temperatura de $46,4 \pm 0,3$ °C por un periodo menor al estimado para el TL₅₀.

Cuadro 19. Valores porcentuales promedio de mortalidad de larvas de *A. striata* (S₃) criadas en guayaba variedad Dominica Roja, en diferentes tiempos de tratamiento a $46,4 \pm 0,3$ °C.

Tiempo de tratamiento (min)	Mortalidad Aguda		
	24h	48h	72h
0	0,00	0,00	0,00
2	1,00	1,00	1,00
4	1,00	3,00	3,00
6	5,00	13,00	14,00
8	21,00	31,00	44,00
10	25,00	46,00	61,00
12	43,00	63,00	87,00
14	100,00	100,00	100,00
16	100,00	100,00	100,00
18	100,00	100,00	100,00



Selección	TL ₂	TL ₅₀	TL ₉₅	Ecuación de regresión	X ² _c	X ² _t	X ² _c : X ² _t
S ₁	5,13	8,29	12,15	Y= 5,25 +9,89(X-10,94)	3,35	7,82	n.s(0,05)
S ₂	1,61	5,86	16,48	Y= 5,20 +3,66(X-10,82)	1,63	5,99	n.s(0,05)
S ₃	4,33	8,61	14,94	Y= 5,05 +6,88(X-10,94)	2,76	5,99	n.s(0,05)

Figura 11. Representación gráfica de la tendencia de las respuestas de mortalidad acumulada a las 72 horas (Unidades porcentuales y Unidades Probit) para larvas de *Anastrepha striata* correspondiente a la selección S₁, S₂ y S₃ en función del Log₁₀ de diferentes tiempos de exposición hidrotérmica.

Cuadro 20. Valores porcentuales promedio de mortalidad para *A. striata* (S₃), una vez sometidas las larvas en función de diferentes tiempos de tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C) y diferentes periodos de observación. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12.

Tiempo (min)	Mortalidad Aguda			Pupas formadas	Mortalidad crónica	Mortalidad final	Adultos emergidos
0	0	0	0	100	27	27	73
2	1	1	1	99	86	87	13
4	1	3	3	97	85	88	12
6	5	13	14	86	78	92	8
8	21	31	44	56	49	93	7
10	25	46	61	39	33	94	6
12	43	63	87	13	9	96	4
14	100	100	100	0	0	100	0
16	100	100	100	0	0	100	0
18	100	100	100	0	0	100	0

2.6. Presión de selección sobre S₃. Cuando a la población larval de la S₃ se le aplicó la presión de selección del 80% (TL₈₀, **Anexo 10**) por un tiempo de exposición de 10,75 min, se produjo una mortalidad a las 72h de 278 larvas, la misma se corresponde con un 81,28 %, superior a la esperada pero de precisión adecuada en función de la respuesta del material biológico y de los objetivos de la investigación. Las larvas sobrevivientes puparon y de ellas emergieron 61 adultos (Cuadro 21), los mismos al cruzarse generaron la S₄.

Al morir el 81,28% de las larvas de *A. striata* sobrevivieron 64 larvas, además murieron 3 por efecto crónico y emergieron 61 adultos de las pupas sobrevivientes, es decir que el 95% de las larvas que sobrevivieron llegaron a la fase de adulto, lo cual sugiere la presencia de un potencial reproductivo para *A. striata* o el efecto de una antibiosis natural dadas las condiciones aséptica durante la experimentación.

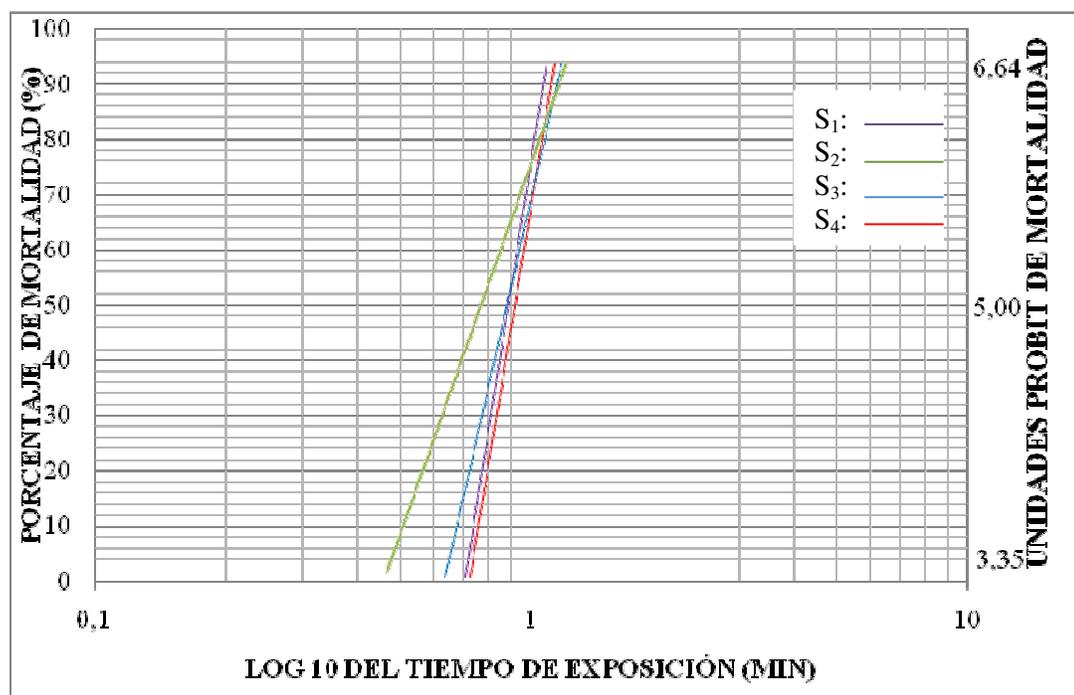
Cuadro 21. Valores de mortalidad y sobrevivencia de *A. striata* (S₃) correspondiente a la presión de selección al 80% empleando tratamiento térmico (46,4 ± 0,3 °C).

Larvas tratadas	Mortalidad Aguda			Pupas formadas	Mortalidad crónica	Mortalidad final	Adultos emergidos
	24h	48h	72h				
342	188	223	278	64	3	281	61
	54,97%	65,20%	81,28%	18,71%	0,88%	82,16%	17,83%

2.7. Susceptibilidad de S₄. Los resultados se observan en el Cuadro 22. Los valores de mortalidad aguda correspondiente a la porción relativamente lineal de la curva sigmoideal una vez procesados con el análisis Probit, permitieron obtener una expresión gráfica como la que se observa en la Figura 12 para la S₄, la misma se ilustra conjuntamente con S₁, S₂ y S₃, siendo la ecuación de regresión para S₄: $Y = 5,440 + 8,746(X - 11,000)$, la misma permitió a través del programa estadístico estimar los valores de TL₅₀ y TL₉₅: 8,95 min y 13,81 min respectivamente (Ver anexo 11). Señalamiento igual al que precede para S₃, tiene igual connotación para S₄, ya que para el testigo la pupación fue de 100%, observándose también mortalidad crónica. Se alcanzó un 76% de mortalidad final al aplicar en el bioensayo la temperatura de 46,4 ± 0,3 °C por un tiempo de 8 min (Cuadro 23), el mismo es inferior al TL₅₀ (8,61 min).

Cuadro 22. Valores porcentuales promedio de mortalidad para larvas de *A. striata* (S₄) criadas en guayaba variedad Dominica Roja, en diferentes tiempos de tratamiento a $46,4 \pm 0,3$ °C.

