

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE *Diachasmimorpha longicaudata* y *Diachasmimorpha tryoni* UTILIZANDO REMANENTES DE LARVA DE LA CEPA DE SEXADO GENÉTICO (TSL) DE MOSCA DEL MEDITERRÁNEO *Ceratitis capitata*

Wied.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ALICIA DEL CARMEN ALDANA VALLADARES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL GRADO DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2003

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
7(2043)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Dr. M.V. Luis Alfonso Leal Monterroso

RECTOR

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
VOCAL I	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL II	Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL III	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL IV	Br. Luis Antonio Raguay Pirique
VOCAL V	Br. Juan Manuel Corea Ochoa
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Guatemala, 29 de octubre de 2003


Señores
Junta Directiva de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros de la junta directiva:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar para su consideración el documento de graduación titulado:
"PRODUCCIÓN DE *Diachasmimorpha longicaudata* y *Diachasmimorpha tryoni* UTILIZANDO REMANENTES DE LARVA DE LA CEPA DE SEXADO GENÉTICO (TSL) DE MOSCA DEL MEDITERRÁNEO *Ceratitis capitata* Wied." Como último requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el Grado Académico de Licenciado.

En espera que la presente investigación tenga el mérito suficiente para su aprobación, me es grato presentarles mis muestras de estima y respeto.

Atentamente,


Alicia del Carmen Aldana Valladares

TESIS QUE DEDICO

A:

Dios

Mi Familia

Especialmente a mis padres, Ing. Agr. Carlos Guillermo Aldana González y Azucena del Carmen Valladares de Aldana por los esfuerzos, dedicación y apoyo que siempre me han brindado.

Con amor a mi esposo Manuel Alain Castro Ampié por su apoyo incondicional y a mis hijos Alicia María, Manuel Alejandro y Carlos Guillermo.

A Virginia Aguilar y Alicia González Dávila, mis abuelitas. QEPD

AGRADECIMIENTOS

A:

Los Ingenieros Agrónomos Samuel Córdova, Miguel López Valenzuela y Dr. Pedro Rendón por su valiosa contribución y asesoría en el desarrollo de este trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo Gustavo Baeza asesor inicial del presente trabajo de tesis.

Al Programa MOSCAMED y a la Oficina de Desarrollo de Métodos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos por el apoyo técnico y financiero.

Al Ingeniero Felipe Jerónimo por sus sugerencias en el desarrollo del trabajo.

Al personal técnico y operativo del Laboratorio de Cría y Evaluación de Parasitoides La Aurora, Programa MOSCAMED.

Catedráticos y compañeros de la Subárea de Protección de Plantas especialmente el área de Entomología.

Contenido General

Índice de Cuadros	ii
Índice de Figuras	iv
Contenido de apéndice	v
Resumen	vi
1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema	3
3. Marco Teórico	4
3.1 Marco conceptual	4
3.1.1 Control Integrado de plagas	4
3.1.2 Control Biológico	4
3.1.3 Parasitoides	5
3.1.3.A Diachasmimorpha	5
3.1.4 Mosca del Mediterráneo	7
3.1.4.A Cepas de Sexado Genético	9
3.1.5 Conceptos Importantes en la Medición de una Población	9
3.2 Marco Referencial	11
3.2.1 Planta de Producción de Insecto Estéril "El Pino"	11
3.2.1.A Calidad de las colectas	11
3.2.2 Laboratorio de Cría y Evaluación de Parasitoides "La Aurora"	11
3.2.2.A Descripción del equipo	12
3.2.2.B Procedimiento de cría de <i>Diachasmimorpha</i> spp	13
3.2.2.C Control de Calidad	14
3.2.2.D Cuantificación de la producción	16
4. Objetivos	17
5. Hipótesis	18
6. Metodología	19
6.1 Diseño Experimental	19
6.2 Unidad Experimental	20
6.3 Manejo del Experimento	21
6.3.1 Análisis adicional de Tasa Neta de Reemplazamiento	22
6.4 Variables Respuesta	22
6.4.1 Proporción Macho: Hembra	22
6.4.2 Mortalidad	23
6.4.3 Porcentaje de Parasitismo	23
6.4.4 Fecundidad	23
6.4.5 Peso de Pupa	23
6.5 Análisis de la información	23
6.5.1 Análisis adicional de Tasa Neta de Reemplazamiento	24
7. Resultados	25
7.1 <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	25
7.1.1 Mortalidad Promedio	25
7.1.2 Proporción Macho: hembra	27
7.1.3 Porcentaje de parasitismo	29
7.1.4 Peso de Pupa	30
7.1.5 Fecundidad	32
7.1.6 Prueba adicional de Tasa Neta de Reemplazamiento	34
7.2 <i>Diachasmimorpha tryoni</i>	36
7.2.1 Mortalidad Promedio	36
7.2.2 Proporción Macho: hembra	38
7.2.3 Porcentaje de parasitismo	39
7.2.4 Peso de Pupa	41
7.2.5 Fecundidad	43
7.2.6 Prueba adicional de Tasa Neta de Reemplazamiento	47
8. Conclusiones	47
9. Recomendaciones	48
10 Bibliografía	49
11 Apéndices	51

Indice de Cuadros

Cuadro 1. Resumen de las condiciones de manejo para la cría de parasitoides del género <i>Diachasmimorpha</i> en el Laboratorio La Aurora del Programa MOSCAMED.	14
Cuadro 2. Datos de producción y control de calidad en la cría de tres parasitoides en el Laboratorio La Aurora del Programa MOSCAMED durante 1999.	15
Cuadro 3. Factores y niveles para el diseño experimental.	19
Cuadro 4. Descripción y nomenclatura de los tratamientos	19
Cuadro 5. Arreglo de los tratamientos para tasa Neta de Reemplazamiento de la primera y quinta generación.	20
Cuadro 6 Mortalidad diaria promedio de parasitoides <i>D. longicaudata</i>	25
Cuadro 7. Resumen de ANDEVA para Mortalidad Promedio en <i>D. longicaudata</i>	26
Cuadro 8. Resultados de la prueba de Tukey para mortalidad promedio en cinco generaciones de <i>D. longicaudata</i>	26
Cuadro 9. Proporción macho: hembra en <i>D. longicaudata</i>	27
Cuadro 10. Resumen de ANDEVA para Proporción macho: hembra en <i>D. longicaudata</i>	28
Cuadro 11. Resultados de la prueba de Tukey para Proporción macho: hembra en cinco generaciones	28
Cuadro 12. Porcentaje de parasitismo en <i>D. longicaudata</i>	29
Cuadro 13. Resumen de ANDEVA para Porcentaje de parasitismo en <i>D. longicaudata</i>	30
Cuadro 14. Resultados de la prueba de Tukey para Porcentaje de parasitismo en cinco generaciones	30
Cuadro 15. Peso promedio de pupa en <i>D. longicaudata</i>	31
Cuadro 16. Resumen de ANDEVA para Peso promedio de pupa en <i>D. longicaudata</i>	31
Cuadro 17. Resultados de la prueba de Tukey para Peso promedio de pupa en cinco generaciones de <i>D. longicaudata</i>	32
Cuadro 18. Tasa de Reemplazamiento "R" en <i>D. longicaudata</i>	33
Cuadro 19. Resumen de ANDEVA para Tasa Neta de Reemplazamiento en <i>D. longicaudata</i>	33
Cuadro 20. Resultados de la prueba de Tukey para Tasa de Reemplazamiento en cinco generaciones de <i>D. longicaudata</i>	34
Cuadro 21. Resumen de ANDEVA para Tasa Neta de Reemplazamiento en <i>D. longicaudata</i>	35

Cuadro 22. Resultados de la prueba de Tukey para Tasa Neta de Reemplazamiento en primera y quinta generaciones de <i>D. longicaudata</i>	35
Cuadro 23 Comparación inter e intra generaciones a través de contrastes ortogonales en primera y quinta generaciones de <i>D. longicaudata</i>	35
Cuadro 24 Mortalidad diaria promedio de parasitoides <i>D. tryoni</i>	36
Cuadro 25. Resumen de ANDEVA para Mortalidad Promedio en <i>D. tryoni</i>	37
Cuadro 26. Resultados de la prueba de Tukey para mortalidad promedio en cinco generaciones de <i>D. tryoni</i>	37
Cuadro 27. Proporción Macho: Hembra en <i>D. tryoni</i>	38
Cuadro 28. Resumen de ANDEVA para Proporción Macho: hembra en <i>D. tryoni</i>	39
Cuadro 29. Resultados de la prueba de Tukey para Proporción Macho: hembra en cinco generaciones de <i>D. tryoni</i>	39
Cuadro 30. Porcentaje de parasitismo en <i>D. tryoni</i>	40
Cuadro 31. Resumen de ANDEVA para Porcentaje de parasitismo en <i>D. tryoni</i>	40
Cuadro 32. Resultados de la prueba de Tukey para porcentaje de parasitismo en cinco generaciones de <i>D. tryoni</i>	41
Cuadro 33. Peso promedio de pupa en <i>D. tryoni</i>	42
Cuadro 34. Resumen de ANDEVA para Peso promedio de pupa en <i>D. tryoni</i>	42
Cuadro 35 Resultados de la prueba de Tukey para peso promedio de pupa en cinco generaciones de <i>D. tryoni</i>	43
Cuadro 36. Tasa de Reemplazamiento "R" en <i>D. tryoni</i>	43
Cuadro 37. Resumen de ANDEVA para Tasa Neta de Reemplazamiento en <i>D. tryoni</i>	44
Cuadro 38. Resultados de la prueba de Tukey para Tasa de Reemplazamiento en cinco generaciones de <i>D. tryoni</i>	44
Cuadro 39. Resumen de ANDEVA para Tasa Neta de Reemplazamiento en <i>D. tryoni</i>	45
Cuadro 40. Resultados de la prueba de Tukey para Tasa Neta de Reemplazamiento en primera y quinta generaciones de <i>D. tryoni</i>	45
Cuadro 41. Comparación inter e intra generaciones a través de contrastes ortogonales en primera y quinta generaciones de <i>D. tryoni</i>	47

Indice de Figuras

Figura 1. <i>Diachasmimorpha tryoni</i>	6
Figura 2. <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	7
Figura 3. Unidad Experimental	21
Figura 4. Unidad de parasitación	22
Figura 5. Mortalidad Promedio por cinco generaciones de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .	26
Figura 6. Proporción Macho: hembra durante 5 generaciones de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	28
Figura 7. Porcentaje de parasitismo por cinco generaciones de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .	29
Figura 8. Peso de pupa por cinco generaciones de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .	31
Figura 9. Tasa Neta de Reemplazamiento por cinco generaciones de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .	33
Figura 10. Mortalidad Promedio por cinco generaciones de <i>Diachasmimorpha tryoni</i> .	37
Figura 11. Proporción macho: hembra por cinco generaciones de <i>Diachasmimorpha tryoni</i> .	38
Figura 12. Porcentaje de parasitismo por cinco generaciones de <i>Diachasmimorpha tryoni</i> .	40
Figura 13. Peso de pupa por cinco generaciones de <i>Diachasmimorpha tryoni</i> .	42
Figura 14. Tasa Neta de Reemplazamiento por cinco generaciones de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .	44

Contenido de apéndice

Cuadro 42 A. Hospederos de mosca del Mediterráneo reportados en MEDHOST	51
Cuadro 43A. Duración del experimento en días para la especie <i>D. longicaudata</i>	52
Figura 16A. Duración del experimento en días para <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .	52
Cuadro 44 A. Tasa neta de reemplazamiento en la primera y quinta generación para <i>D. longicaudata</i>	52
Cuadro 45A. Duración del Experimento en días para la especie <i>Diachasmimorpha tryoni</i>	53
Figura 17 A. Duración del experimento en días para <i>Diachasmimorpha tryoni</i>	53
Cuadro 46A. Tasa Neta de Reemplazamiento en la primera y quinta generación para <i>D. tryoni</i>	53

"PRODUCCIÓN DE *Diachasmimorpha longicaudata* y *Diachasmimorpha tryoni* UTILIZANDO REMANENTES DE LARVA DE LA CEPA DE SEXADO GENÉTICO (TSL) DE MOSCA DEL MEDITERRÁNEO *Ceratítis capitata* Wied."

"PRODUCTION OF *Diachasmimorpha longicaudata* AND *Diachasmimorpha tryoni* USING LARVAE REMANENTS OF (TSL) GENETIC SEXING STRAIN OF MEDITERRANEAN FRUIT FLY *Ceratítis capitata* Wied."

RESUMEN

La planta de producción de Insecto Estéril "El Pino", produce dos tipos de cepa, cepa normal o standard y TSL (Sensitiva Letal a la Temperatura, por sus siglas en inglés), En la cría de parasitoides únicamente se ha empleado la cepa normal. La cepa conocida como normal tiene como característica el hecho de que los sexos (macho y hembra) no pueden ser diferenciados por dimorfismo en ningún estado anterior al adulto; en la cepa TSL un mecanismo de sexado genético permite separar por color la pupa (machos= café, hembras= blanco), La ventaja de desarrollar este tipo de cepa es con el fin de liberar solo machos estériles en lugar de los dos sexos. Esta reciente tecnología representa una mejora en términos de producción y eficacia.

El laboratorio "La Aurora", emplea larvas de cepa normal provenientes de una cuarta colecta para la cría de *Diachasmimorpha* spp., por sus características de tamaño de larva, y por que estudios anteriores demostraron que en dicha colecta las larvas son homogéneas en cuanto a madurez y tamaño, además de obtener las mejores proporciones sexuales en la cría. En dicha colecta el porcentaje de parasitismo obtenido con las diferentes especies de *Diachasmimorpha* oscila entre el 35 a 55%, porcentajes que se consideran aceptables, y su uso equivale al 35 a 40% del total de los costos de producción del género. Derivado de lo anterior, se considero conveniente evaluar la cepa TSL como sustrato de oviposición en la cría de parasitoides de ambas especies. En la producción de esta cepa se desechan las larvas que alcanzan su madurez tardíamente (a partir de la cuarta colecta), por tratarse de individuos que por factores genéticos serán de mala calidad como voladores para ser liberados en el campo. Comparativamente el porcentaje de voladores de la segunda colecta de cepa normal es de 93.75%, de la cuarta colecta es de 78%, mientras que para los machos térmicos es de 52.63% en la cuarta colecta; el parámetro de control de calidad que se recomienda es de un 55%.

Debido al volumen de desechos de larva de tercer estadio, que oscila entre 20 y 30 litros diarios y a la tendencia de reducir la producción de la cepa normal e incrementar la de cepa TSL, se hizo indispensable realizar evaluaciones para aprovechar la larva remanente de TSL observando si se mantienen los parámetros de control de calidad requeridos en la producción de parasitoides del género *Diachasmimorpha*.

Al momento de realizar la investigación el laboratorio se encontraba en una etapa de mantenimiento e incremento de las colonias de *Diachasmimorpha* y se esperaba realizar evaluaciones a gran

escala, con liberaciones en el área cafetalera. La presente investigación se realizó con *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead, y *Diachasmimorpha tryoni* Cameron, durante cinco generaciones.

Los resultados obtenidos de control de calidad para la especie *Diachasmimorpha longicaudata* indican que no hubo diferencias significativas en mortalidad promedio y proporción macho: hembra para la interacción cepa-generación ni para la cepa por separado por lo que ambas cepas son igualmente eficientes. El porcentaje de parasitismo presentó diferencias significativas entre generaciones, no así entre cepas, lo cual indica que existieron factores externos que afectaron las repeticiones aunque ambas cepas son igualmente eficientes. El peso promedio de pupa se vio claramente influido por el tipo de cepa, presentándose los mejores promedios para la cepa normal. Esto indica que el material obtenido a partir de cepa normal es de superior calidad (peso y tamaño de adultos) que el obtenido a partir de cepa TSL. En el caso de la Fecundidad se observó un aumento en la capacidad reproductiva de los individuos TSL al parasitar sobre larvas de la cepa TSL entre la primera y quinta generación. El factor cepa no presentó diferencias significativas, por lo que la cepa TSL es tan eficiente a lo largo de cinco generaciones como la cepa normal para la variable Tasa Neta de Reemplazamiento. Se efectuó una prueba adicional de Tasa Neta de Reemplazamiento para la primera y quinta generación con el fin de confirmar si los resultados se deben a factores propios de la cepa o a la adaptación de los individuos. Se observó que los individuos TSL parasitando sobre larva TSL fueron tan eficientes como los individuos normales al finalizar cinco generaciones indistintamente del tipo de larva empleada. Los resultados derivados de la prueba de medias son corroborados por la prueba de contrastes ortogonales, en donde se demuestra al igual que con el comparador de Tukey que no existen diferencias significativas entre los datos de tasa de reemplazamiento para ambas generaciones y que por lo tanto el uso de ambas cepas no varió entre la primera y quinta generación.

Los resultados para la variable respuesta tasa de mortalidad en *Diachasmimorpha tryoni* indican que es igualmente eficiente en cuanto a longevidad de los adultos. La longevidad del 50% de la población de parasitoides fue 13 días en promedio para todas las generaciones bajo condiciones de laboratorio. Se pudo observar que los individuos criados sobre cepa TSL no son tan eficientes en la generación de hembras (por presentar las proporciones más altas) como los individuos de cepa Normal. No se observó adaptación de la cepa a parasitar sobre larva TSL y en promedio los mejores porcentajes se presentaron para la cepa Normal y la interacción de la misma en la generación 4. El hecho que la cepa TSL presente en sus dos últimas generaciones los promedios más bajos de peso de pupa, indica que la cepa TSL presenta inferior calidad de material parasitado (peso y tamaño de adulto) comparada con la cepa Normal. El resultado para la variable

Fecundidad indicó que no existe adaptación evidente en la fecundidad cuando se utiliza cepa TSL con respecto a cepa Normal y que existe diferencia entre las Tasas Netas de Reemplazamiento en ambas cepas. Debido a que "R" mide una tendencia de la capacidad reproductiva, al comparar el comportamiento de la primera y quinta generación con sus respectivas combinaciones, se observa que si existe diferencia, y que dicha diferencia la marca el uso de la cepa. Los resultados de la prueba de contrastes ortogonales demuestran que no existe diferencia significativa entre la generación F1 y F5 para la tasa de reemplazamiento por lo que en ambas generaciones las cepas presentaron similar capacidad reproductiva.

Debido a estos resultados se concluyó y recomendó el uso de remanentes de cepa TSL en la cría de parasitoides del género *Diachasmimorpha* spp.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

1. Introducción

Desde el ingreso de la Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wied) "moscamed" a nuestro país en 1975, Guatemala no puede exportar frutas y hortalizas a países libres de la plaga sin antes cumplir con algún tipo de tratamiento post-cosecha (cuando el tratamiento post-cosecha esta disponible, por ejemplo en el caso de la exportación de mango) o bien recibir restricción total de la comercialización como medida cuarentenaria de protección. En ese mismo año se formó el programa MOSCAMED a partir de convenios bilaterales de cooperación entre Guatemala y México (1975) y entre Guatemala y Estados Unidos (1977). Los objetivos del programa son evitar el desplazamiento de la moscamed hacia las áreas libres de Guatemala, Belice, México y Estados Unidos, erradicar la moscamed del territorio guatemalteco, propiciar el desarrollo frutícola en áreas libres y apoyar los protocolos de exportación de productos hortofrutícolas en las áreas de baja prevalencia. Cumpliendo con los objetivos, el Programa logró mantener un área libre de 47425 kilómetros cuadrados en los Departamentos de Petén y Huehuetenango. Sin embargo, debido a diversas limitantes el área libre se redujo en 17925 kilómetros cuadrados entre 1997 y 1998 (13,14).

Como un apoyo a las actividades de control llevadas a cabo en Guatemala y debido a no contarse con alternativas químicas viables (amigables al ambiente), se promovió la utilización del control biológico de la moscamed. En 1994 surgió la iniciativa de evaluar técnicas de control biológico con parasitoides establecidos y desarrollados con éxito sobre varias especies de tephritidos en Hawaii y Florida (Estados Unidos) y en Costa Rica. Para ello se estableció el Laboratorio de Cría y Evaluación de Parasitoides "La Aurora" con apoyo científico-financiero a través del Programa Moscamed de Guatemala. A lo largo de su funcionamiento el Laboratorio La Aurora ha desarrollado e implementado métodos de cría para diferentes parasitoides de mosca de la fruta, contando actualmente con tres especies que parasitan larvas y una que parasita huevos de "moscamed". Las especies de *Diachasmimorpha* son parasitoides del tercer estadio larval, y para su cría se emplean larvas de "moscamed" producidas por la planta de producción de insecto estéril "El Pino". Esta planta produce las cepas Normal y TSL (Sensitiva Letal a la Temperatura, por sus siglas en inglés), sin embargo en la cría de parasitoides únicamente se ha empleado la cepa normal.

La cepa TSL produce, mediante un mecanismo de sexado genético, solo machos, y por tanto cuenta con mayor demanda para utilizarla en el control autocida. Actualmente esta cepa es utilizada por el Programa MOSCAMED en nuestro país y en exportaciones a México, Florida, California e Israel. Sin embargo, durante el proceso de cría, en la etapa larvaria, después de seleccionado el material que llegará a la etapa de pupa, se

desechan entre 20 y 30 litros de larva macho por lote de cría que no satisfacen los parámetros de control de calidad para liberación (19).

El objetivo principal del presente estudio es evaluar el uso de larvas de desecho, en la producción de parasitoides del género *Diachasmimorpha*, ya que el uso de los remanentes implica un ahorro significativo de recursos, tomando en cuenta el volumen del desecho y el costo del mismo. El trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio La Aurora durante los meses de mayo del año 2000 a enero del año 2001. Para cada una de las dos especies *Diachasmimorpha tryoni* y *Diachasmimorpha longicaudata*, se evaluaron cinco generaciones con base en los parámetros de control de calidad y la factibilidad de sustituir el empleo de cepa Normal por Cepa TSL.

2. Planteamiento del problema

La planta de producción de insecto estéril "El Pino", tiene en cría masiva dos cepas de Mosca del Mediterráneo; Una, la cepa normal, produce machos y hembras. Actualmente esta producción se distribuye al estado de California y el interior del país. La otra, la cepa de sexado genético, permite a través de un mecanismo de sensibilidad letal a la temperatura (TSL) de las hembras en todas las fases de su desarrollo, producir solamente machos. Esta producción va dirigida a Israel, Florida y México, razón por la cual existe una tendencia a reducir la producción de Cepa Normal e incrementar la de Cepa TSL, además de ocupar la mayor parte de las actividades de producción dentro de la planta.

Durante el proceso de cría para la producción de la "moscamed", debido a que no todas las larvas alcanzan su madurez al mismo tiempo, se efectúan al menos cuatro colectas, una cada doce horas. El laboratorio "La Aurora", emplea larvas de cepa normal provenientes de una cuarta colecta, por sus características de tamaño de larva, y por que estudios anteriores demostraron que en dicha colecta las larvas son homogéneas en cuanto a madurez y tamaño, además de obtener las mejores proporciones sexuales en la cría (16). En dicha colecta el porcentaje de parasitismo obtenido con las diferentes especies de *Diachasmimorpha* oscila entre el 35 a 55%, porcentajes que se consideran aceptables, y su uso equivale al 35 a 40% del total de los costos de producción del género (15). Derivado de lo anterior, se considero conveniente evaluar la cepa TSL como sustrato de oviposición en la cría de parasitoides de ambas especies. En la producción de esta cepa se desechan las larvas que alcanzan su madurez tardíamente (a partir de la cuarta colecta), por tratarse de individuos que por factores genéticos serán de mala calidad como voladores para ser liberados en el campo. Comparativamente el porcentaje de voladores de la segunda colecta de cepa normal es de 93.75%, de la cuarta colecta es de 78%, mientras que para los machos térmicos es de 52.63% en la cuarta colecta mientras que el parámetro de control de calidad que se recomienda es de un 55% (18,19).

Como se mencionó anteriormente, debido al volumen de desechos de larva de tercer estadio, que oscila entre 20 y 30 litros diarios y a la tendencia de reducir la producción de la cepa normal e incrementar la de cepa TSL, se hizo indispensable realizar evaluaciones para aprovechar la larva remanente de TSL.

Al momento de realizar la investigación el laboratorio de producción de parasitoides se encontraba en una etapa de mantenimiento e incremento de las colonias de *Diachasmimorpha* y se esperaba realizar evaluaciones a gran escala, con liberaciones en el área cafetalera. La presente investigación se realizó con los parasitoides de larva *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead, y *Diachasmimorpha tryoni* Cameron, y la misma se llevo a cabo durante cinco generaciones.

3. Marco Teórico

3.1 Marco Conceptual

3.1.1 Control Integrado de Plagas

Este tipo de control incluye los métodos necesarios de aplicar cuando los factores naturales no son suficientes para contrarrestar una plaga, dentro de estos métodos se contemplan al control químico, control autocida, control mecánico, control cultural, control biológico y control legal. En general el control integrado de plagas es costoso, por lo que se hace necesario sopesar la cantidad de producto que uno espera salvar contra el gasto involucrado. La vida media de los cultivos proporciona una base sólida para analizar el daño de la plaga y la relación costo / utilidad en el sistema de control (10, 11).

Dada la crisis de los programas de control de plagas y la actual preocupación sobre la calidad del medio ambiente, se deben aprovechar los factores ecológicos y su compatibilidad con las medidas de control. A esta optimización del control se le denomina manejo de plagas (11).

3.1.2 Control Biológico

De acuerdo a Metcalf (10), entre los muchos factores adversos que afectan continuamente a toda especie en su lucha por la existencia, están los otros seres vivos que se alimentan de ellos. Estos son conocidos colectivamente como sus enemigos naturales. El hecho que el hombre ha aprendido algo acerca de los hábitos, ecología, y las interrelaciones de los insectos, ahora le capacitan para tomar parte en la lucha constante contra las plagas.

Aunque esto se conoce desde hace mucho tiempo, el primer ejemplo efectivo del manejo deliberado de los enemigos naturales de los insectos, fue la importación de la catarinita *Rodalia cardinalis* (Mulsant) a California en 1888 para controlar la escama algodonosa *Icerya purchasi* (Maskell), que atacaba los cítricos. Esta importación fue un éxito inmediato que proporcionó el impulso y apoyo necesarios para tratar de establecer otros controles biológicos. En todo el mundo existen 157 diferentes especies de plagas que se han sometido a este tipo de control, importando sus enemigos naturales, que de manera parcial, considerable o total, han controlado mas de 170 casos con éxito mediante la transferencia de enemigos naturales desde los países donde inicialmente tuvieron éxito (10).

Entre los enemigos naturales de los insectos que se puede utilizar están: Insectos depredadores y parasitoides, vertebrados depredadores, nemátodos parasíticos, protozoarios, hongos, bacterias y virus (10).

Se debe hacer una distinción entre control biológico natural, en el que el hombre no maneja activamente los enemigos naturales, y el control biológico aplicado, el que implica el uso y manejo que hace el hombre de los enemigos naturales. Por su parte, ya sea natural o aplicado, tiene diferentes ventajas sobre otros muchos tipos de control, puesto que es relativamente seguro, permanente y económico (11).

Para implementar el control biológico se deben conocer los ciclos de vida, biología, ecología y la dinámica de las poblaciones de los enemigos naturales, las plagas y los cultivos (11).

3.1.3 Parasitoides

Los parasitoides siempre se han incluido en la categoría de los parásitos, pero en realidad son una clase especial de depredadores, que a menudo tienen el mismo tamaño de su hospedero, se desarrollan sobre o dentro de él, lo matan como resultado directo o indirecto de su desarrollo (característica que lo diferencia de los parásitos) y solo requieren de un hospedero para desarrollarse hasta adultos de vida libre (11).

La biología de los parasitoides se encuentra entre las más complejas del reino animal. Las larvas de los parasitoides pueden alimentarse del exterior o el interior de los insectos. Pueden atacar cualquier forma de vida, pero generalmente se concentran en los huevos o las larvas, algunos en las pupas y unos pocos en los adultos (11).