Tiempo de tratamiento (min)	Mortalidad Aguda		
	24h	48h	72h
0	0,00	0,00	0,00
8	8,00	24,00	38,00
10	10,00	26,00	60,00
12	18,00	46,00	84,00
14	99,06	99,06	99,06
16	100,00	100,00	100,00



Selección	TL ₂	TL ₅₀	TL ₉₅	Ecuación de regresión	X _c ²	X _t ²	X _c ² : X _t ²
S ₁	5,13	8,29	12,15	Y= 5,25 +9,89(X-10,94)	3,35	7,815	n.s(0,05)
S ₂	1,61	5,86	16,48	Y= 5,20 +3,66(X-10,82)	1,63	5,990	n.s(0,05)
S ₃	4,33	8,61	14,94	Y= 5,05 +6,88(X-10,94)	2,76	5,991	n.s(0,05)
S ₄	5,21	8,95	13,81	Y= 5,44 +8,74(X-11,00)	6,14	7,378	n.s(0,05)

Figura 12. Representación gráfica de la tendencia de las respuestas de mortalidad acumulada a las 72 horas (Unidades porcentuales y Unidades Probit) para larvas de *Anastrepha striata* correspondiente a la selección S₁, S₂, S₃ y S₄ en función del Log₁₀ de diferentes tiempos de exposición hidrotérmica.

Cuadro 23. Valores porcentuales promedio de mortalidad para *A. striata* (S₄), una vez sometidas las larvas en función de diferentes tiempos de tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C) y diferentes periodos de observación. Condiciones de laboratorio: 25 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ HR y Fotoperíodo 12: 12.

Tiempo (min)	Mortalidad Aguda			Pupas formadas	Mortalidad crónica	Mortalidad final	Adultos emergidos
	24h	48h	72h				
0	0	0	0	100	32	32	68
8	8	24	38	62	38	76	24
10	10	26	60	40	32	92	8
12	18	46	84	16	14	98	2
14	100	100	100	0	0	100	0
16	100	100	100	0	0	100	0

León (1997), realizó pruebas de susceptibilidad térmica utilizando larvas de *A. serpentina* sometidas a presión de selección térmica, pertenecientes a una generación estabilizada F₁₄, obteniendo un TL₅₀ de 5,52min y un TL₉₅ de 18,60 min. Al comparar estos resultados con los obtenidos para *A. striata* (S₄), el tiempo letal para causar el 50% de mortalidad (TL₅₀=8,95 min) fue superior en esta última especie, y en relación al tiempo para causar el 95% de mortalidad larval (TL₉₅= 13,81 min) el mismo fue mayor para *A. serpentina*. Esta observación pone en evidencia la imposibilidad de comparaciones lógicas entre las respuestas de susceptibilidad al calor para especies diferentes y en diferentes escenarios.

2.8. Presión de selección sobre S₄. Solo se dispuso de 64 larvas (Cuadro 24) ya que no fue posible incrementar este valor. En atención a la mortalidad aguda estimada en el bioensayo para el TL₉₀ (Anexo 11), se le aplicó una presión de selección del 90% por un tiempo de exposición de 12,54 min. Se obtuvo un 82,81% de mortalidad larval.

Una vez sometidas las larvas a la presión de selección de 90% sobrevivieron 11 larvas y murieron cinco de ellas posteriormente. Emergieron un total de seis adultos, solo el 54,54% de las larvas que sobrevivieron llegaron a la fase de adulto.

Cuadro 24. Valores de mortalidad y sobrevivencia de *A. striata* (S₄) correspondiente a la presión de selección al 90% empleando tratamiento térmico ($46,4 \pm 0,3$ °C).

Larvas tratadas	Mortalidad Aguda			Pupas formadas	Mortalidad crónica	Mortalidad final	Adultos emergidos
	24h	48h	72h				
64	8	19	53	11	5	58	6
	12,5%	29,69%	82,81%	17,19%	7,185%	89,99%	9,375%

Los valores de mortalidad aguda por efecto inmediato del calor al aplicar la temperatura de $46,4 \pm 0,3$ °C, a través de las cuatro selecciones sucesivas indican que la fase de larva de *A. striata* muestra una disminución de la cantidad en cada una de las selecciones. En cuanto a las larvas que sobrevivieron a las presiones de selección y completaron la fase de pupa se pudo observar una mortalidad crónica para S_1 (30,95%), S_2 (16,20%) S_3 (0,88%) y S_4 (7,185%) que impidió la viabilidad total de las mismas y posterior emergencia de los adultos.

Si comparamos a través de la pendiente (b) la susceptibilidad térmica de las larvas tratadas correspondientes a las cuatro selecciones en las generaciones sucesivas: S_1 , S_2 , S_3 y S_4 (Figura 12), podemos observar en la relación S_1 con S_2 un aumento en esta última selección de heterogeneidad en la respuesta de mortalidad $b_2 < b_1$ (3,66 < 9,89), disminución del TL_{50} (5,86min) y aumento de TL_{95} (16,48min). Como es la primera selección evaluada en función de la presión térmica se observa una respuesta ligeramente heterogénea con origen probable en una variación genética que incrementó la susceptibilidad hacia los choques calóricos. En la Relación S_1 con S_3 no continúa incrementándose la heterogeneidad, a pesar de que $b_3 < b_1$, aumentando TL_{50} y el TL_{95} , siendo ello también una manifestación de ligera tolerancia al calor. En la relación S_1 con S_4 se observa una declinación de la pendiente: $b_4 < b_1$, con un aumento del TL_{50} y el TL_{95} . En la medida que se aplicó el tratamiento hidrotérmico en las generaciones sucesivas de *A. striata*, se observaron respuestas con tendencias no significativas hacia la homogeneidad de las repuestas sobreviviendo los individuos más tolerantes, con valores de pendiente para S_2 , S_3 y S_4 inferiores a la de S_1 , aunque con un incremento del valor de la misma en cada generación.

Lurie y Jang (1998), refiere que las células expuestas a temperaturas elevadas por periodos cortos son capaces de desarrollar tolerancia térmica transitoria a través de la producción de proteínas de choque calórico, aparentemente este mecanismo de tolerancia es utilizado para reducir los daños ante el tratamiento en dos fases, en la primera un estrés térmico moderado induce una tolerancia a un estrés más severo aplicado en la segunda fase. La eficiencia de la protección depende del tiempo de exposición a la temperatura, probablemente los resultados observados para S_1 , S_2 , S_3 y S_4 no son una respuesta a los mencionados choques calóricos que ocurrieron en las larvas al aplicar la presión de selección térmica, de allí la necesidad en trabajos futuros para estabilizar las colonias de *A. striata* debido a la presencia de factores no identificados que también presionaron y conllevaron a una disminución del número de individuos a través de las cuatro generaciones que se seleccionaron.

2.9. Susceptibilidad de S_5 . Las once larvas que sobrevivieron al realizar el bioensayo de presión de selección sobre S_4 , a pesar de los esfuerzos para su cría, los mismos no fueron suficientes para generar una población de adultos cuya cantidad permitiera continuar con el bioensayo de susceptibilidad térmica contemplado en el proyecto para las larvas de la siguiente generación (S_5). Además de la mortalidad aguda observada para las larvas en cada selección: S_1 , S_2 , S_3 y S_4 también se produjo en

todos los casos mortalidad crónica en la fase de pupa disminuyendo con ello el número de adultos esperados en cada generación, (Cuadro 14, 15, 17, 18, 20, 21, 23, 24), esta situación es un hecho que también se produce en la naturaleza y la misma se potencia en las crías de laboratorio, ya que además de la presión de selección térmica, también ocurre selección por la incidencia de cambios en el laboratorio debido a el ambiente, la dieta y manipulación de la colonia, entre otros; de allí la necesidad de comenzar con colonias conformadas por un elevado número de moscas.