La mayoría de los insectos que parasitan a otros insectos son parásitos solamente en su estado inmaduro (larval) y llevan una vida libre en su estado adulto. Usualmente consumen todo o casi todo el cuerpo de su huésped y luego pupan, ya sea en el interior o el exterior del huésped. Los parasitoides pueden clasificarse como Koinobiontes o idobiontes dependiendo del lugar donde se desarrollen: ya sea un huésped vivo en el primer caso o sobre huéspedes muertos o paralizados (20)

3.1.3.A *Diachasmimorpha spp.*

Este género pertenece al orden Hymenoptera, considerado como el tercer orden en cuanto al número de especies. Los miembros del orden poseen características especiales como la organización social, metamorfosis completa (su ciclo de vida consta de huevo, larva, pupa y adulto), y que en algunas familias las larvas dependen completamente de los adultos para alimentarse. Entre las especies parásitas (incluidos los parasitoides) y formadoras de agallas, la obligación de alimentar a sus crías queda descargada por las hembras, al ovipositar en un medio con abundancia de alimento. Existen varias familias de parasitoides dentro del orden. El género

Diachasmimorpha pertenece a la familia Braconidae, caracterizándose por su tamaño que varía entre 0.3 y 1.25 cm de largo (4, 10).

La familia Braconidae, pertenece al suborden Apocrita (Clistogastra), superfamilia Ichneumoidea. Los braconidos adultos son insectos relativamente pequeños, que raramente sobrepasan los 15 mm de longitud. La mayoría son de color negro, sin coloraciones brillantes. Es un grupo grande y benéfico de parasitoides (4).

Del género *Diachasmimorpha*, en Guatemala se crían tres especies: *D. tryoni*, *D. longicaudata*, y *D. krausii*. Morfológicamente las diferencias básicas de las tres especies, se observan con claridad en los terguitos del abdomen, siendo de color oscuro en *D. tryoni*, color ámbar en *D. krausii* y presentando surcos en el segundo terguito abdominal en *D. longicaudata* (17).

Diachasmimorpha tryoni Cameron (Figura 1), tiene como hospederos principales a: *Anastrepha obliqua*, *Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis*, *Dacus passiflorae*, *Dacus tryoni*, *Dacus xanthoder*, *Eutreta xanthochaeta*, *Procecidochares utilis* y *Rhagoletis completa*. Este parasitoide es originario de Australia, actualmente está establecido en Hawaii (27).



Figura 1 *Diachasmimorpha tryoni*.

Diachasmimorpha longicaudata Ashmead (Figura 2), tiene como hospederos principales a: *Anastrepha suspensa*, *Anastrepha striata*, *Ceratitis capitata*, *Dacus ciliatus*, *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus curvipennis*, *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera latifrons*, *Dacus frauenfeldi*, *Dacus incisus*, *Dacus liniferus*, *Dacus nubilus*, *Dacus oleae*, *Dacus pedestris*, *Dacus psidii*, *Dacus tryoni*, *Dacus zonatus* y *Procecidochares utilis*. Es originario de la región indo-australiana. Fue descrito originalmente en Filipinas. Está establecido en Hawaii, Australia, Fiji, México, Costa Rica, Florida y Trinidad (27).

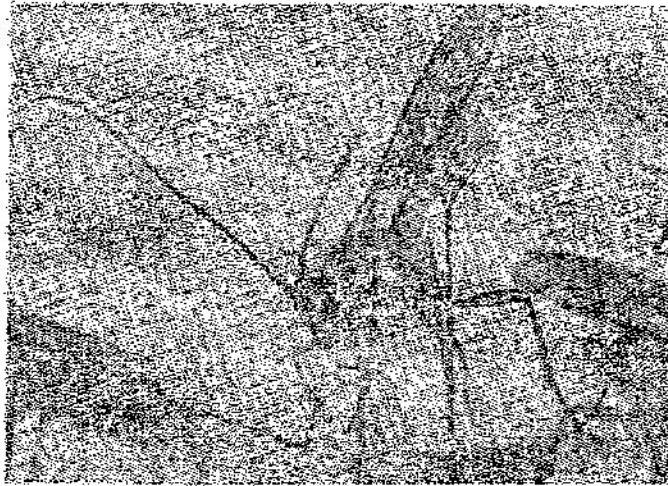


Figura 2 *Diachasmimorpha longicaudata*.

Diachasmimorpha krausii es originario de Australia, se le reporta como parasitoide de las mismas especies que parasitan las dos anteriores (16).

3.1.4. Mosca del Mediterráneo

Insecto del orden Díptera. Como todos los miembros del orden son holometábolos: su ciclo de vida consta de huevo, larva, pupa y adulto). Familia Tephritidae, conocidas como moscas de las frutas. Es una de las plagas más perjudiciales a nivel mundial. Los países invadidos soportan grandes pérdidas, tanto por la fruta desechada, como por las medidas cuarentenarias impuestas, además de los altos costos de los programas de erradicación (23).

Su origen es africano, y el primer reporte sobre el lugar invadido más cercano a América, es el de las Islas Bermudas en el año 1856. En 1907 fue reportada en Hawaii y en 1929 apareció por primera vez en América del Norte, en Florida, requiriendo 18 meses para su erradicación. En América Central, se descubrió en Costa Rica en el año 1955 y posteriormente extendió su área de distribución a Nicaragua y Panamá. Luego se reportó en El Salvador, Honduras y Guatemala. En América del Sur fue reportada en Argentina, Brasil, Chile, Bolivia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela (23).

Su distribución abarca África en toda su extensión, incluyendo Madagascar, Sri Lanka y Mauricio. Australia, India, Israel, Líbano, Turquía, Albania, Grecia, Italia, Francia, España, Europa Central ocasionalmente, Centroamérica y América del Sur (23).

La Mosca del Mediterráneo, fue exitosamente erradicada de México en 1982, después de un esfuerzo de seis años, aunque actualmente esta reinfestado parte de su territorio (12).

Después de reportarse su presencia en territorio costarricense en 1955, se disperso a los demás países del área centroamericana, detectándose en Guatemala en el año 1975 en el Departamento de Jutiapa. En ese mismo año, luego de establecerse un convenio entre México y Guatemala y declarar de emergencia Nacional el control de la Mosca del Mediterráneo, se formo el programa MOSCAMED. Para 1988 se encontraba infestando la zona suroccidental, la nororiental (Baja y Alta Verapaz) y la parte sur de Quiché. Actualmente se encuentra en todo el territorio Nacional con excepción de Peten, declarado área libre (5,14). Recientemente se han logrado grandes avances en el control de la plaga en la zona suroccidental del País. Derivado del éxito alcanzado, actualmente existe la posibilidad de realizar exportaciones de papaya en fresco de la región. Sin embargo, esfuerzos adicionales serán requeridos para que Guatemala pueda exportar frutas a Estados Unidos, Japón y otros países (5).

En la actualidad, el Programa MOSCAMED, tiene como meta combatir y erradicar la Mosca del Mediterráneo en Guatemala y apoyar los acuerdos de exportación de productos hortofrutícolas. Para el efecto, realiza actividades de detección y control. El control inicia con la información que proporciona la red de trapeo en el territorio e implementa los controles mecánico, autocida, legal, biológico y químico (12).

En los puestos de cuarentena interna se prohíbe el paso de caimito, pera, guayaba y café cereza. Por otra parte productos como almendro, anona, albaricoque, aguacate, carambola, cítricos en general, papaya, zapote y otros son fumigados previo a su transporte a áreas libres (12).

Entre los hospederos reportados están, pera, guayaba, caimito, café cereza, cítricos, mango, durazno, manzana rosa, almendra tropical además de otros como granadilla, granadina, granada, guanaba, hierba mora, higuera, mamey, marañón, papaya y otros. Muestra preferencia por el café, mandarina, naranja agria, caimito, guayaba y pera (5, 23) (ver anexo Cuadro 42 A sobre documentos que reportan estas especies en infestaciones de campo o laboratorio).

De acuerdo a Estrada (5), la Mosca del Mediterráneo no es específica en su ataque a una especie determinada, ataca frutas y hortalizas que tengan una cantidad de pulpa suficiente para el desarrollo larvario, sin embargo este estudio fue realizado a nivel de laboratorio, donde las condiciones obligaban a las hembras a ovipositar sobre el fruto. Reporta también que su rango de adaptación climático es muy amplio.

Se ha determinado que las condiciones favorables para el desarrollo de las poblaciones de *Ceratitis capitata* son: altas temperaturas, elevado porcentaje de humedad relativa, inviernos templados, y veranos

húmedos y calurosos. Sin embargo, para que la mosca se desarrolle con normalidad requiere temperaturas entre los 10 y 33 grados Centígrados, con un rango óptimo entre los 23 y 27 grados (2, 26).

3.1.4.A Cepas de Sexado Genético

Cepa Sensitiva Letal a la Temperatura (TSL)

Esta cepa de sexado genético de Mosca del Mediterráneo contiene una translocación cromosómica recíproca entre el cromosoma Y y un autosoma (cromosoma 5) (7). En esta translocación el cromosoma que determina el sexo masculino (cromosoma Y), contiene una fracción del cromosoma 5. Esta fracción a su vez contiene los genes de color café de pupario *Wp+* y resistente letal a la temperatura *ts/+*. El cromosoma 5 contiene a su vez una región del cromosoma Y, lo cual los hace ser una translocación recíproca. Por otra parte el otro cromosoma 5 del par contiene los genes de color de pupario blanco *Wp-* y sensitivo letal a la temperatura *ts/ -*. Debido a lo anterior los machos son heterocigóticos para ambas características siendo su fenotipo de color de pupario café y resistentes a la temperatura esto como resultado de la dominancia de ambos genes sobre sus alelos. Las hembras por su parte son homocigóticas para ambos genes (color de pupario blanco y sensitivo letal a la temperatura) y por lo tanto su pupario es de color blanco y son sensibles a la temperatura en todos los estadios de su ciclo biológico. La estabilidad genética del sistema de sexado depende principalmente de la estructura de la translocación, y la posición del marcador selectivo. Las cepas de sexado genético han desplazado en su cría a las cepas normales, debido a sus mejores resultados de efectividad en el campo. A través de análisis genéticos y citogenéticos se pueden mapear las mutaciones WP (pupa blanca: presente solo en las hembras) y TSL (Sensitiva letal a la temperatura) para identificar translocaciones Y-autosómicas con puntos de ruptura cercanos a estos marcadores y basados en estos conocimientos, desarrollar cepas con suficiente estabilidad. Durante la cría masiva de las cepas de sexado genético se puede presentar una ruptura del sistema con el tiempo, debido a la recombinación genética de los machos (7).

La producción de solamente machos se obtiene al eliminar a las hembras en un tratamiento con calor a 34° C. Durante el proceso de producción se obtienen varias colectas de machos las cuales varían en la calidad (porcentaje de voladoras y de emergencia). En las últimas colectas el material ya no cuenta con la calidad requerida para liberación, pero su uso en la cría de parasitoides puede considerarse.¹

3.1.5 Conceptos importantes en la medición de una población

Existen algunos indicadores a través de los cuales se puede medir los cambios en el tamaño de las poblaciones. Entre estos tenemos conceptos aplicables a cualquier población de insectos. Natalidad, por ejemplo, es el número de nacimientos, e indica estrictamente el número de huevos vivos ovipositados. Fertilidad, es el número de huevos viables ovipositados por una hembra, y fecundidad es una medida de la producción total de huevos. Las mediciones de la mortalidad se obtienen comúnmente mediante la resta de los estimados de población para estados sucesivos, o con observaciones sucesivas de una misma muestra. Cada uno de los conceptos anteriores se aplica a poblaciones completas de individuos y pueden adaptarse a las poblaciones manejadas bajo condiciones de laboratorio (25).

En la construcción de tablas de vida y mediciones de una población, existen limitantes en la lógica del modelo de crecimiento, y se asume que los individuos son todos iguales en su potencial reproductivo, aunque claramente los inmaduros no contribuyen en nada, y los maduros varían considerablemente en su productividad. El modelo lógico asume que existe una distribución de edad intermedia, de modo que la misma proporción de individuos en la población se está reproduciendo. La reproducción es constante sin tomar en cuenta el clima y otras variaciones, y las respuestas son instantáneas. Esto es aceptable para poblaciones bajo condiciones de laboratorio, en donde las condiciones son constantes, el tiempo de generación es corto y los recursos de alimento se mantienen (22).

En la medición de la capacidad reproductiva de una población se puede utilizar el parámetro denominado Tasa Neta de Reemplazamiento R , que se define como el número de hijas que reemplazan a una hembra promedio en el transcurso de una generación, y es un indicador de la capacidad de aumento de la población. Se asume que en promedio una hembra produce 2.1 hembras, por lo que hay un aumento de la población. Una población estable tendrá un R igual a 1. La manera más simple de obtener esta información, es seleccionar un grupo de individuos recién nacidos y seguir su vida hasta que muera el último de ellos.

Solo a ciertas edades las hembras son capaces de copular y producir progenie. La mayor parte del tiempo son muy inmaduras o muy viejas. Por observación directa se puede hacer un estimado del número de hijas que una hembra puede producir mx , esto se logra estimando el número de hembras nacidas a partir de cada hembra viva en un intervalo de edad, o sea la progenie de hembras obtenidas a partir de las hembras vivas en ese intervalo. El total de la sumatoria de mx da como resultado la tasa de reproductividad. Para obtener mx se hace necesario conocer el número de hembras vivas en un intervalo dado, o sea, la esperanza de vida al nacimiento

¹ Rendón, Pedro. 2001. Supervisor Oficina de Desarrollo de Métodos, USDA. Comunicación Personal.

para una edad x , esto se denomina lx . El crecimiento de la población depende del producto de lx por mx , esto nos da la reproductividad esperada de una hembra en un intervalo dado o a una edad x para una hembra que ingrese a la población (recién nacida). La sumatoria de los productos $lx mx$ para varios intervalos nos da la tasa neta de reemplazamiento R . Los valores de R mayores que uno implican una población en crecimiento, menores que uno una población decreciente. Cuando R es igual a uno la población será estacionaria (22, 25).

3.2 Marco Referencial

3.2.1 Planta de Producción de Insecto Estéril "El Pino"

La planta "El Pino" tiene a su cargo la producción de dos cepas de mosca estéril para ser liberada. Su producción es a gran escala con una capacidad total de producción semanal de 1600 millones de pupa irradiada de la cepa Normal (bisexual) y 600 millones de pupas macho de la cepa TSL (Viena-7/Tolimán 99). Esta producción es exportada a México, California, Florida e Israel y usada en liberaciones en Guatemala (12, 19).