2.10. Presión de selección sobre S₅. Es importante comentar que las larvas del género *Anastrepha* que sobreviven a los tratamientos de calor en la mayoría de los casos producen pupas mal formadas. Se ha observado que dos tipos de puparios malformados se pueden inducir con el tratamiento de agua caliente: los puparios larviformes raramente viables, con una tasa de emergencia menor del 1%, tanto en *A. ludens* como en *A. obliqua*, y las pupas con nariz en forma de botellas que producen adultos en el 50% de los casos. En esta investigación no se observaron puparios mal formados, pero si ocurrieron situaciones que conllevaron a la mortalidad crónica (Cuadros: 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23). Debe asumirse como premisa en los bioensayos de susceptibilidad, que si alguna larva sobrevive al tratamiento calórico y forman puparios, también deben emerger adultos (Thomas y Mangan 1995), pero siempre existe la posibilidad de observar mortalidad crónica en pupas y adultos, y con ello la disminución de la población descendiente.

Durante el establecimiento de cada colonia de insectos en el laboratorio la población experimenta cambios, siendo forzadas a través del tiempo por dos presiones de selección. En la primera, la oviposición toma lugar sobre telas húmedas colocadas en las jaulas con específico número de espacios (mallas) por cm² y no se realiza en el fruto (Hart y Miyabara 1968, Prokopy y Boller 1970, Cayol 2000, Hernández et al. 2004 citados por Hernández et al. 2009) y en la segunda, la presión de selección es causada por la manutención con la dieta ofertadas a las larvas (Cayol 2000, citado por Hernández et al. 2009). Por otra parte, la temperatura, humedad y la iluminación son constantes y difieren de las variantes fuera del medio ambiente. Estas presiones de selección también tienen cabida en el presente estudio con *A. striata* como fundamento de la investigación, ya que los huevos fueron colectados en esferas de agar color verde o en frutos de guayaba tratados hidrotérmicamente, los sustratos dietéticos utilizados para la fase de larva no tuvieron la debida respuesta para la sobrevivencia y las condiciones de la cámara climática fueron constantes sin la variante natural que ocurre en el ambiente. A pesar de ello, se pudo comprobar una dinámica de cambio en la susceptibilidad de las larvas debido al efecto del tratamiento hidrotérmico a través de las cuatro generaciones sucesivas.

3. Estimación de la duración de las fases del ciclo de vida en la selección S₅. A los once adultos que sobrevivieron de la selección anterior, se le dieron las condiciones con base a los señalamientos de Thomas y Mangan (1995), realizando un seguimiento hasta adulto. A las moscas (♀+♂) se les colocó como sustrato de oviposición guayabas tratadas hidrotérmicamente, obteniendo 50 larvas para la siguiente selección (S₅), las mismas se colocaron a pupar en vermiculita, de ellas emergieron 16 ♀ y 11 ♂. Una vez alcanzada la madurez sexual se contabilizaron 6 ♀ y 8 ♂, se les ofertaron esferas de agar como sustrato de oviposición por espacio de un mes y once días cada 48h, logrando coleccionar solo seis huevos a las 96 h, de los cuales eclosionaron tres aunque éstos no completaron el desarrollo larval hasta el tercer instar. Debido a que la oviposición de las hembras de *A. striata* (S₅) en las esferas de agar no fue la esperada, así como tampoco la ínfima eclosión de los huevos; no fue posible establecer los valores de tiempo para cada fase del ciclo biológico de tal forma que fuera estadísticamente representativo, por ello, no se estimó el efecto del tratamiento hidrotérmico en la duración de cada una de las fases del ciclo de vida de la especie por las razones ya señaladas al abordar la discusión sobre las pruebas de susceptibilidad térmicas.

Para diversas especies de Diptera se ha demostrado que un pretratamiento de exposición a alta temperaturas subletales puede inducir resistencia subsiguiente (Carretero et al. 1991, Jang 1992b, Yocum y Delinger 1993, citados por Thomas y Shellie 2000). Probablemente la incidencia de letalidad en las larvas al realizar la presión de selección previa sea la causa de los resultados obtenidos para la S₄ y S₅.

Las moscas soportan las condiciones de laboratorio por dos razones: 1) Hay un rango de condiciones en el cual ninguna población puede adaptarse, integrado ello, a la presión ambiental por lo cual las crías de moscas en el laboratorio están sujetas a descensos dentro de un rango de tolerancia, este sistema provoca una adaptación climática no permanente que es esencialmente no genética y 2) Hay una selección de genotipos, los cuales permiten que una fracción de la población de moscas sobreviva y se reproduzca bajo condiciones de crías artificiales (Mackauer 1976, Miyatake 1998 citados por Hernández et al. 2009.). Además, las dietas crudas pueden liberar sustancias tóxicas durante el tratamiento térmico de la misma las cuales están presentes al ofertarlas, también las larvas pueden producir cantidades intolerables de sustancias tóxicas en la dieta cuando la tasa de infestación es alta. Así mismo, los factores que contribuyen a la mortalidad crónica incluyen cambios celulares que impiden el desarrollo normal y condiciones postratamiento complicados en el manejo de la fase de pupa (Hansen y Sharp 1997). Ver % de mortalidad crónica en Cuadro 14, 15, 17, 18, 20, 21, 23, 24.

A través de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se pone en evidencia parcial la hipótesis planteada de que la susceptibilidad de la descendencia de *A. striata* a la hidrotérmia de $46,4 \pm 0,3$ ° C, tiene una tendencia al cambio en generaciones sucesivas, ya que en la medida en que se hizo la presión de selección la

población iba disminuyendo y por ello no fue posible continuar con el objetivo planteado referido la influencia de este tratamiento cuarentenario en la duración de las fases del ciclo de vida de *A. striata*, ya que este tratamiento implica que no solo tiene un efecto agudo sino también crónico por lo que se ve afectada la capacidad reproductiva.

CONCLUSIONES

- El ciclo biológico de *A. striata* en la primera selección obtenida (S_1), bajo las siguientes condiciones: $T= 25 \pm 1^\circ\text{C}$, $HR=75\pm 5\%$ y Fotoperíodo 12: 12, tuvo una duración de 63,8d, correspondiendo los siguientes periodos de tiempo para cada una de las fases: Huevo $3,01 \pm 0,69\text{d}$; larva $11,6 \pm 3,5\text{d}$; pupa $12,8 \pm 0,33\text{d}$ y adulto $36,3 \pm 17,5$
- En relación a la tabla de vida, para la fase adulta de *A. striata*, la curva de sobrevivencia se ajustó a la descrita por Deevey (1947), teniendo que la expectativa de vida (**ex**) se aproximó a 16,9 d. Además, la tasa de mortalidad específica por edades (**qx**) indica que a los 53 d es cuando realmente ocurre la mayor probabilidad de muerte
- En las condiciones del **Lamofru**, fue posible el establecimiento de una colonia de *A. striata*(S_1) y su respectiva descendencia a través de S_2 , S_3 y S_4 para la obtención de las larvas que permitieron realizar los bioensayos de susceptibilidad térmica y presión de selección
- Los periodos de exposición térmica letales: TL_{50} y TL_{95} , observados para *A. striata* a través de las pruebas de susceptibilidad y presión de selección ante la ocurrencia de las colisiones calóricas generadas por los tratamientos hidrotérmico a $46,4\pm 0,3^\circ\text{C}$ en la fase de larva para cuatro generaciones sucesivas, se corresponden respectivamente en cada selección con los siguientes valores en minutos: S_1 , $TL_{50}=8,29$ y $TL_{95}=12,15$; S_2 , $TL_{50}=5,86$ y $TL_{95}=16,48$; S_3 , $TL_{50}=8,61$ y $TL_{95}=14,94$ y S_4 , $TL_{50}=8,95$ y $TL_{95}=13,63$
- En las larvas de la especie *A. striata*, no se observó el desarrollo de respuestas de tolerancia térmica al tratamiento de inmersión a $46,4\pm 0,3^\circ\text{C}$ a través de las cuatro selecciones sucesivas contempladas en la experimentación (S_1 , S_2 , S_3 y S_4) en el bioensayo. Sus respuestas, visualizadas a través de las líneas de regresión indican la misma tendencia con relación a la susceptibilidad y un ligero desplazamiento de derecha a izquierda de S_2 , S_3 y S_4 con respecto a S_1
- En la medida que se aplicó el tratamiento hidrotérmico a $46,4\pm 0,3^\circ\text{C}$ en las larvas correspondientes a las cuatro selecciones de *A. striata*, se observó una respuesta homogénea pero diferente con relación a la susceptibilidad, sobreviviendo los individuos más tolerantes, con valores de pendiente en la línea de regresión: S_2 , $b=3,66$; S_3 , $b=6,88$; y S_4 , $b=8,74$, inferiores a la de S_1 , $b=9,89$, pero con un incremento del valor de la misma en las tres últimas generaciones.