3.2.1.A Calidad de las colectas

Datos comparativos de porcentaje de emergencia y porcentaje de adultos voladores, indican que en la segunda colecta, la cepa Normal presenta un 96% de emergencia y un 93.75% de voladoras; los machos térmicos Viena7/Toliman 99, para la misma colecta, un 81.25% de emergencia y un 75.71% de voladoras. Durante la cuarta colecta, la cepa normal presenta un 88.25% de emergencia y un 85% de voladoras, mientras que la cepa TSL para la misma colecta presenta un 56.35% de emergencia y un 52.63% de voladoras. Los parámetros de control de calidad internacional indican como aceptable el 53% de voladoras post irradiación con un 60% de porcentaje de emergencia en la cepa de sexado genético TSL (6,19).

3.2.2 Laboratorio de Cría y Evaluación de Parasitoides "La Aurora"

El laboratorio de Cría y Evaluación de Parasitoides "La Aurora", inició sus actividades en el año 1993, con la cría y evaluaciones de campo de dos especies de parasitoides de mosca de la fruta. Los métodos de cría se basaron en los recomendados por Wong y Ramadan (1992) y Burns (1993), y adaptados por el laboratorio de acuerdo a la experiencia y recursos del mismo (17,18).

D. longicaudata y *D. tryoni*, proceden originalmente de Filipinas, ambas fueron traídas del laboratorio de Metapa, Domínguez, Chiapas, México, entre 1994 y 1995. *D. krausii* fue traída de Australia en 1997 (16).

Actualmente el Laboratorio La Aurora produce además, *Psytalia humillis* y *Fopius arisanus*, especies que se encuentran en un periodo de mantenimiento de la población y pruebas de campo con la asesoría de entomólogos del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

El laboratorio de producción de parasitoides cuenta básicamente con los siguientes ambientes y condiciones de manejo para la cría de las diferentes especies de *Diachasmimorpha*.

En la sala de exposición se lleva a cabo la parasitación. Aquí se colocan las jaulas de parasitación, las cuales contienen un aproximado de 25,000 adultos, que dos días después de la emergencia inician el proceso de parasitación descrito mas adelante en los procedimientos de cría.

Las condiciones ambientales en esta sala son de temperatura entre los 25 y 26 °C y una humedad relativa entre 65 y 75 %. Debe mantenerse en condiciones de iluminación y ventilación adecuadas. El mantenimiento de las condiciones de esta sala es vital para lograr una adecuada longevidad de los parasitoides adultos y un óptimo porcentaje de oviposición (16,17).

La sala de pupación es a donde se lleva el material parasitado en las salas de exposición. Para ello, se colocan las larvas parasitadas en un medio apropiado (por ejemplo aserrín o vermiculita) para continuar con el desarrollo normal del insecto. Por tratarse de larvas de tercer estadio, el siguiente paso en su desarrollo es el de pupa, y para ello, necesita condiciones similares a las que encontraría en el suelo.

Es una sala que debe mantener una temperatura promedio de 24°C y una humedad relativa entre 40 y 50%. Se realizan lecturas de temperatura y humedad cada hora y el mantenimiento de las condiciones se logra a través de aire acondicionado, deshumidificadores, extractores de aire y calentadores. Esta sala se encuentra siempre en oscuridad, para crear las condiciones adecuadas que permitan la pupación de las larvas de la mosca y el proceso normal de desarrollo del parasitoide (16,17).

En sala de cargado y separado se preparan todos los materiales necesarios para el cargado de jaulas, que consiste en el llenado de las jaulas de parasitación con pupas recuperadas de la cría para la reproducción. También aquí se lleva a cabo el separado de pupa de las charolas con aserrín, actividad que se realiza 15 días después de la exposición de la larva (17).

3.2.2.A Descripción del equipo

Las jaulas de parasitación miden 0.9 m de largo por 0.6 m de ancho por 0.2 m de alto, con ventanas laterales y frontales, así como tapadera, tanto ventanas como la tapadera tienen una tela plástica de 32 mesh que permite un 50% de sombra. Son atravesadas por un tubo de PVC de 1" con una esponja absorbente que esta colocada en una abertura en medio y a lo largo del tubo, con el fin de proporcionar agua a los parasitoides (17).

Los anaqueles para jaula son estructuras metálicas seccionadas verticalmente donde se colocan de 4 a 5 jaulas en las salas de exposición (17).

Las unidades de parasitación permiten exponer las larvas del hospedero a las hembras del parasitoide. Consisten de dos aros de PVC con dos lienzos de tela (espuma); El diámetro del aro es de 13". Para que ocurra el proceso de parasitación, son colocadas sobre la tapadera de la jaula de parasitación y retiradas tres horas después (17).

Las charolas de pupación son bandejas blancas de fibra de vidrio, donde se coloca la larva con aserrín para permitir su transformación al estado de pupa. Se colocan en las salas de pupación (17).

Las cribas de pupación son marcos de aluminio de 0.76 x 0.41 x 0.25 mt con tela plástica, donde se coloca la pupa luego de separarla del aserrín. Las cribas se colocan en anaqueles con capacidad de almacenar 52 cribas (17).

3.2.2.B Procedimiento para la cría de *Diachasmimorpha* spp.

La larva de la moscamed utilizada en el laboratorio es proporcionada por la planta de cría de insecto estéril "El Pino" del Programa MOSCAMED. Usualmente se utilizan larvas de cepa normal de seis días después de la siembra, que se colocan en cilindros con capacidad de 2.5 litros en bolsas plásticas que son colocadas una por una dentro de una cámara de irradiación (irradiación Gamma), donde son expuestas por 244.6 segundos a una dosis de 145 Gray (17,18).

Con la larva se preparan las unidades de parasitación. Se colocan aproximadamente de 2 a 3 larvas por cada hembra del parasitoide, proporción evaluada previamente. Por razones de manejo se utiliza un volumen previamente calibrado que contiene aproximadamente 11,000 larvas. Las larvas son colocadas dentro de las unidades de parasitación, descritas con anterioridad para la exposición (17).

Se entiende por exposición al encuentro del parasitoide con su hospedero bajo las condiciones de laboratorio, colocando las unidades sobre la tapadera de la jaula. Actualmente se realizan dos exposiciones por día. Cada jaula de parasitación contiene de uno a dos litros de pupa, lo que equivale (dependiendo del porcentaje

de parasitismo del material) a un promedio de 25000 adultos y de 5000 a 10000 hembras por jaula, a los cuales luego de dos días después de la emergencia se les exponen las unidades de parasitación (17).

Se recogen las unidades de parasitación al cabo de tres horas, y se retiran del aro y la tela, dejándolas caer sobre aserrín, con el cual se mezcla. Se colocan dos litros de aserrín en las charolas de pupación y se agrega el contenido de cuatro unidades de parasitación (17).

Después de catorce días de iniciado el proceso con la exposición de la larva, se saca la pupa de las charolas de pupación y se traslada a cribas de pupación donde se toman muestras para control de calidad, y llevarlas hacia los lugares de liberación del parasitoide o se separa una parte para el mantenimiento de la colonia. Con la pupa separada para reproducción se cargan las jaulas nuevamente, iniciando el proceso (17).

A continuación se presenta el Cuadro 1 de resumen de las actividades y condiciones ambientales de cada una de las salas y equipo descrito con anterioridad.

Cuadro 1 Resumen de condiciones de manejo para la cría de parasitoides del genero *Diachasmimorpha* en el Laboratorio La Aurora del Programa MOSCAMED

SALA	ACTIVIDAD	CONDICIONES AMBIENTALES	MATERIAL Y EQUIPO	PROCEDIMIENTO
Exposición	Parasitación de <i>Ceratitis capitata</i>	Temp. 25-26 °C HR 65 a 75 % Ventilación Iluminación	Larva irradiada Jaulas de parasitación Unidades de parasitación Anaqueles para jaulas	2-3 larvas/ hembra 11000 larvas/ unidad 2 exposiciones diarias
Pupación	Desarrollo de larva L3 parasitada al estado de pupa.	Temp. 25-26° C HR 65-75% Poca iluminación Ventilación	Charolas y cribas de pupación Anaqueles Aserrín	La larva parasitada completa desarrollo de pupa en aserrín
Cargado y separado	Preparación de jaulas Separado de pupa	Temperatura y humedad ambiental	Mesas de trabajo	Después de 14 días se separa la pupa del aserrín y se divide para reproducción y liberación.

3.2.2.C Control de calidad

En el laboratorio "La Aurora" se miden parámetros de control de calidad previo a las liberaciones del material. Estos parámetros son:

El porcentaje de parasitismo indica la capacidad del parasitoide de localizar y depositar un huevo viable sobre su hospedero. Se considera como la proporción de parasitoides que logran desarrollarse dentro del hospedero a tal punto que causa su muerte. Esta proporción va en relación con la población del hospedero que fue expuesto al parasitoide y se expresa en porcentaje. Para fines de control de calidad, se calcula disectando un total de 100 pupas y observando cuales de ellas fueron parasitadas por el parasitoide. Esta tarea se facilita por el hecho que las pupas no parasitadas se encuentran vacías por efecto de la radiación a que son sometidas las larvas previo a ser expuestas al parasitoide. Para fines del presente estudio se calculará sobre la base de porcentaje de emergencia como se describe en la metodología (16).

El porcentaje de emergencia define la cantidad de adultos emergidos a partir de todos los huevos viables depositados por las hembras sobre el hospedero con relación a la población del hospedero expuesto al parasitoide. Para el análisis del control de calidad, en el Laboratorio "La Aurora" se obtiene poniendo un total de 100 pupas en rejillas de control (rejilla de 10 x 10 cuadros) donde se coloca una pupa por cada cuadro. Aquí se permite la emergencia de los adultos y se cuenta el número de ellos, así como las pupas parasitadas que no llegaron a emerger. Esta es la razón por la que difieren los datos de porcentaje de parasitismo y emergencia (16).

La proporción sexual indica las cantidades de machos con relación al número de hembras obtenidas a partir de una población en una generación. Se calcula mediante la división de la cantidad total de machos obtenida sobre la cantidad total de hembras, lo cual indicará el número de machos existentes por cada hembra. La relación se escribe indicando el número de machos por hembra seguido de dos puntos (:) y un 1, que indica que la proporción se expresa en relación a una hembra. Una proporción mayor que 1 indica un mayor número de machos, menor que 1 un mayor número de hembras y 1, una relación 1:1. (16)

Los datos de producción del laboratorio para el año 1999, utilizando la cepa normal de mosca del Mediterráneo para la cría de los parasitoides del género *Diachasmimorpha*, se resumen en el Cuadro 2.

Cuadro 2 Datos de producción y control de calidad en la cría de tres parasitoides en el Laboratorio La Aurora del Programa MOSCAMED durante 1999.

Especie	Porcentaje de parasitismo	Porcentaje de emergencia	Proporción Macho: Hembra	Larva expuesta Promedio semanal	Producción Promedio semanal
<i>D. tryoni</i>	41.9	39.55	0.85	53.07 litros	1,853,295
<i>D. krausii</i>	34.4	27.31	0.95	85.0 litros	1,563,497
<i>D. longicaudata</i>	56.27	56.9	1.35	48.74 litros	2,020,806

Los datos anteriores son un promedio de 11 semanas, de un total de 36. Los datos se obtuvieron a partir de los controles de calidad realizados por el laboratorio. El número de larvas expuestas, esta expresado en litros de larva a la semana. Los datos de producción promedio semanal se obtuvieron de las 52 semanas de producción del año 1999, y están expresados en individuos producidos (16).

3.2.2.D Cuantificación de la Producción

A partir de la pupa recuperada se toma para el mantenimiento de la colonia (pupa de reproducción) y el resto (cuando la programación anual así lo requiere) es enviado a las liberaciones que se realizan con fines experimentales en el área cafetalera de Sacatepéquez.

Para estimar el total de adultos que se envían a liberación o reproducción, se hace uso de la fórmula siguiente:

$$\text{No. Litros (Pupa)enviados} \times 59000 \text{ pupas/litro} \times (\% \text{ parasitismo}/100) = \text{No. Adultos}$$

$$\text{Emergencia estimada} = \% \text{ de parasitismo} \times 0.95 \quad (16).$$

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Evaluar el uso de las larvas remanentes de la cría de la cepa de sexado genético (TSL) de Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* WEID. en la producción de los parasitoides *Diachasmimorpha tryoni* y *Diachasmimorpha longicaudata*.

4.2 Objetivo específico

4.2.1 Determinar la factibilidad de la sustitución del uso de larva de cepa normal por larva remanente de la cepa TSL de Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* en la cría de los parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* y *Diachasmimorpha tryoni*, comparando los parámetros de control de calidad.

4.2.2 Determinar la adaptación generacional del parasitoide al sustrato evaluado.

5. Hipótesis

El uso de larvas remanentes de cepa TSL de Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata*, será tan eficiente como el uso de larvas de la cepa normal en la cría de los parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* y *Diachasmimorpha tryoni* al comparar los parámetros de control de calidad.

Diachasmimorpha longicaudata y *Diachasmimorpha tryoni* se adaptaran a parasitar sobre larvas de la cepa TSL de Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* a través de cinco generaciones, siendo en estas tan eficientes como las larvas de la cepa normal al comparar los parámetros de control de calidad.

6. Metodología

6.1 Diseño experimental

Para cada especie de *Diachasmimorpha* (*D. tryoni* y *D. longicaudata*) se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial asimétrico 2 x 5, en donde se evaluaron 10 tratamientos cuyos factores y niveles se muestran en los cuadros No. 3 y 4. Para todas las variables se trabajó con un nivel de significancia del 5%. Para el presente diseño, el factor sustrato esta dividido en dos componentes: Larva de cepa normal de segunda colecta y Larva de cepa TSL remanente de cuarta colecta que servirán para determinar la factibilidad del cambio de cepa. El factor generación esta dividido en cinco componentes: las cinco generaciones sobre las cuales se quiere determinar la adaptación generacional.

Cuadro 3 Factores y niveles para el diseño experimental utilizado en Producción de especies del género *Diachasmimorpha* utilizando remanentes de larva de cepa de sexado genético (TSL) de *Ceratitis capitata* Wied.