- Al aplicar las respectivas presiones para inducir la selección térmica en las larvas de *A. striata*: 60, 70, 80 y 90%, en cada una de las cuatro generaciones: S₁, S₂, S₃ y S₄, sobrevivieron las tolerantes con tendencias porcentuales análogas a las observadas en las pruebas de susceptibilidad para los respectivos segmentos de las rectas Log₁₀-Probit.

RECOMENDACIONES

- Mejorar la estrategia de colonización, para así disponer de una población larval cuyo número garantice continuar sin limitantes los bioensayos y con ello, poder evaluar el comportamiento en generaciones diferentes.
- Caracterizar componentes, proporción y propiedades físico-químicas de ingredientes para formular sustratos dietéticos a utilizar en la manutención de larvas de *A. striata*
- Evaluar dietas de manutención(iniciadora y de mantenimiento) a través de la oferta a las larvas de *A. striata*, de liofilizado de pulpa de guayaba elaborados con frutos de diferentes grados de maduración y reconstituidos con agua destilada estéril
- Debido al hecho de que larvas de *A. striata* no muestran tendencia a la tolerancia en toda su extensión, se debe reformular la estrategia para aplicar las presiones de selección en las generaciones sucesivas en otros bioensayos, con el propósito de eliminar la probabilidad de heterogeneidad, y dependiendo de los resultados realizar los respectivos cruces recíprocos entre los genotipos resistentes y susceptibles
- Continuar realizando bioensayos, para establecer a $46,4 \pm 0,3$ °C el ciclo biológico de *A. striata* a presiones de selección mayores a 87,5%. Con ello será posible caracterizar la probable influencia que podría tener ésta magnitud de presión sobre la duración de las fases del ciclo.
- Elaborar planes futuros para continuar realizando ensayos de susceptibilidad térmica larval y aplicar presiones de selección a través de generaciones sucesivas, y de ser posible, en poblaciones de esta especie insectil con distribución geográfica variada, siendo su finalidad, la de verificar la probable selección de genes vinculados a la tolerancia o susceptibilidad de las larvas a la temperatura de $46,4 \pm 0,3$ °C

REFERENCIAS CITADAS

- Aluja S. M. 1993. Manejo integrado de la mosca de la fruta. 1ª Edición. Editorial Trillas. 251 p.
- Analitical software.** 2010. Xlstat (Versión 12.3.06).
- Avilán L, Leal F, Bautista D. 1992. Manual de fruticultura. 2ª Edición. Tomo II. Editorial América. Caracas- Venezuela. 839 p.
- Bravo B, Hernández E, Artiaga T, Salvador M, Salvador F, Toledo J. 2009. Parámetros de producción y calidad durante la renovación de la colonia de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) en proceso para cría masiva. Entomología Mexicana 8: 378-383.
- Boscán N. 1995. Requisitos fitosanitarios para exportación de productos agrícolas. FONAIAP Divulga 49: 41- 42.
- Boscán N. 2001. Manejo integrado de las moscas de la frutas. En: E. González y P. Morales (Ed) Memorias del curso teórico – práctico de sistemática, evolución e importancia económica de las Moscas de la fruta en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. pp. 122-132.
- Calcagno G E, Manso F, Vilardi J. 2002. Mating performance of a medfly strain. Comparison of mating performance of medfly (Diptera: Tephritidae) Genetic sexing and wild type strains: Field cage and video recording experiments. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, 1428. Buenos Aires, Argentina. Florida Entomologist 85(1): 41-50.
- Caraballo J. 2001. Morfología de la familia Tephritidae. Taxonomía del género *Anastrepha* Schiner. En: E. González y P. Morales (Ed): Memorias del curso teórico - práctico de sistemática, evolución e importancia económica de las moscas de la fruta en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. pp.104-113.
- Castellano G. 1995. Enfermedades del guayabo en el estado Zulia y su control. FONAIAP Divulga 49: 48-49.

- Castillo A. 1997. Susceptibilidad de poblaciones larvales y adultas de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) a tratamientos hidrotérmico y al consumo de cebos tóxicos. [Trabajo de grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de agronomía. 64p.
- Celedonio H. 1990. Tratamiento hidrotérmico como medida cuarentenaria de post-cosecha en mango. En: Memoria IV Curso Internacional sobre Moscas de la fruta (Modulo IV). Metapa de Domínguez, Chiapas, México. pp. 92-99.
- Celedonio - Hurtado H, Liedo P, Aluja M, Guillen J. 1988. Demography of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua*, and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) in México. Florida Entomologist 71(2): 111-120.
- Celedonio-Hurtado H, Aluja M, Liedo P. 1995. Adult population fluctuation of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) tropical orchard habitats of Chiapas, Mexico. Environ Entomol 24(4): 861-869.
- Cerdá V. 2001. Efectos del tratamiento hidrotérmico y de la composición de dos cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) sobre la descendencia de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae). [Trabajo de grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de agronomía. 72p.
- Chaverri G. 2000. *Anastrepha striata* Schiner, 1868 (Mosca de la guayaba, mosca de las frutas). Disponible en: http://attila.inbio.ac.cr:7777/pls/portal30/IMAGEDB_Getfileimageoldcode?poldimageId=34310&p_oldImageFile=6.
- De La Rosa W, López F, Liedo P. 2002. *Beauveria bassiana* as pathogen of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) under laboratory conditions. Journal of Economic Entomology 95(1): 36-43.
- [Fedeagro] Confederación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios. 2008. Estadísticas Agropecuarias. Comercio.Org/comercio/codigopais.asp?Codigoarancel=0.
- Frias D, Selivon D, Hernandez-Ortiz V. 2006. Taxonomy of Inmature Stages: New Morphological Characters for Tephritidae Larvae Identification. Fruit Flies of Economic Importance From Basic to Applied Knowledge. San Salvador, Brasil. pp. 29-44. Disponible en: http://www.moscamed.org.br/pdf/Cap_03.pdf.
- García R. 1997. Efectos del tratamiento hidrotérmico y temperatura de almacenamiento en mangos var. Haden sobre el control fitosanitario de *Anastrepha obliqua* (Macquart), algunas características físico - químicas y organolépticas. [Trabajo de grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de agronomía. 85p.

- González E, Casares R, Dedordy J, Gonzalez D. 1998. Trampas y cebos elaborados en la finca para la detección y control de moscas de la fruta. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Mimeografiado 20 p.
- González E. 2001. Tratamiento hidrotérmico como estrategia de post-cosecha en frutos de mango (*Mangifera indica* L.). En: E. González y P. Morales (Ed): Memorias del curso teórico – práctico de sistemática, evolución e importancia económica de las moscas de la fruta en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Anexo I. pp.114-121.
- González L. 1990. Evaluación de la inmersión en agua caliente sobre larvas de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera:Tephritidae) y frutos de *Mangifera Indica* L.variedad Haden para consumo fresco. [Trabajo de Grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac.de Agronomía. 75p.
- González C.1995. Detección de larvas de *Anastrepha striata* Schiner y residuos de malation en pulpa de guayaba, su prevención a través de la incorporación de ciromazina en cebos alimenticios. [Trabajo de Grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac.de Agronomía. 73p.
- González R. 1995. Efecto del tratamiento hidrotérmico en frutos de níspero *Manilkara sapotilla* (L), sobre la mortalidad de larvas de *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) y algunas propiedades físico - químicas. [Trabajo de Grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de Agronomía. 87p.
- Gould W, Sharp J. 1992. Hot- water immersion quarantine treatment for guavas Infested with Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). Journal. of Economic Entomology 85(4): 1235-1239.
- Hansen D, Sharp J. 1997. Thermal dead in third instars of the Caribbean fruit fly (Diptera:Tephritidae): Density relationships. Journal of Economic Entomology. 90(2):540-545.
- Harcourt D G.1969. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. Ann.Rev. Entomol 14: 175-196.
- Hernández E. 1996. Colonización de moscas de la fruta. En: Memorias X Curso Internacional sobre Moscas de la fruta. Chiapas (México) pp. 401-408.

- Hernández E, Rivera P, Orozco-Dávila D, Salvador M, Toledo J. 2010. An artificial larval diet for rearing of *Anastrepha striata* Schiner (Diptera:Tephritidae). Florida Entomologist 93(2): 167- 174.
- Hernández E, Toledo J, Artiaga-Lopez T, Flores S. 2009. Demographic changes in *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) throughout the laboratory colonization process. Journal of Economic Entomology 102(2): 542-551.
- Hernández - Ortiz V. 2001. Filogenia y zoogeografía de los Tephritidae Neotropicales. En: E. González y P. Morales (Ed): Memorias del curso teórico – práctico de sistemática, evolución e importancia económica de las moscas de la fruta en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. pp. 12-28.
- Hoyos J. 1994. Frutales en Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Monografía N° 36. Caracas-Venezuela. pp. 186-188.
- León L. 1997. Susceptibilidad de poblaciones larvales y adultas de *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) a tratamientos térmicos y al consumo de cebos tóxicos. [Trabajo de grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de Agronomía. 62p.
- Liedo P. 1996. Importancia de la familia Tephritidae y su control. En: Memorias del X Curso internacional sobre moscas de la fruta. Chiapas (México) pp 81-90.
- Liedo P, Toledo J, Barrios M, Dávila A. 1996. Tabla de vida y parámetros demográficos de la Mosca de la guayaba, *Anastrepha striata* Schiner (Diptera:Tephritidae). En: Memorias VI Latinoamericano Congreso de Entomología XXXI Nacional. Chiapas (México) pp. 100-101.
- Lurie S, Jang E. 2007. The influence of heat shock proteins on insect pest and fruits in thermal treatments. Heat treatments for postharvest pest control(eds J. Tang *et al*). pp. 269-290.
- Matías D, Hernández E, Silva L. 1998. Mortalidad de larvas de tercer instar de *Anastrepha striata* Schiner por inmersión en agua caliente en función del tiempo de exposición y la temperatura. Agrociencia 32: 261-265.
- [Mppat] Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. 2009. Estadísticas: Rubro Guayaba. 5p.

- Morales P, González E. 2007. El Genero *Anastrepha* Schiner y su importancia económica en frutales de Venezuela. En: V. Hernández Ortiz (Ed), Mosca de la fruta en latinoamérica (Díptera: Tephritidae): Diversidad, biología y manejo. S y G editorial, Distrito Federal, México. pp. 27-52.
- Ordosgoitti C. 1997. Efectos del tratamiento hidrotérmico y temperaturas de almacenamiento en frutos de níspero *Manilkara sapotilla* (L) variedad Santiago, sobre el control fitosanitario de *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) y algunas características organolépticas y físico - químicas. [Trabajo de grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de Agronomía. 81p.
- Paraguacuto O. 1990. Efecto del tratamiento térmico del mango sobre algunas propiedades físico - químicas y la mortalidad de larvas de la mosca de las frutas del genero *Anastrepha*. [Trabajo de grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de Agronomía. 89p.
- Perdomo N. 2004. Efectos del tratamiento hidrotérmico y temperaturas de almacenamiento en mangos, cultivar Keitt, sobre el control fitosanitario de *Anastrepha obliqua* (Macquart) y algunas características físico - químicas del fruto. [Trabajo de grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de Agronomía. 71p.
- [Proexant] Promoción de exportaciones agrícolas no tradicionales. Corporación. 2006. Proyectos exitosos para el sector agroexportador. Ecuador. Generalidades del fruto de mango. Capítulo IV. Disponible en :<http://www.proexant.org.ec/HTMango.html>.
- Rabinovich J. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales .Ed. CECSA. 313p.
- Ramirez A, Hernandez-Ortiz V, Martinez I. 1996. Maduración ovárica en la mosca de la guayaba *Anastrepha striata* Schiner (Diptera:Tephritidae).Acta Zool. Mex. (n.s) 69: 105-116.
- Ramírez R, Quijada O. 2006. La guayaba, una versátil fruta tropical. El Nacional, Caracas (Ven.); ago., 19: 9ª.
- Raymond M. 1985. Présentation d'un programme d'analyse. Log-probit pour microordennateur.Cah ORSTOM, Ser Ent. Med et Parasitol 22(2): 117-121.

- Reyna C, Hernandez – Ortiz V, Lopez T. A, Figueroa M. 2001. Renovación de la colonia de cría masiva de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) mediante el reemplazamiento de machos o hembras. En: Memorias del IX Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica y Bioingeniería. México. 1p.
- Rodriguez Z, Sifuentes A. 1995. Caracterización organoléptica y físico- química de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) sometidos a tratamiento hidrotérmico para el control de larvas de *Anastrepha striata* Schiner. [Trabajo de grado]. Facultad de Agronomía. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de Agronomía. 73p.
- Santander A, Santander G. 2006. Susceptibilidad de una población de *Anastrepha obliqua* (Macquart) a *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin. [Trabajo de Grado]. Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de Agronomía. 127p.
- Sharp J L. 1989. Hot water immersion appliance for quarantine research. Journal of Economic Entomology 82(1): 189-192.
- Sharp J L, Hallman J G. 1992. Hot-air treatment for carambolas infested with Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. 85(1): 168- 171.
- Silva M. 1997. Efecto del tratamiento hidrotérmico y de la temperatura de almacenamiento en frutos de nísperos variedad Tiberio, *Manilkara sapotilla* (L), sobre el control fitosanitario de *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) y algunas características organolépticas y físico - químicas. [Trabajo de grado] Maracay, Universidad Central de Venezuela. Fac. de Agronomia 82p.
- Solferini V, Morgante J. 1990. $X_1X_1X_2X_2:X_1X_2$ Y Mechanism of sex determination in *Anastrepha bistrigata* and *Anastrepha serpentina* (Diptera: Tephritidae). Rev. Brasil. Genet 13(2): 201- 208.
- Sosa M. 1996. Aplicación del sexado genético en moscas del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wied.). La cepa Vienna-42 con la mutante Ist (sensibilidad letal a temperaturas). En: Memorias del X Curso Internacional sobre Moscas de la Fruta (Modulo V). Chiapas(México) 433p.
- Thomas D, Mangan R. 1995. Morbidity of the pupal stage Mexican and West Indian fruit flies (Diptera: Tephritidae) induced by hot-water immersion in the larval stage. Florida Entomologist 78(2): 1-6.