Nivel Factor	1	2	3	4	5
Sustrato	Larva normal	Larva remanente (TSL)			
Generación	F1	F2	F3	F4	F5

Cuadro 4 Descripción y nomenclatura de los tratamientos

Tratamiento	Nomenclatura	Descripción
1	S1F1	Larva normal, Generación 1
2	S1F2	Larva normal, Generación 2
3	S1F3	Larva normal, Generación 3
4	S1F4	Larva normal, Generación 4
5	S1F5	Larva normal, Generación 5
6	S2F1	Larva remanente TSL, Generación 1
7	S2F2	Larva remanente TSL, Generación 2
8	S2F3	Larva remanente TSL, Generación 3
9	S2F4	Larva remanente TSL, Generación 4
10	S2F5	Larva remanente TSL, Generación 5

Los tratamientos anteriores fueron aplicados de igual forma a cada una de las especies de *Diachasmimorpha* en el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ij}$$

Donde: Y_{ij} : Respuesta en la ij -ésima unidad experimental

M: Valor de la media general

α_i : Efecto del i-esimo sustrato (Larva normal o remanente)

β_j : Efecto de la j-esima generaci3n

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacci3n del i-esimo sustrato con la j-esima generaci3n

E_{ij} : Error experimental en la ij-esima unidad experimental.

Para el an3lisis adicional de Tasa de Reemplazamiento en donde se pretende demostrar la factibilidad del cambio de cepa determinando si los resultados obedecen a una adaptaci3n del parasitoide a la cepa o a la calidad del material utilizado, se efectu3 un arreglo simple (no factorial) de los tratamientos (cuadro 5), en la primera y quinta generaci3n, para un dise1o completamente al azar con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_i = M + \alpha_i + E_i$$

Donde: Y_i = Respuesta en la i-ésima unidad experimental

M = Valor de la media general

α_i =efecto del i-ésimo tratamiento

E_i =Error experimental en el i-ésimo tratamiento

Cuadro 5 Arreglo de los tratamientos para Tasa de reemplazamiento en la primera y quinta generaci3n.

Tratamiento	Combinaci3n
1	Generaci3n F1 Normal parasita larva Normal
2	Generaci3n F1 Normal parasita larva TSL
3	Generaci3n F1 TSL parasita larva Normal
4	Generaci3n F1 TSL parasita larva TSL
5	Generaci3n F5 Normal parasita larva Normal
6	Generaci3n F5 Normal parasita larva TSL
7	Generaci3n F5 TSL parasita larva Normal
8	Generaci3n F5 TSL parasita larva TSL

6.2 Unidad Experimental

La unidad experimental (figura 3) que se trabaj3 fue una jaula de termopl3stico reciclable: Poli estireno, con cadenas moleculares que reflejan la luz y punto de fusi3n a 165 grados centígrados, que mide 39 x 27 x 15 cm. A esta jaula se le colocaron 50 parejas de adultos del parasitoide. Se expuso un tratamiento a cada unidad experimental.



Figura 3 Unidad experimental

6.3 Manejo del Experimento

Se inició el experimento estableciendo un primer lote de cría por sustrato, en donde parasitoides criados en cepa normal ovipositaron sobre larva normal y parasitoides criados en cepa normal ovipositaron sobre larva TSL del primer al quinto día de actividad de parasitación. La descendencia obtenida por cada sustrato (que en adelante denominaremos normales o individuos normales y TSL o individuos TSL), constituyó la primera generación (F1) de la cual se seleccionaron 50 parejas para cada unidad experimental, realizando las evaluaciones correspondientes. El resto del material se reprodujo nuevamente sobre sus respectivas cepas para obtener el material necesario para la segunda generación (F2), de la que nuevamente se seleccionaron 50 parejas por unidad experimental para su evaluación y el resto se reprodujo para tercera generación (F3), y así sucesivamente hasta que se evaluó un total de cinco generaciones.

Por cada tratamiento se utilizó un total de 8 unidades experimentales por cada cepa, es decir, 16 unidades experimentales para cada especie (ocho repeticiones).

En cada unidad experimental (Figura 4) se expuso larva de un tratamiento a razón de 700 larvas diarias durante 3 horas. La duración del periodo de oviposición fue variable dependiendo de la tasa de mortalidad de cada generación en particular, y en general se concluyó al morir la última hembra de cualquier jaula. Esto se aplicó a las cinco generaciones en estudio.

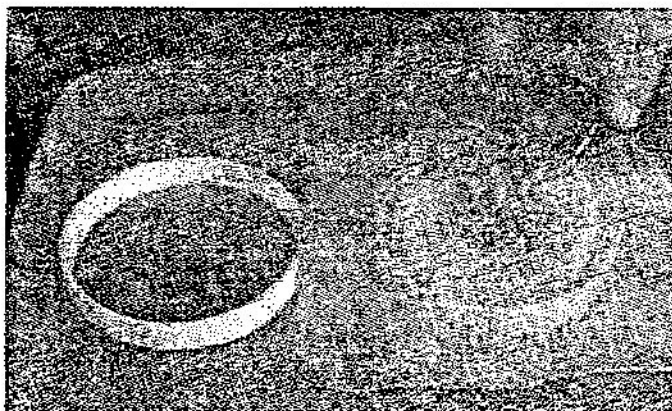


Figura 4 Unidad de parasitación

6.3.1 Análisis adicional de Tasa Neta de Reemplazamiento

En la primera y quinta generación se hizo un análisis adicional de Tasa de Reemplazamiento para observar la fecundidad de los individuos normal y TSL sobre larvas tanto de cepa normal como de cepa TSL, razón por la cual en dichas generaciones se utilizó un juego adicional de jaulas. En esta prueba se pretendía determinar con base en la Tasa de Reemplazamiento si los datos que se obtuvieron son debidos a la efectividad y adaptabilidad del parasitoide o a la calidad de la larva utilizada, y confirmar la factibilidad del cambio de larva.

Después del tiempo de parasitación, la totalidad del material se puso a empumar en aserrín en vasos de cuatro onzas, clasificándolos por día y tratamiento. Luego de catorce días se separó del aserrín y se dejó tapado cada vaso con tela en espera de la emergencia de la progenie del parasitoide.

6.4 Variables Respuesta

Se observó la respuesta de cada uno de los tratamientos en relación con los parámetros de calidad: proporción macho: hembra, porcentaje de parasitismo, peso de pupa parasitada, mortalidad y fecundidad de las hembras durante cinco generaciones.

6.4.1 Proporción Macho: Hembra

Se cuantificó el total de adultos emergidos de la progenie y su sexo. Para obtener la proporción se dividió el número de machos entre el número de hembras en cada vaso, el resultado indica el número de machos por cada hembra (16).

6.4.2 Mortalidad

Se tomaron datos diarios de adultos muertos (machos y hembras) dentro de las jaulas de parasitación, hasta encontrar la primera jaula cuyas hembras murieron en su totalidad para cada generación. Este dato es importante para determinar el momento en que las jaulas dejaron de parasitar, para conocer el promedio de mortalidad de cada generación y cepa, y además sirve de base para obtener la reproductividad esperada (17, 25).

6.4.3 Porcentaje de Parasitismo

Se obtuvo dividiendo la emergencia total de adultos de cada vaso entre 0.95, basándonos en la fórmula de emergencia esperada descrita en el inciso "Cuantificación de la producción" dentro del marco referencial. Este porcentaje indica la preferencia del parasitoide por su hospedero (16).

6.4.4 Fecundidad

A partir de las lecturas diarias tomadas de mortalidad, se obtuvo la proporción de hembras vivas en un momento determinado (Lx). Se contó diariamente el número de hembras obtenidas en la progenie para cada unidad experimental para obtener la proporción de hijas a partir del número de hembras vivas (mx). Con estos datos se obtuvo la reproductividad esperada multiplicando las proporciones $Lxmx$. La tasa de reemplazamiento R^2 , se obtiene de la sumatoria de $Lxmx$ para un total de días, e indica el aumento o disminución de la población con relación a la unidad, por lo que una tasa menor que uno indica una población con tendencia decreciente, y mayor que uno indica una población con tendencia al aumento bajo las condiciones del estudio (22, 25).

6.4.5 Peso de pupa

Con el fin de determinar la calidad del material biológico producido, se comparó el peso de pupa parasitada. El resultado indica el peso promedio de una pupa (del total de 700 pupas obtenidas luego de la parasitación), expresado en miligramos, y sirve de base para determinar la calidad del material utilizado.

6.5 Análisis de la información

Se puede observar que todos los datos son medidos en porcentajes o son proporciones que no cumplen con la probabilidad de una distribución normal la cual se requiere como pre-requisito para aplicar una prueba estadística paramétrica. Debido a que el juego de datos no cumple con las características de una distribución normal, se asignaron rangos a los datos obtenidos y se utilizó la aproximación de la prueba F a la prueba de Friedmann, para utilizar un análisis no paramétrico de la información. Aplicar estadística no paramétrica en el análisis se justifica cuando no se conoce la distribución de la población o cuando se sabe que no es normal. Los

² Sivinski John. 1999. Consulta técnica. Guatemala, Guatemala. Entomólogo USDA. Comunicación personal.

métodos no paramétricos no necesitan basarse en ningún supuesto sobre la probabilidad de distribución, de modo que se les denomina métodos de distribución libre (1, 3, 8, 9).

Para el análisis de datos se asignaron rangos (21), y se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa SAS (24). Como se explicó, el diseño utilizado fue completamente al azar con arreglo bifactorial asimétrico 2 x 5, posteriormente luego del análisis de varianza, se aplicó una prueba de Tukey a las medias que resultaron con diferencias significativas para efectuar conclusiones. En todos los casos se utilizó un nivel de significancia del 0.05%.

6.5.1 Análisis adicional de Tasa neta de Reemplazamiento

Como se describió en la metodología, para este análisis se procedió a efectuar un diseño completamente al azar simple, al cual se aplicó un análisis de varianza. Las medias se analizaron mediante prueba de Tukey y un análisis de contrastes ortogonales para la primera y quinta generación. En este último se realizó una comparación intra e inter generaciones, ya que la ortogonalidad demuestra si existen diferencias entre los factores generación 1 vrs. Generación 5, y dentro de ambas generaciones si existe un efecto de las combinaciones Cepa Normal y TSL parasitando sobre larva Normal y/o TSL. Con este análisis se observará si las diferencias significativas de la variable Tasa neta de reemplazamiento, obedecen dentro de cada generación a la calidad de la larva empleada (sea esta Normal o TSL) o a la habilidad de los individuos Normal o TSL de parasitar la larva y entre ambas generaciones si hubo diferencias significativas reales.

7. Resultados

Con los resultados obtenidos luego de cinco generaciones, para dos especies del género *Diachasmimorpha*, se elaboraron cuadros y gráficas, y a partir de ellos se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable respuesta estudiada. Se utilizó el programa estadístico SAS para llevar a cabo el análisis estadístico. En los casos con resultados significativos se procedió a efectuar una prueba de medias (Tukey). El análisis para todas las variables se trabajó con un nivel de significancia de 0.05

7.1 *Diachasmimorpha longicaudata*

En el apéndice, se puede observar el cuadro 43 A y la figura 16 A que indican la duración de cada generación y el total de días del experimento para la especie *D. longicaudata*.

7.1.1 Mortalidad Promedio

La mortalidad promedio da una idea de que tan longevas fueron las poblaciones dentro de cada tratamiento. Así, un promedio alto como los obtenidos para ambas cepas en la generación dos, indica que las jaulas tuvieron altos promedios de mortalidad para un periodo de tiempo determinado, y por lo tanto su longevidad fue baja. En el Cuadro 6 y figura 5 se puede observar el comportamiento de los datos de promedio de mortalidad para las cinco generaciones de *D. longicaudata*.

Cuadro 6 Mortalidad diaria promedio de parasitoides *D. longicaudata* para la prueba cepa normal vs. Cepa TSL, durante el periodo de oviposición (Población inicial 50 parejas)

Tratamiento	S1 Larva Normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
Repetición										
1	2.7	3.6	2.5	2.1	2.7	2.9	4.1	2.7	2.3	3.1
2	2.7	4.1	4.0	2.2	2.7	2.6	3.5	3.0	1.9	2.9
3	2.6	3.3	2.6	2.4	2.6	3.0	3.1	2.5	2.2	2.5
4	2.3	3.5	2.4	2.4	2.3	2.8	3.8	2.5	2.1	2.7
5	3.1	3.3	2.8	2.3	3.1	2.8	3.7	3.0	2.1	3.2
6	3.0	3.9	2.7	2.1	3.0	2.7	3.3	3.0	2.8	2.6
7	2.6	3.9	2.9	2.1	2.6	2.4	4.2	3.0	2.4	2.8
8	2.8	3.9	2.7	2.2	2.8	2.4	3.9	2.9	2.2	2.3
Prom.	2.7	3.7	2.8	2.2	2.7	2.7	3.7	2.8	2.2	2.8

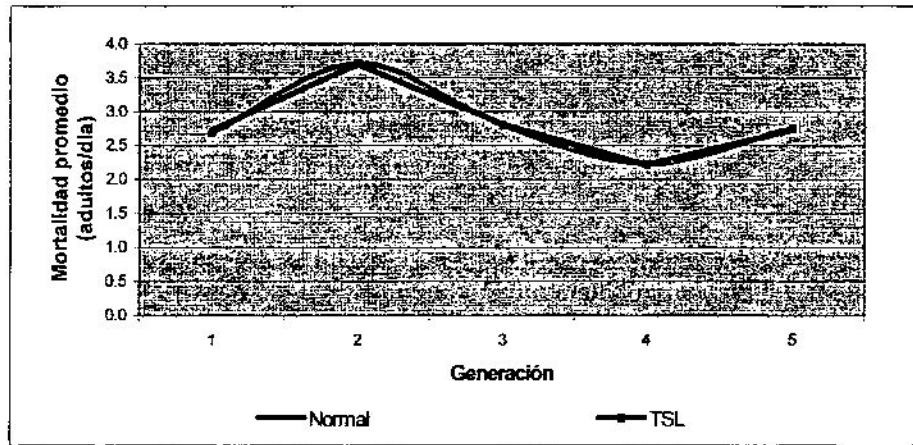


Figura 5 Mortalidad Promedio por cinco generaciones de *D. longicaudata* usando como sustrato cepa Normal y TSL.

Se presenta en los cuadros 7 y 8 el resumen de los datos obtenidos del análisis estadístico efectuado para la variable mortalidad promedio.

Cuadro 7 Resumen de ANDEVA para Mortalidad Promedio durante cinco generaciones de *D. longicaudata* usando como sustrato cepa Normal y TSL

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	64.8	64.8	0.35	0.5583
Generación	29180.53	7295.13	38.95	0.0001*
Cepa x Generación	94.79	23.69	0.13	0.9724

*Probabilidad de que el valor F sea significativo.