Thomas D, Shellie K. 2000. Heating rate and induced thermotolerance in Mexican fly (Diptera: Tephritidae) larvae, a quarantine pest of citrus and mangoes. *Journal of Economic Entomology* 93(4): 1373-1379.

[USDA] United States Department of Agriculture. 1998. Fresh fruits and vegetables Import manual. Disponible en: <http://manuals.cphst.org/tindex/getSchedule.cfm?scheduleName=T102-a>.

DESCRIPCION DEL PROCESO**01. Recepción de la materia prima**

Proteína hidrolizada NuLure (1203 g)

02. Transporte

Transporte en bandeja de la materia prima

03. Evaporación

Evaporación en estufa ventilada hasta 700 g, 60°C x 72 h. hasta obtención de consistencia semisólida

04. Resultante de la evaporación

Proteína hidrolizada semisólida

05. Pesaje

Pesada en porciones de 250 g

06. Pesaje

Pesada de azúcar morena o papelón pulverizado en porciones de 750 g

07. Homogeneización

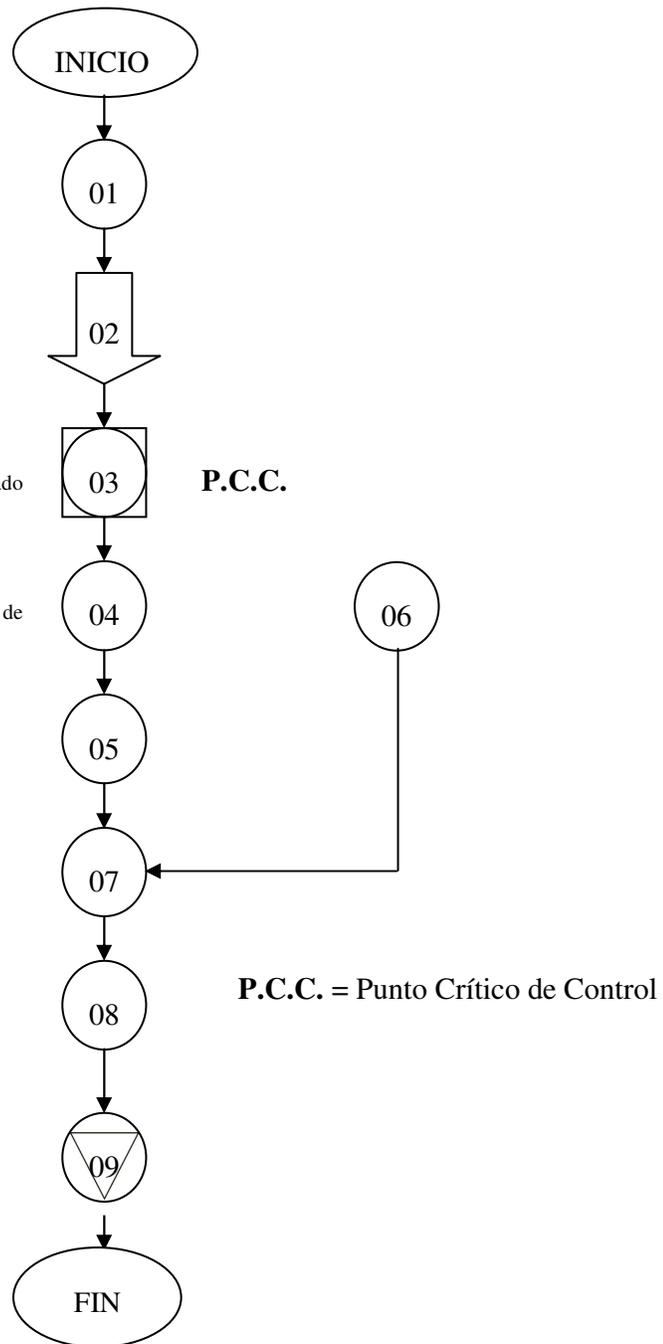
Operación manual con espátula (250g de proteína más 750g de azúcar morena o papelón pulverizado)

08. Producto final

Dieta carboprotéica

09. Envasado y almacenamiento

Envasado en frascos de vidrio esterilizados y almacenamiento a temperatura ambiente



Anexo 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la dieta para adultos de *A. striata* utilizando proteína hidrolizada de maíz y azúcar morena o papelón pulverizado en relación 1:3. Secuencia simbólica según las pautas del Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI). Fuente: Lamofru, 2007. Simbología de la ANSI: ○ = Límites; ○ = Operación; □ = Inspección; ⇨ = Transporte; → = Dirección de flujo y △ = Almacenamiento.

DESCRIPCION DEL PROCESO**01. Pesaje**

Pesada de 10 gramos de Agar-Agar

02. Adición

10 gramos de Agar-Agar + 1 litro de agua destilada

03. Agitación y calentamiento

Agitación constantemente hasta disolución completa

04. Adición

10 gotas de colorante vegetal (verde) utilizado para repostería

05. Producto final

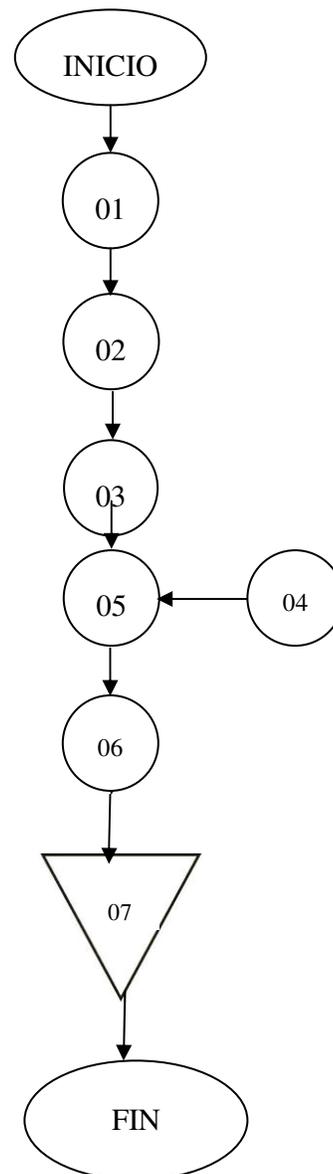
Gel de agar-agar coloreado

06. Envasado

Envasado del gel en caliente para moldeado esférico

07. Cobertura y resguardo

Cobertura de las esferas con papel parafilm y almacenamiento a 10 °C



Anexo 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de las esferas Agar-Agar ($\varnothing=4\text{cm}$) de color verde para la oviposición de *A. striata*. Secuencia simbólica según las pautas del Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI, 2004).

Fuente: Lamofru, 2007.

DESCRIPCION DEL PROCESO

01. Selección de materia prima

Frutos de guayaba variedad Clon 3 Zulia
Patrón **Roja Redonda** $5,5 \pm 0,048^\circ\text{Brix}$
para guayaba en madurez fisiológica

02. Pelado, cortado manual y lavado de frutos

03. Homogeneización

Homogeneización de la pulpa sin adición
de agua

04. Agitación

Movilización de la mezcla

05. Pesaje

En porciones de 500g

06. Transporte

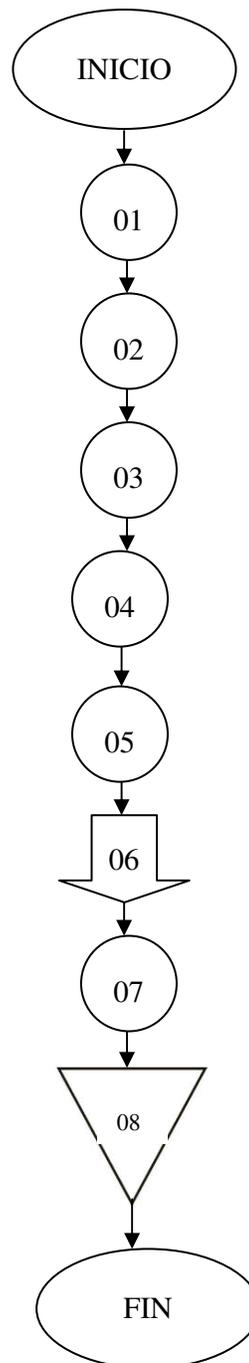
La mezcla es transportada a temperatura
ambiente

07. Envasado

Envasado en frasco de vidrio estéril de
900ml de capacidad

08. Almacenamiento.

Resguardo a 10°C por un tiempo máximo
de tres días para utilización posterior, en
caso de incorporar larvas, la dieta debe
estar a temperatura ambiente.



Anexo 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de sustrato dietético iniciador para larvas de *A. striata* con base a 2 kg de pulpa de guayaba. Secuencia simbólica según las pautas del Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI, 2004).

Fuente: Lamofru, 2007.

DESCRIPCION DEL PROCESO

01. Selección de materia prima

Frutos de guayaba variedad Clon 3 Zulia
Patrón **Roja Redonda** 10,00± 0,00°Brix
para guayaba madura

02. Pelado, cortado manual y lavado de frutos

03. Homogeneización

Homogeneización de la pulpa sin adición
de agua

04. Agitación

Movilización de la mezcla

05. Pesaje

En porciones de 500g

06. Transporte

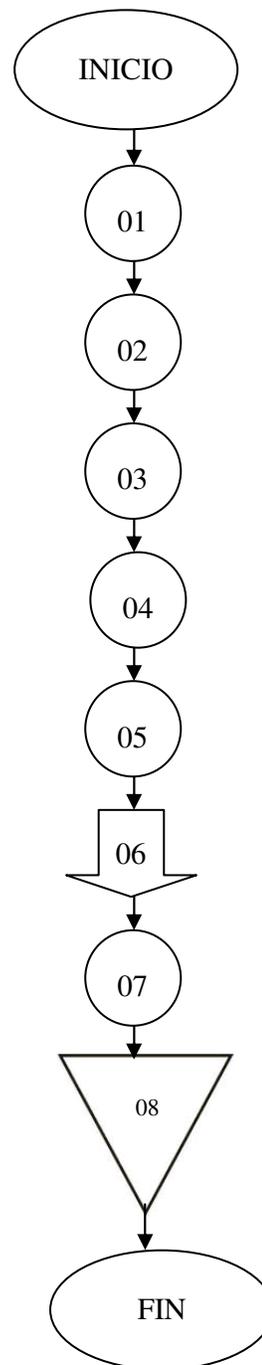
La mezcla es transportada a temperatura
ambiente

07. Envasado

Envasado en frasco de vidrio estéril de
900ml de capacidad

08. Almacenamiento.

Resguardo a 10°C por un tiempo máximo
de tres días para utilización posterior, en
caso de incorporar larvas, la dieta debe
estar a temperatura ambiente.



Anexo 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de sustrato dietético de mantenimiento para larvas de *A. striata*. Secuencia simbólica según las pautas del Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI, 2004). **Fuente:** Lamofru, 2007.

DESCRIPCION DEL PROCESO**01. Selección de materia prima**

Guayaba madura (7, 84 \pm 0,357 Brix) var Dominica Roja

02. Pelado, cortado manual y lavado de frutos**03. Homogeneización**

Homogeneización de la pulpa sin adición de agua

04. Pesaje

En porciones de 2 kg

05. Adición

25 gramos de Agar-Agar

05.1. Disolución

25 gramos de Agar-Agar en un litro de agua destilada

05.2. Agitación y calentamiento

Agitación del Agar-Agar durante el calentamiento hasta disolución

05.3 Adición

Incorporación de gelificante

06. Agitación

Movilización de la mezcla hasta ebullición

07. Transporte

La mezcla es transportada en caliente

08. Envasado

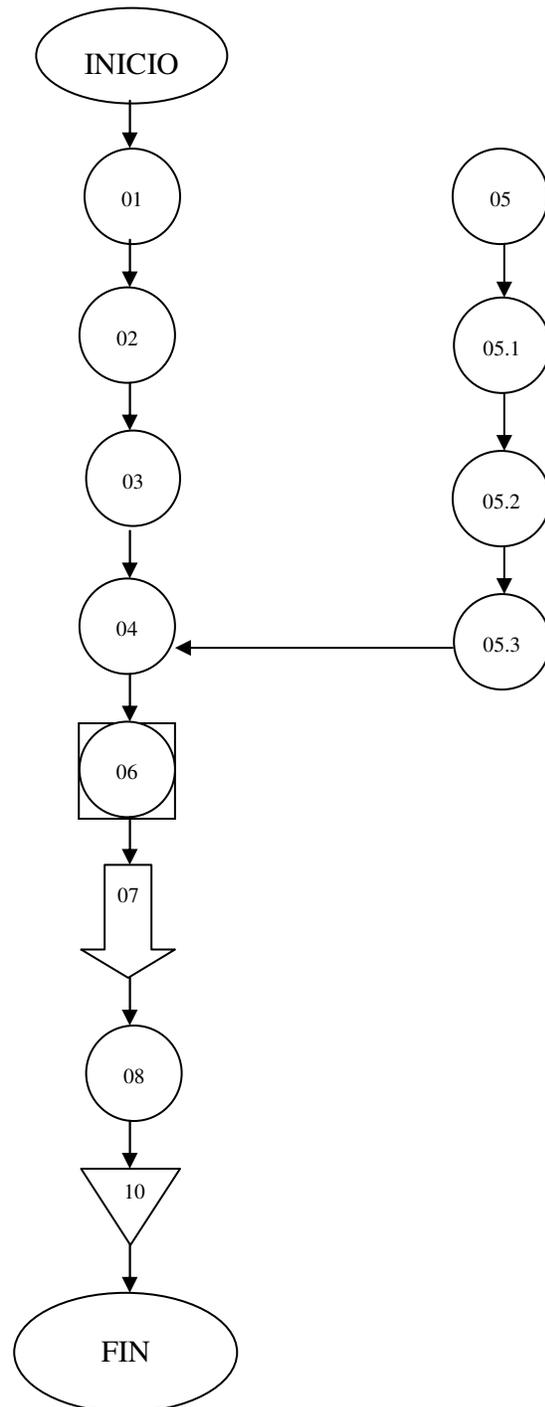
Envasado en frasco de vidrio estéril de 900ml de capacidad

09. Enfriamiento

Enfriamiento hasta temperatura ambiente

10. Almacenamiento.

Resguardo a 10°C para utilización posterior, calentar en baño de maría a 80°C; en caso de incorporar larvas, la dieta debe estar a temperatura ambiente.



Anexo 5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de sustrato dietético de mantenimiento para bioensayos de susceptibilidad térmica larval y presión de selección de *A. striata*. Secuencia simbólica según las pautas del Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI, 2004). **Fuente:** Lamofru, 2007.

Anexo 6. Duración de la fase de larva de *Anastrepha striata* Schiner (S₁) en condiciones de laboratorio: T= 25 ± °C, HR= 75 ± 5% y Fotoperiodo 12:12. Programa Xlstat 2010 (versión 12.3.06).