Coefficiente de Variación: 33.79%

Cuadro 8 Resultados de prueba de Tukey para Mortalidad Promedio durante cinco generaciones de *D. longicaudata* usando como sustrato cepa Normal y TSL

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
Generación	0.0001*	Grupo	Media	Tratamiento
		A	3.69	F2
		B	2.82	F3
		B	2.72	F5
		B	2.72	F1
		C	2.22	F4

*Probabilidad de que la media sea significativa

Los resultados obtenidos de mortalidad promedio indican que no hubo diferencias significativas para la interacción cepa-generación ni para la cepa por separado. Sin embargo para el caso Generación se obtuvieron diferencias significativas, que al efectuar la prueba de medias correspondiente resultó la generación F2 como aquella con los promedios de mortalidad más elevados y la generación F4 como aquella con los promedios de mortalidad más bajos. Para los fines de la presente investigación, y de acuerdo al planteamiento de la hipótesis, el

haber encontrado diferencias significativas a nivel de cepas así como en la interacción cepa-generación, nos muestra que la cepa TSL es similar en el efecto sobre la longevidad comparada con el uso de la cepa normal que habitualmente se utiliza en el laboratorio. El coeficiente de variación aparentemente alto indicaría un mal manejo del experimento, sin embargo cuando el objeto de estudio son animales es aceptable y como se verá en los siguientes análisis de varianza para otros parámetros de control de calidad en esta especie, sus coeficientes se presentaron alrededor del 34%. La longevidad del 50% de la población fue en promedio de 10.66 días en condiciones de laboratorio.

7.1.2 Proporción Macho: hembra

En el Cuadro 9 y figura 6 se observa el comportamiento de los datos de la proporción macho: hembra para cada generación y cepa.

Cuadro 9 Proporción macho: hembra en *Diachasmimorpha longicaudata* para la prueba cepa normal vs. Cepa TSL como hospederos.

Tratamiento Repetición	S1 Larva normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	1.0	1.8	0.7	0.9	0.8	1.1	1.0	0.8	1.0	0.9
2	0.9	3.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.0	0.7	1.0	1.0
3	1.0	1.2	0.8	1.5	0.9	1.2	1.7	0.7	1.0	0.9
4	1.3	1.6	0.7	1.2	0.7	1.0	1.6	0.9	1.0	1.1
5	0.9	1.7	0.8	1.2	0.7	1.4	2.1	0.6	0.8	0.8
6	1.6	1.8	1.0	1.0	0.5	1.1	2.0	0.9	0.9	0.8
7	1.5	1.9	0.7	1.0	0.7	1.4	3.8	0.8	1.1	0.9
8	1.0	2.1	0.6	0.9	0.6	0.9	5.3	1.2	0.9	0.7
Promedio	1.2	2.0	0.8	1.1	0.7	1.2	2.3	0.8	1.0	0.9

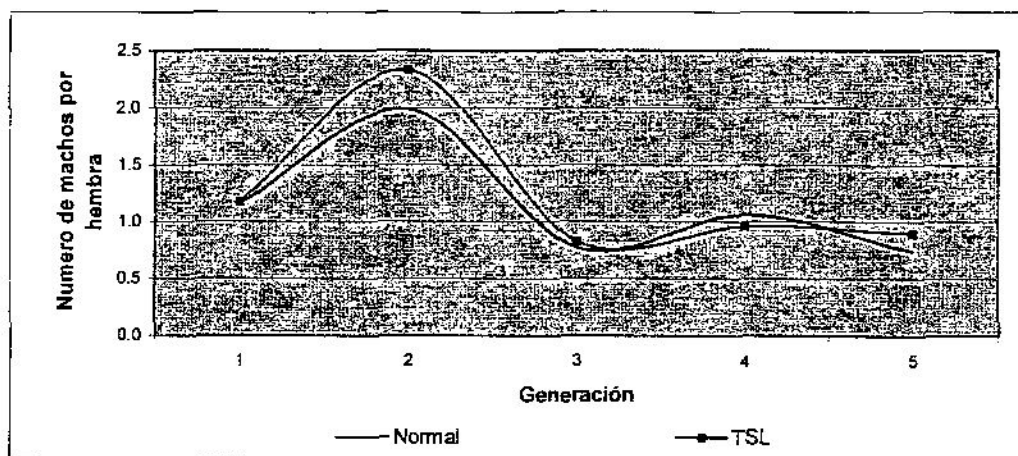


Figura 6 Proporción Macho: Hembra en cinco generaciones de cría *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Se presenta a continuación el resumen de los datos obtenidos del análisis estadístico efectuado para la variable Proporción Macho: Hembra.

Cuadro 10 Resumen de ANDEVA para la Proporción Macho: Hembra durante cinco generaciones de cría de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	143.11	143.11	0.77	0.3838
Generación	27757.3	6939.3	37.24	0.0001*
Cepa x Generación	1060.45	265.11	1.42	0.2355

*Probabilidad de que el valor F sea significativo.

Coefficiente de Variación: 33.70%

Cuadro 11 Resultados de la prueba de Tukey para Proporción Macho: Hembra durante cinco generaciones de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
Generación	0.0001*	Grupo	Media	Tratamiento
		A	1.97	F2
		B	1.15	F1
		B	1.07	F4
		C	0.76	F3
		C	0.74	F5

*Probabilidad de que la media sea significativa

Los resultados indican que hubo diferencias significativas entre generaciones, donde los promedios de proporción más altos se presentaron para la generación F2 y los más bajos en las generaciones F3 y F5, los valores óptimos en este caso se presentaron para las generaciones F1 y F4. El factor cepa no presentó diferencias lo que puede indicar variaciones en las condiciones externas para cada generación. No se presentaron

diferencias significativas para cepa ni en la interacción cepa-generación, por lo que ambas cepas presentaron la misma eficiencia.

7.1.3 Porcentaje de parasitismo

Los resultados de porcentaje de parasitismo, que expresa la proporción de parasitoides que se desarrollan exitosamente dentro de su hospedero, se presentan en el Cuadro 12 y Figura 7, y en los cuadros 13 y 14 el resumen de los datos obtenidos del análisis estadístico efectuado.

Cuadro 12 Porcentaje de parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* para la prueba cepa Normal vrs cepa TSL como hospederos.

Tratamiento Repetición	S1 Larva normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	15.6	7.2	17.9	9.4	11.0	14.4	6.6	14.0	11.2	12.2
2	14.1	9.9	10.6	8.9	11.2	13.7	6.8	15.2	11.3	15.8
3	14.8	10.9	12.0	11.2	9.7	10.4	5.5	12.3	10.2	16.7
4	18.3	8.4	15.8	10.1	12.6	14.0	10.7	10.7	11.2	13.8
5	14.4	9.4	19.0	8.7	13.3	8.2	8.5	15.4	11.2	17.2
6	16.4	7.5	17.4	7.2	10.9	12.9	6.9	13.6	9.7	17.3
7	14.6	5.7	10.5	11.0	13.6	11.6	7.9	5.4	7.7	16.7
8	16.1	6.7	15.9	11.0	11.0	13.0	6.2	12.9	10.4	18.5
Promedio	15.5	8.2	14.9	9.7	11.7	12.3	7.4	12.5	10.4	16.0

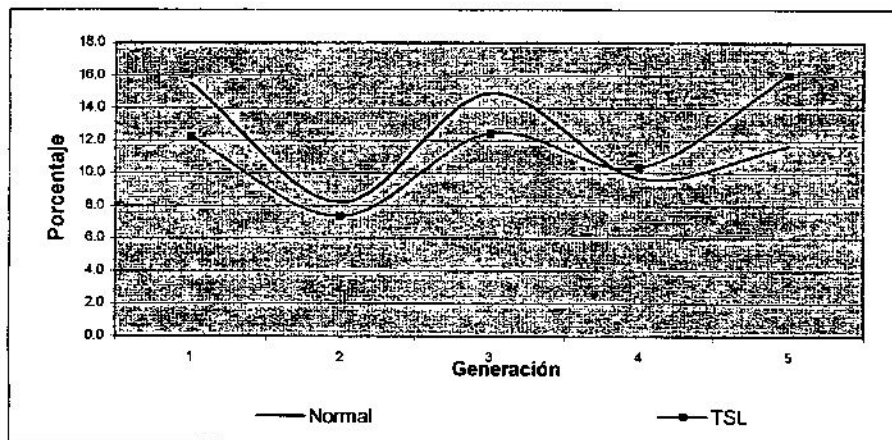


Figura 7 Porcentaje de parasitismo durante cinco generaciones de *Diachasmimorpha longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Cuadro 13 Resumen de ANDEVA para Porcentaje de Parasitismo durante cinco generaciones de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	16.2	16.2	0.09	0.7709
Generación	23503.21	5875.8	31.00	0.0001*
Cepa x Generación	5849.89	1462.47	7.71	0.0001*

*Probabilidad de que el valor F sea significativo

Coefficiente de Variación: 33.99%

Cuadro 14 Resultados de la prueba de Tukey para Porcentaje de Parasitismo durante cinco generaciones de *D. longicaudata* usando como sustrato cepa Normal y TSL.

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
Cepa-Generación	0.0001*	Grupo	Media	Tratamiento
		A	16.02	TSL-F5
		AB	15.53	Nor-F1
		ABC	14.89	Nor-F3
		ABCD	12.44	TSL-F3
		BCD	12.27	TSL-F1
		CD	11.66	Nor-F5
		DE	10.36	TSL-F4
		DE	9.69	Nor-F4
		E	8.21	Nor-F2
		E	7.39	TSL-F2

*Probabilidad de que la media sea significativo

El análisis de los datos demuestra que se presentaron diferencias significativas en la generación y en la interacción cepa-generación, presentándose las mejores medias de porcentaje de parasitismo en las generaciones F1, F3, y F5. El análisis de varianza dio un resultado no significativo para cepa, lo que indica igualdad de eficiencia en el uso de los remanentes de TSL. Para la interacción los individuos TSL de la quinta generación obtuvieron las mejores medias, aunque no se observa una tendencia de los individuos TSL a la adaptabilidad, si se observa que los parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* al finalizar las cinco generaciones hacen un uso eficiente de los remanentes para la variable porcentaje de parasitismo.

7.1.4 Peso promedio de pupa

Se presenta en el cuadro 15 y figura 8 los resultados de peso de pupa, que indica la calidad del material obtenido, en cinco generaciones y el resumen de los datos obtenidos del análisis estadístico en los cuadros 16 y 17.

Cuadro 15 Peso Promedio de pupa de *Diachasmimorpha longicaudata* expresado en miligramos en la evaluación de Cepa normal vrs. Cepa TSL como hospederos.

Tratamiento Repetición	S1 Larva normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	3.4	3.2	3.3	5.2	4.0	3.5	3.1	3.3	4.7	3.4
2	3.5	3.5	3.1	5.2	3.8	3.5	3.2	3.4	4.9	3.6
3	3.5	3.5	3.3	5.3	3.8	3.4	3.2	3.3	5.0	3.8
4	3.6	3.6	3.4	5.1	4.0	3.6	3.4	3.1	4.8	3.5
5	3.6	3.4	3.5	5.0	4.2	3.4	3.2	3.2	4.8	3.4
6	3.5	3.3	3.6	4.9	3.7	3.5	3.2	3.3	4.7	3.5
7	3.7	3.3	3.3	5.0	3.9	3.5	3.3	3.3	4.5	3.5
8	3.5	3.2	3.4	5.1	3.8	3.7	3.3	3.2	4.6	3.6
Promedio	3.5	3.4	3.4	5.1	3.9	3.5	3.2	3.3	4.8	3.5

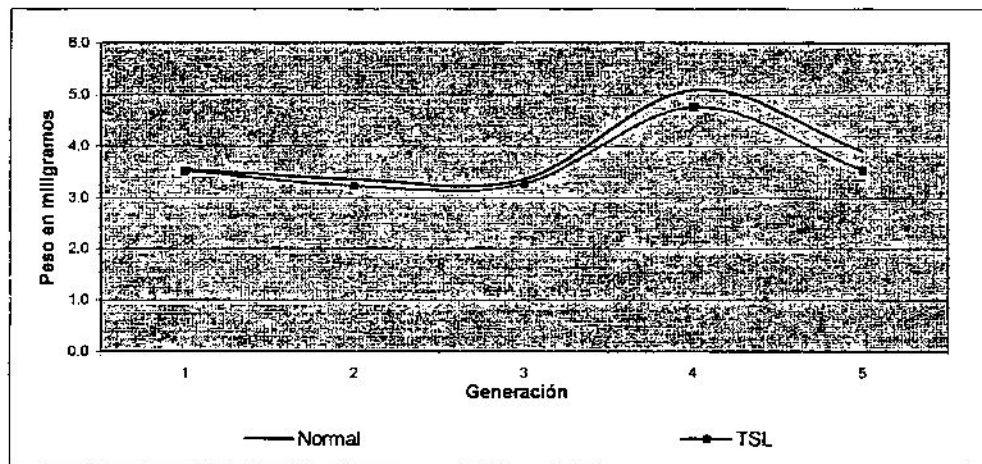


Figura 8 Peso promedio de pupa durante cinco generaciones de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Cuadro 16 Resumen de ANDEVA para Peso de Pupa durante cinco generaciones de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	2279.11	2279.1	24.7	0.0001*
Generación	32834.9	8208.74	88.98	0.0001*
Cepa x Generación	583.9	145.98	1.58	0.1886

*Probabilidad de que el valor F sea significativo

Coefficiente de Variación: 23.71%

Cuadro 17 Resultados de la Prueba de Tukey para Peso de Pupa durante cinco generaciones de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
Cepa	0.0001*	Grupo A B	Media 3.86 3.66	Tratamiento Normal TSL
Generación	0.0001*	A B C D D	4.92 3.72 3.52 3.31 3.31	F4 F5 F1 F3 F2

*Probabilidad que la media sea significativa.

Los resultados obtenidos indican que existieron diferencias significativas para el factor cepa y para el factor generación. El análisis de prueba de medias para el factor cepa, indica que la cepa normal tiene un mejor promedio de peso pupa que la cepa TSL. Esto indicaría que en promedio la calidad del material obtenido al parasitar la cepa TSL, independientemente de otras variables como el porcentaje de parasitismo, es inferior a la calidad del material que se obtiene con la cepa normal. La comparación de Tukey para el factor generación, indica que en la cuarta generación se obtuvo una mejor calidad de pupa. Al observar el comportamiento del peso promedio de pupa a través de cinco generaciones, se deduce que el comportamiento similar de los datos dentro de la curva, tanto de cepa normal como de TSL, puede verse influenciada por las condiciones externas a la unidad experimental durante la realización del experimento, y que esto hace variar los datos para cada generación. En el análisis, la interacción cepa-generación resultó no significativa, esto significa que debido a que el comportamiento de ambas cepas no varió entre sí a lo largo de las cinco generaciones, no ocurrió una adaptación evidente por parte de los individuos TSL y que en promedio la calidad del material obtenido con cepa Normal es superior al obtenido con cepa TSL.