Tratamiento	Replica	Larvas vivas
0	1	1
1	2	6
1	3	3
1	4	8
1	5	2
3	1	0
3	2	6
3	3	3
3	4	8
3	5	2
5	1	0
5	2	6
5	3	3
5	4	8
5	5	2
7	1	0
7	2	6
7	3	3
7	4	8
7	5	2
9	1	0
9	2	6
9	3	3
9	4	8
9	5	2
11	1	0
11	2	6
11	3	3
11	4	8
11	5	2
Σ	180	115
\bar{X}	11,612	7,419
S	3,52	2,865

Anexo 8. Resultados Probit (Raymond, 1985). Valores de mortalidad aguda (72h) en larvas de *A. striata* colonizadas en guayaba Dominica Roja pertenecientes a la selección S₁ utilizando diferentes tiempos de tratamiento a 46,4±0,3°C.

Name of the file: ana72
9/10
tiempo1

n	Dose	Mort. corr (%)	probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	6.0000	11.0	3.773331	100	11	8.24	1.0088
2	8.0000	40.0	4.747067	100	40	43.91	0.6194
3	10.0000	76.0	5.706027	100	76	78.97	0.5297
4	12.0000	96.0	6.751076	100	96	94.39	0.4888
5	14.0000	99.7	7.748153	100	99.7	98.78 *	0.7036

Mortality in the control: 0 %

Number of iterations: 4

p(CHI2= 3.350411 , df= 3)= .6593115

Regression line: $y = A + \text{slope} * (x - M)$

A= 5.256724 +/- 7.533057E-02

5.181393 < A < 5.332055

Slope= 9.891495 +/- .7285285

9.162966 < Slope < 10.62002

M= 10.94454

Variance of the LC50= 6.16529E-05

Heterogeneity= 1

LC	Level of Confidence	Range
2 = 5.13946	.95	4.65880 < LC < 5.54099
50 = 8.29067	.95	7.98823 < LC < 8.58263
90 = 11.17298	.95	10.68758 < LC < 11.79998
95 = 12.15951	.95	11.54158 < LC < 12.98852
98 = 13.37401	.95	12.57042 < LC < 14.48540
60 = 8.79347	.95	8.49268 < LC < 9.10454

Anexo 9. Resultados Probit (Raymond, 1985). Valores de mortalidad aguda (72h) en larvas de *A. striata* colonizadas en guayaba Dominica Roja pertenecientes a la selección S₂ utilizando diferentes tiempos de tratamiento a 46,4±0,3°C.

Name of the file: ana72-1
12/10
ana2009-1

n	Dose	Mort. corr (%)	probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	4.0000	29.3	4.456806	100	36	34.03	0.1959
2	6.0000	49.9	4.998483	100	54.66	56.05	0.0772
3	8.0000	64.6	5.375935	100	68	71.88	0.7046
4	10.0000	83.8	5.986335	100	85.33	82.09	0.6600

Mortality in the control: 0 %
p(CHI2= 1.637698 , df= 2)= .5590588

Name of the file: ana72-1
12/10
ana2009-1

% control mortality : 9.33 < 9.33 / 100 > <first estimation>

N	Killed	Total	Dose	Observed mortality	Corrected mortality (1st estimation)
1	36	100	4.0000	36	29.3
2	54.66	100	6.0000	54.7	49.9
3	68	100	8.0000	68	64.7
4	85.33	100	10.0000	85.3	83.8

Log transformation of the dose <-1 for NO>? yes

?Redo from start

?

----> Yes

iterations ----> 1 2

Natural Mortality (Last Estimation): 9.5 %

p(CHI2= 1.637698 , df= 2)= .5590588

The data are well represented by a line. Option 6 of Menu 2 is suggested.

Regression line: $y = A + \text{slope} * (x - M)$

A= 5.208756 +/- 7.309708E-02 5.135659 < A < 5.281853
Slope= 3.66564 +/- .5164309 3.149209 < Slope < 4.182071
M= 10.82531

Variance of the LC50= 4.620228E-04

Heterogeneity= 1

LC	Level of Confidence	Range
2 = 1.61425	.95	0.92807 < LC < 2.21888
50 = 5.86624	.95	5.24194 < LC < 6.42389
90 =13.12263	.95	11.10740 < LC < 17.33401
95 =16.48847	.95	13.34828 < LC < 23.64967
98 =21.31820	.95	16.37905 < LC < 33.61839
70 = 8.15286	.95	7.41728 < LC < 9.26010

Anexo 10. Resultados Probit (Raymond, 1985). Valores de mortalidad aguda (72h) en larvas de *A. striata* colonizadas en guayaba Dominica Roja pertenecientes a la selección S₃ utilizando diferentes tiempos de tratamiento a 46,4±0,3°C.

```

Name of the file: A.striata
03/11
AnaCastillo
< control mortality : 0 < 0 / 100 >

```

N	Killed	Total	Dose	Observed mortality	Corrected mortality
1	14	100	6.0000	14	14
2	44	100	8.0000	44	44
3	61	100	10.0000	61	61
4	87	100	12.0000	87	87

```

Log transformation of the dose <-1 for NO)? yes
?Redo from start
?
-----> Yes
iterations -----> 1 2
>(CHI2= 2.769366 , df= 2 )= .7495948
[he data are well represented by a line. Option 6 of Menu 2 is suggested.
You have already analyzed this file

Regression line: y= A + slope*(x - M)
A= 5.056923 +/- 6.949726E-02          4.987426 < A < 5.12642
Slope= 6.881826 +/- .6698821        6.211944 < Slope < 7.551708
M= 10.9436
Variance of the LC50= 1.026313E-04
Heterogeneity= 1

```

LC	Level of Confidence	Range
2 = 4.33340	.95	3.64008 < LC < 4.88991
50 = 8.61636	.95	8.21770 < LC < 9.02131
90 =13.23035	.95	12.23639 < LC < 14.75621
95 =14.94135	.95	13.58664 < LC < 17.10630
98 =17.13239	.95	15.26943 < LC < 20.22099
80 =11.41814	.95	10.75481 < LC < 12.36591

Anexo 11. Resultados Probit (Raymond, 1985). Valores de mortalidad aguda (72h) en larvas de *A. striata* colonizadas en guayaba Dominica Roja pertenecientes a la selección S₄ utilizando diferentes tiempos de tratamiento a 46,4±0,3°C.

Name of the file: striata
02/11
prueba4

% control mortality : 0 < 0 / 100 >

N	Killed	Total	Dose	Observed mortality	Corrected mortality
1	38	100	8.0000	38	38
2	60	100	10.0000	60	60
3	84	100	12.0000	84	84
4	99	100	14.0000	99	99

Log transformation of the dose (-1 for NO)? yes_

Name of the file: striata
02/11
prueba4

n	Dose	Mort. corr (%)	probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	8.0000	38.0	4.694956	100	38	33.41	0.9469
2	10.0000	60.0	5.252934	100	60	66.24	1.7397
3	12.0000	84.0	5.994422	100	84	86.68	0.6241
4	14.0000	99.0	7.326786	100	99	95.52 *	2.8343

Mortality in the control: 0 %
Number of iterations: 4
p<CHI2= 6.145096 , df= 2 >= .953696

Regression line: $y = A + \text{slope} * (x - M)$
 $A = 5.440956 \pm 7.449878E-02$ $5.366457 < A < 5.515455$
 $\text{slope} = 8.74609 \pm 1.564922$ $7.181168 < \text{slope} < 10.31101$
 $M = 11.00251$
 Variance of the LC50= 9.904226E-05
 heterogeneity= 3.072548 with 2 df

LC	Level of Confidence	Range
2 = 5.21464	.95	2.84809 < LC < 8.74326
50 = 8.95557	.95	7.42152 < LC < 10.63990
90 = 12.54996	.95	10.04466 < LC < 16.15206
95 = 13.81025	.95	10.43017 < LC < 19.07917
98 = 15.38024	.95	10.81207 < LC < 23.15949
5 = 5.80744	.95	3.47648 < LC < 9.01310
85 = 11.76510	.95	9.73583 < LC < 14.51910