7.1.5 Fecundidad

En el cuadro 18 y figura 9 se presentan los resultados de Fecundidad en cinco generaciones y el resumen de los datos obtenidos del análisis estadístico efectuado para la variable Tasa Neta de Reemplazamiento en los cuadros 19 y 20.

Cuadro 18 Tasa de Reemplazamiento "R" (Fecundidad), en *Diachasmimorpha longicaudata* para la prueba cepa normal vrs. Cepa TSL como hospedero.

Tratamiento Repetición	S1 Larva normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	21.7	6.2	19.9	17.7	13.0	18.3	6.8	15.9	22.2	13.6
2	19.5	9.0	11.4	16.0	12.5	17.5	7.7	18.3	22.2	19.8
3	20.2	11.2	13.1	19.8	11.1	11.5	4.8	14.6	19.1	20.0
4	26.6	8.3	18.7	18.1	16.3	18.3	10.9	11.3	20.9	14.1
5	19.7	8.9	20.1	16.1	17.4	9.0	8.3	19.6	22.8	21.0
6	21.4	6.1	18.4	12.7	15.2	16.0	7.1	14.8	18.6	21.2
7	17.1	5.4	12.2	22.0	18.2	13.2	6.4	6.2	15.6	18.2
8	21.5	5.7	19.1	21.2	14.8	16.6	4.2	13.2	19.9	24.0
Promedio	21.0	7.6	16.6	17.9	14.8	15.0	7.0	14.2	20.2	19.0

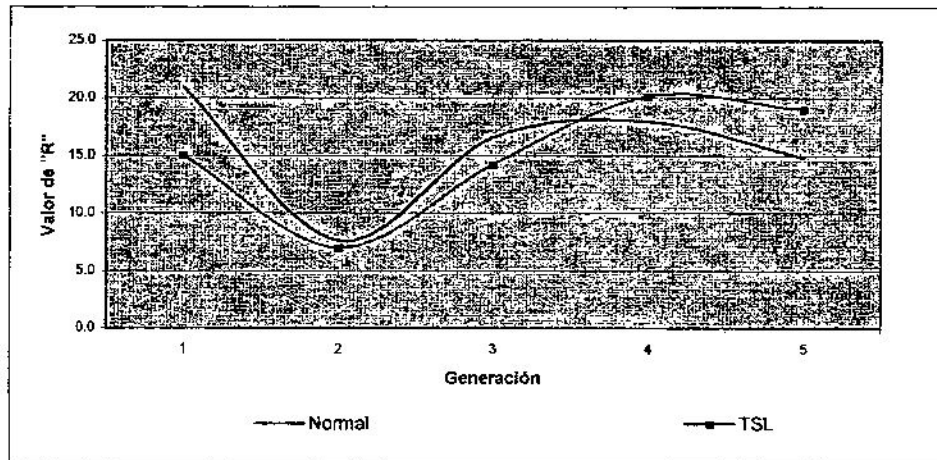


Figura 9 Tasa Neta de Reemplazamiento durante cinco generaciones de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Cuadro 19 Resumen de ANDEVA para Tasa neta de Reemplazamiento "R" en cinco generaciones de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente de Variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	31.25	31.25	0.16	0.6908
Generación	22113.31	5528.33	28.23	0.0001*
Cepa x Generación	6798.7	1699.68	8.68	0.0001*

*Probabilidad que el valor F sea significativo.

Coefficiente de Variación: 34.5%

Cuadro 20 Resultado de Prueba de Tukey para Tasa Neta de Reemplazamiento "R" en cinco generaciones de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospedero.

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
Cepa x generación	0.0001*	Grupo	Media	Tratamiento
		A	20.96	Nor-F1
		A	20.16	TSL-F4
		AB	18.99	TSL-F5
		ABC	17.95	Nor-F4
		ABC	16.61	Nor-F3
		BC	15.05	TSL-F1
		C	14.81	Nor-F5
		C	14.24	TSL-F3
		C	7.60	Nor-F2
		C	7.02	TSL-F2

*Probabilidad que la media sea significante

El análisis de varianza para esta variable dio como resultado diferencias significativas para el factor generación y la interacción cepa-generación. Para la interacción podemos observar que la mejor media se encuentra ubicada en Normal F1, sin embargo la combinación TSL F5 y TSL F4 se encuentran ubicadas en la clasificación A, en donde no existen diferencias significativas entre estos datos. De acuerdo a este resultado se observa un aumento en la capacidad reproductiva de los individuos TSL al parasitar sobre larvas de la cepa TSL entre la primera y la quinta generación. Como para el factor cepa no hubo diferencias significativas, se demuestra que la cepa TSL es tan eficiente a lo largo de cinco generaciones como la cepa normal para la variable Tasa Neta de Reemplazamiento.

7.1.6 Prueba adicional de tasa de reemplazamiento

Este análisis estadístico se trabajó en un diseño completamente al azar simple. Luego de encontrar que existen diferencias significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) para los 8 tratamientos (ver cuadro 44 A del apéndice); el resumen del análisis y prueba de Tukey se presenta en los cuadros 21 y 22. La prueba de contrastes ortogonales que permitió comparar las diferencias inter e intra generaciones se presenta en el cuadro 23.

Cuadro 21 Resumen de ANDEVA para Tasa Neta de Reemplazamiento "R" en la primera y quinta generación de *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Tratamientos	8278.18	1182.59	4.89	0.0001*
Error	13555.3	242.05		
Total	21833.5			

*Probabilidad que el valor F sea significativo.

Coefficiente de Variación: 47.87%

Cuadro 22 Resultados de Prueba de Tukey para Tasa Neta de Reemplazamiento "R" en primera y quinta generación en *D. longicaudata* para cepa Normal y TSL como hospederos

Tratamiento	Pr > F	Comparación de Tukey		
		Media	Grupo	
F1 Normal parasita Normal	0.0001*	20.96	A	
F5 TSL parasita TSL		18.99	A	B
F5 TSL parasita Normal		18.09	A	B C
F1 Normal parasita TSL		16.41	A	B C
F5 Normal parasita TSL		15.94	A	B C
F1 TSL parasita Normal		15.32		B C
F1 TSL parasita TSL		15.05		B C
F5 Normal parasita Normal		14.81		C

*Probabilidad que la media sea significativa.

Puede observarse que existieron diferencias significativas en el análisis de varianza, razón por la cual se procedió a efectuar la correspondiente prueba de Tukey, en donde se observa con claridad una tendencia de los cinco primeros datos (quienes por pertenecer al mismo grupo no tienen diferencias significativas entre ellos). Observando los resultados, se demuestra que aunque la mejor media pertenece a Normal parasitando sobre larva Normal en la primera generación, los individuos de TSL parasitando sobre larva TSL fueron tan eficientes como los individuos normales al finalizar cinco generaciones indistintamente del tipo de larva empleada. Para corroborar estos resultados se presenta a continuación el resumen de la comparación intra e inter generaciones a través de la prueba de contrastes ortogonales.

Cuadro 23 Comparación intra e inter generaciones a través de Contrastos Ortogonales para primera y quinta generación en *D. longicaudata*

Combinación	Valor de F	Pr > F
Generación F1 – Generación F5	0.04	0.8415
F1 – F5 (Normal parasita normal)	20.83	0.0001*
F1 – F5 (Normal parasita TSL)	0.02	0.8855
F1 – F5 (TSL parasita Normal)	2.38	0.1286
F1 – F5 (TSL parasita TSL)	7.64	0.0077*

*Probabilidad que el Valor F sea significativo

Puede observarse que los resultados derivados de la prueba de medias son corroborados por la prueba de contrastes ortogonales, en donde se demuestra al igual que con el comparador de Tukey que no existen diferencias significativas entre los datos de tasa de reemplazamiento para ambas generaciones y que por lo tanto el uso de ambas cepas no varió entre la primera y quinta generación. La comparación intra generación demostró que se observaron diferencias marcadas únicamente en individuos Normales parasitando sobre larva Normal obteniendo la mejor tasa en F1, y en individuos TSL parasitando sobre TSL obteniendo la mejor tasa en F5, se comprueba que no existe una diferencia de ambas cepas como hospedero. Todas estas observaciones y los resultados obtenidos para las variables respuesta demuestran la factibilidad del cambio de cepa normal a cepa TSL para la especie *Diachasmimorpha longicaudata*.

7.2 *Diachasmimorpha tryoni*

En el cuadro 45 A y figura 17 A presentados en el Anexo se observa la duración del experimento por cada generación. Los coeficientes de variación oscilan entre 34 y 41% para todas las variables a excepción del peso de pupa con un 19%. Esto puede deberse a diferencias en la calidad del material.

7.2.1 Mortalidad promedio

En la figura 10 se observa claramente el comportamiento de la mortalidad para las cinco generaciones evaluadas durante el período de oviposición.

Se presenta en el cuadro 24 los datos obtenidos para la variable mortalidad promedio y el resumen del análisis estadístico en los cuadros 25 y 26.

Cuadro 24 Mortalidad Promedio de parasitoides *D. tryoni* para la prueba cepa normal vrs. Cepa TSL durante el periodo de oviposición. (Población inicial 50 parejas)

Tratamiento Repetición	S1 Larva Normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	2.0	3.5	3.2	2.9	3.9	3.0	2.8	2.3	3.1	1.9
2	2.8	3.1	4.1	2.7	4.6	2.6	3.3	3.0	3.2	1.5
3	2.6	2.5	3.1	1.8	3.1	2.5	2.9	2.5	3.0	2.3
4	3.0	2.7	2.7	2.3	3.9	3.5	3.1	2.6	2.8	1.6
5	2.8	3.2	2.9	2.3	3.5	2.8	3.3	2.7	3.5	2.8
6	2.5	3.1	3.1	2.2	2.9	2.5	3.5	2.5	3.7	2.2
7	2.6	2.8	3.4	1.7	3.5	3.0	2.9	2.2	2.8	2.4
8	2.5	2.8	3.1	1.7	2.9	2.6	2.9	2.4	3.3	2.9
Promedio	2.6	3.0	3.2	2.2	3.5	2.8	3.1	2.5	3.2	2.2

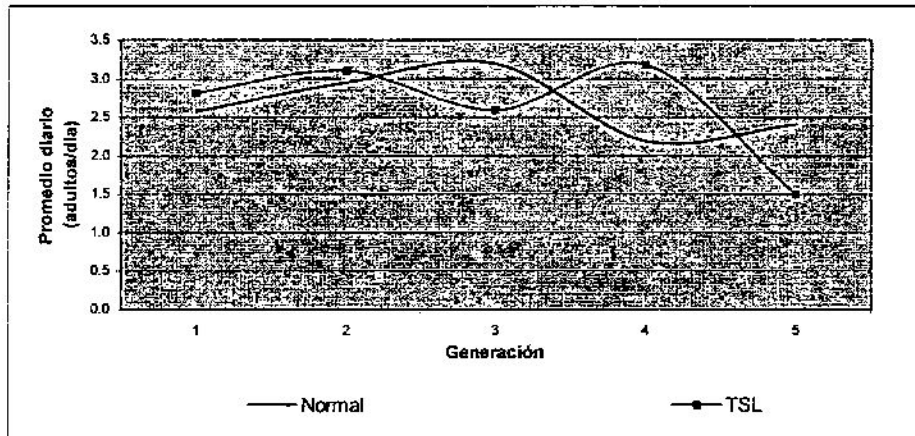


Figura 10 Mortalidad Promedio durante cinco generaciones de *D. tryoni* usando como sustrato cepa Normal y TSL.

Cuadro 25 Resumen de ANDEVA para Mortalidad Promedio durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	465.6	465.6	1.95	0.1672
Generación	2936.4	734.1	3.07	0.0217
Cepa x Generación	22305.54	5576.38	23.33	0.0001*

*Probabilidad que el valor F sea significativo

Coefficiente de Variación: 38.1%

Cuadro 26 Resultados de prueba de Tukey para Mortalidad Promedio durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
		Grupo	Media	Tratamiento
Cepa x Generación	0.0001*	A	3.54	Normal-F5
		AB	3.20	Normal-F3
		AB	3.17	TSL -F4
		AB	3.10	TSL -F2
		ABC	2.96	Normal- F2
		BCD	2.81	TSL -F1
		CD	2.60	Normal- F1
		CDE	2.52	TSL -F3
		DE	2.20	TSL -F5
		E	2.20	Normal- F4

*Probabilidad que la media sea significativa

La prueba de medias muestra que los promedios de mortalidad más elevados se presentaron para los individuos criados en cepa normal en la segunda, tercera y quinta generación, y para aquellos criados en cepa TSL para la cuarta y segunda generación, al no observarse una tendencia de una cepa específica a mostrar las mortalidades más elevadas, se demuestra que para esta variable particular el comportamiento de la tasa de mortalidad es similar en ambas cepas e igualmente eficiente en cuanto a la longevidad (se debe recordar que el interés principal de esta variable es determinar el beneficio que la cepa utilizada ejerce sobre la longevidad de los

individuos en edad reproductiva). Los promedios más bajos se presentan para TSL en la tercera y quinta generación y para Normal en la cuarta generación. Al finalizar las cinco generaciones los promedios más bajos corresponden a la interacción TSL F5 y Normal F4. La longevidad del 50% de la población de parasitoides fue en promedio de 13 días en condiciones de laboratorio.

7.2.2 Proporción Macho: hembra

Se presenta en el cuadro 27 y figura 11 los resultados obtenidos durante cinco generaciones y en los cuadros 28 y 29 el resumen de los datos obtenidos del análisis estadístico efectuado para la variable proporción macho: hembra. Puede observarse que para ambas cepas esta proporción se encuentra muy por encima de la unidad, especialmente en cepa TSL para todas las generaciones.

Cuadro 27 Proporción macho: hembra en *Diachasmimorpha tryoni* para la prueba cepa normal vs. cepa TSL como hospederos.

Tratamiento Repetición	S1 Larva normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	0.8	0.8	1.9	1.0	0.7	1.7	1.4	3.2	2.6	0.9
2	1.3	1.5	1.6	1.4	1.4	1.3	3.1	1.6	3.1	1.3
3	1.1	1.6	1.9	1.1	1.3	2.1	2.0	2.2	2.5	1.9
4	2.1	2.0	1.6	0.9	1.2	1.2	2.9	2.0	1.5	1.2
5	1.5	2.7	3.0	1.1	0.8	1.6	3.8	2.1	2.3	1.9
6	1.4	5.0	2.0	1.1	1.0	3.7	1.2	2.9	2.4	1.2
7	1.3	1.3	0.8	1.2	1.2	1.1	4.3	2.0	2.4	0.8
8	1.0	1.4	2.0	0.9	1.0	1.4	2.9	2.9	3.0	1.0
Promedio	1.35	2.0	1.8	1.1	1.1	1.6	2.7	2.4	2.5	1.3

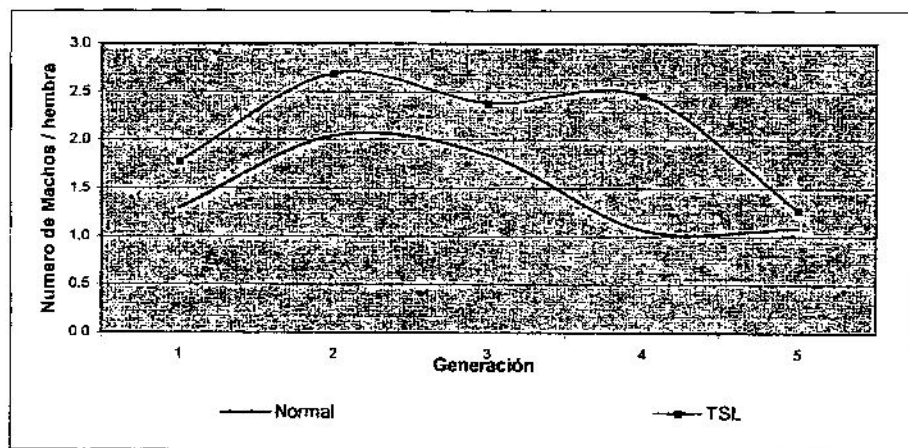


Figura 11 Proporción macho: hembra promedio durante cinco generaciones de *Diachasmimorpha tryoni* en la prueba cepa Normal y TSL como hospederos

Cuadro 28 Resumen de ANDEVA para Proporción Macho: Hembra durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	7566.05	7566.05	26.97	0.0001*
Generación	11566.8	2891.7	10.31	0.0001*
Cepa x Generación	3750.4	937.6	3.34	0.0146*

*Probabilidad que el Valor F sea significativo

Coefficiente de Variación: 41.4%

Cuadro 29 Resultados de la prueba de medias para Proporción Macho: Hembra durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
Cepa x Generación	0.0001*	Grupo	Media	Combinación
		A	2.70	TSL -F2
		A	2.47	TSL -F4
		A	2.36	TSL -F3
		AB	2.04	Normal- F2
		ABC	1.85	Normal -F3
		ABC	1.76	TSL -F1
		BC	1.31	Normal- F1
		BC	1.27	TSL -F5
		C	1.09	Normal- F4
C	1.07	Normal- F5		

*Probabilidad que la media sea significativa

Como se explicó anteriormente para fines de producción interesan las proporciones que se encuentran alrededor de la unidad (1). Se observan las proporciones que mostraron diferencias significativas presentándose las más elevadas para la generación tres, cuatro y dos de los individuos criados en cepa TSL y las relaciones óptimas, que mostraron diferencias significativas se encuentran en el grupo C para las generaciones cuatro y cinco de individuos criados en cepa Normal. Los individuos de cepa TSL de la quinta generación se encuentran ubicados en un grupo medio. De acuerdo con esto, los individuos criados sobre cepa TSL no son tan eficientes en la regeneración de hembras (por presentar las proporciones más altas) como los individuos de cepa Normal.

7.2.3 Porcentaje de parasitismo

Los resultados obtenidos durante cinco generaciones son presentados en el cuadro 30 y Figura 12. El resumen de los datos obtenidos del análisis estadístico efectuado para la variable Porcentaje de Parasitismo se presenta en el cuadro 31 y 32.

Cuadro 30 Porcentaje de parasitismo en *Diachasmimorpha tryoni* para la prueba cepa normal vrs cepa TSL como hospedero

Tratamiento Repetición	S1 Larva normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	8.6	7.9	5.7	9.6	6.5	7.9	7.6	7.4	5.7	5.2
2	6.8	5.8	6.5	6.9	5.1	9.5	6.4	6.8	4.4	3.9
3	7.4	7.9	6.3	9.9	6.3	9.0	7.6	7.3	4.7	4.5
4	6.3	6.7	8.1	9.5	5.9	7.8	7.7	7.6	4.4	6.4
5	6.3	5.5	7.3	10.2	4.7	9.2	5.8	7.6	5.2	3.3
6	8.3	4.4	9.3	9.8	4.9	7.0	7.5	7.3	4.6	3.4
7	8.0	8.6	7.3	9.4	4.9	7.2	6.4	8.9	3.8	4.6
8	9.5	9.3	10.6	11.0	5.2	8.9	6.5	7.0	5.1	2.7
Promedio	7.7	7.0	7.6	9.5	5.4	8.3	6.9	7.5	4.7	4.2

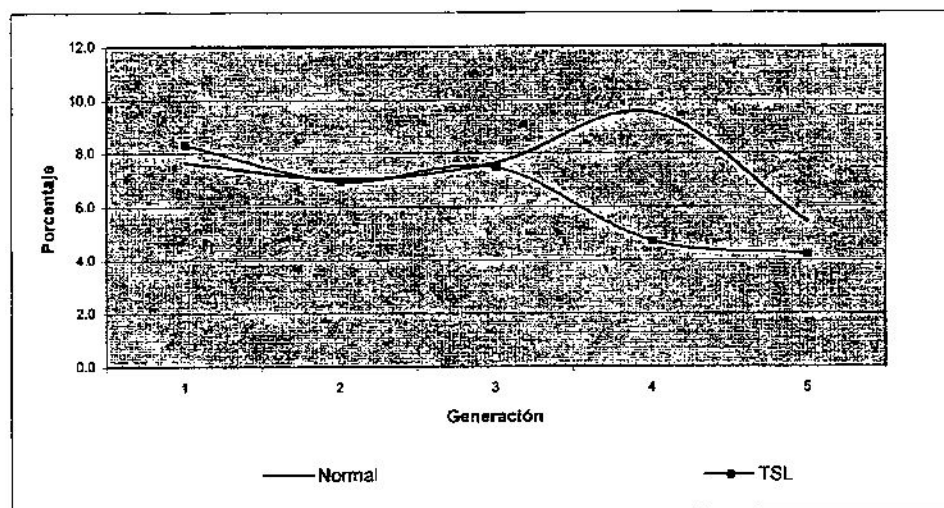


Figura 12 Porcentaje de Parasitismo durante cinco generaciones de *Diachasmimorpha tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Cuadro 31 Resumen de ANDEVA para Porcentaje de Parasitismo durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	2976.8	2976.8	15.21	0.0002*
Generación	14301.9	3575.49	18.26	0.0001*
Cepa x Generación	11644.04	2911.0	14.87	0.0001*

*Probabilidad que el Valor F sea significativo

Coefficiente de Variación: 34.5%

Cuadro 32 Resultados de prueba de Tukey para Porcentaje de Parasitismo durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
Cepa x Generación	0.0001*	Grupo	Media	Combinación
		A	9.54	Normal F4
		AB	8.31	TSL F1
		AB	7.65	Normal F1
		AB	7.63	Normal F3
		AB	7.49	TSL F3
		BC	7.01	Normal F2
		BCD	6.94	TSL F2
		CD	5.44	Normal F5
		D	4.74	TSL F4
		D	4.25	TSL F5

*Probabilidad que la media sea significativa

Se observa en los resultados de la comparación de Tukey una tendencia de los mejores promedios en los individuos criados en cepa normal para las generaciones uno, tres y cuatro, así como para los individuos criados en cepa TSL en las generaciones uno y tres. Esta misma tendencia se manifiesta en los porcentajes más bajos para los individuos criados en cepa TSL de las generaciones dos, cuatro y cinco, y para la generación cinco de cepa Normal. En el aspecto de la interacción, es de interés que los mejores resultados se presenten en las últimas generaciones de la cepa evaluada, lo cual no ocurrió y es evidente que las últimas generaciones de la cepa TSL obtuvieron los resultados y la clasificación más baja en el agrupamiento del comparador Tukey, por lo que no se observa adaptación a parasitar el material remanente de TSL.

7.2.4 Peso de pupa

El cuadro 33 muestra los resultados obtenidos para esta variable, y la figura 13 el comportamiento de los mismos. Al existir diferencias significativas en el caso de la interacción de los factores cepa y generación se aplicó la prueba de medias (cuadros 34 y 35) en donde se hace evidente que la mejor calidad del material corresponde a dos generaciones de individuos criados en cepa Normal, F3 y F2, mientras que para la quinta y cuarta generación de individuos criados en cepa TSL corresponde el material de inferior calidad.

Se presenta a continuación los resultados y el resumen de los datos obtenidos del análisis estadístico efectuado para la variable peso promedio de pupa.

Cuadro 33 Peso Promedio de pupa expresado en miligramos *Diachasmimorpha tryoni* para la Prueba cepa Normal vs. Cepa TSL como hospederos

Tratamiento Repetición	S1 Larva normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	4.4	4.5	4.3	4.2	3.5	3.6	3.3	4.0	3.2	3.2
2	4.1	4.4	4.3	4.1	3.5	3.4	3.5	3.8	3.2	3.1
3	4.0	4.6	4.3	3.9	3.4	3.5	3.4	3.9	3.2	3.2
4	3.8	4.4	4.5	4.1	3.5	3.6	3.9	5.4	3.0	3.2
5	4.1	4.2	4.5	3.9	3.3	3.8	3.4	4.0	3.0	3.1
6	3.9	4.0	4.3	4.1	3.3	3.7	3.6	4.0	3.1	3.1
7	3.6	4.5	4.5	4.2	3.5	3.6	3.5	3.9	3.0	3.2
8	3.9	4.6	4.5	4.3	3.5	3.6	3.4	3.9	3.1	3.0
Promedio	4.0	4.4	4.4	4.1	3.4	3.6	3.5	4.1	3.1	3.1

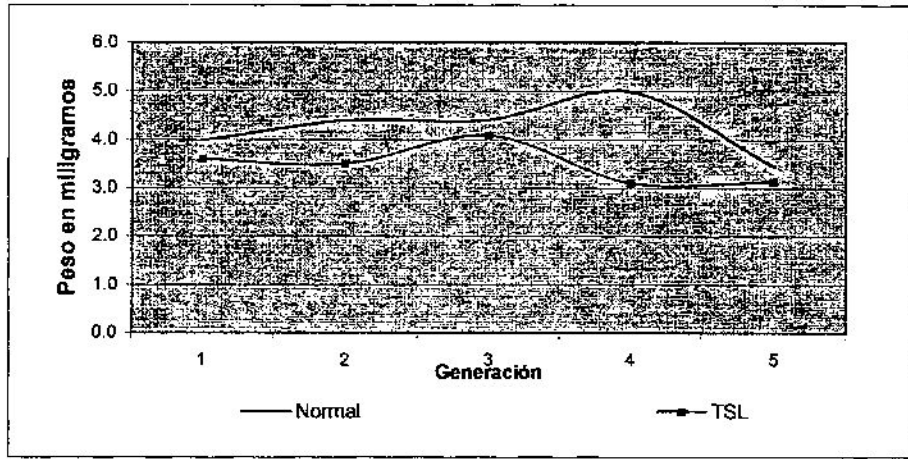


Figura 13 Peso promedio de pupa (mg) durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Cuadro 34 Resumen de ANDEVA para Peso de Pupa (mg) durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL.

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	16188.05	16188.05	270.26	0.0001*
Generación	17888.8	4472.21	74.66	0.0001*
Cepa x Generación	4179.66	1044.9	17.44	0.0001*

*Probabilidad que el Valor F sea significativo.

Coefficiente de Variación: 19.1%

Cuadro 35 Resultados de Prueba de Tukey para Peso de Pupa (mg) durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
Cepa x Generación	0.0001*	Grupo	Media	Combinación
		A	4.40	Normal F3
		A	4.40	Normal F2
		B	4.11	TSL F3
		B	4.10	Normal F4
		B	3.98	Normal F1
		C	3.60	TSL F1
		C	3.50	TSL F2
		C	3.44	Normal F5
		D	3.14	TSL F5
D	3.10	TSL F4		

*Probabilidad que la media sea significativa

Para esta variable se observa que los grupos muestran diferencias marcadas entre sí. El hecho que la cepa TSL presente en sus dos últimas generaciones los promedios más bajos, indica que la cepa TSL presenta inferior calidad de material parasitado comparada con la cepa Normal.

7.2.5 Fecundidad

El cuadro 36 y figura 14 se muestran los resultados obtenidos durante 5 generaciones para la variable Tasa Neta de Reemplazamiento y en los cuadros 37 y 38 el resumen del análisis estadístico.

Cuadro 36 Tasa Neta de Reemplazamiento "R", Fecundidad, en *Diachasmimorpha tryoni* para la prueba cepa Normal vs. cepa TSL como hospederos

Tratamiento Repetición	S1 Larva normal					S2 Larva TSL				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	9.8	9.7	7.9	12.6	5.9	7.4	8.8	8.3	5.7	2.8
2	7.7	6.3	9.2	7.9	7.8	9.5	5.0	7.9	4.2	0.8
3	8.1	7.5	7.0	12.6	6.4	6.8	7.9	9.0	4.0	5.0
4	4.3	7.7	10.5	12.0	6.4	8.0	8.2	9.2	4.7	7.3
5	6.7	5.4	6.2	12.4	5.6	8.1	4.6	9.1	4.1	1.4
6	8.2	4.5	12.1	11.6	5.0	5.6	7.7	7.0	4.1	3.4
7	8.4	10.2	11.3	10.9	4.8	7.2	6.2	11.2	2.9	1.1
8	10.6	11.2	11.7	14.6	7.8	9.6	6.0	8.5	3.2	2.8
Promedio	8.0	7.8	9.5	11.8	6.2	7.8	6.8	8.8	4.1	3.1

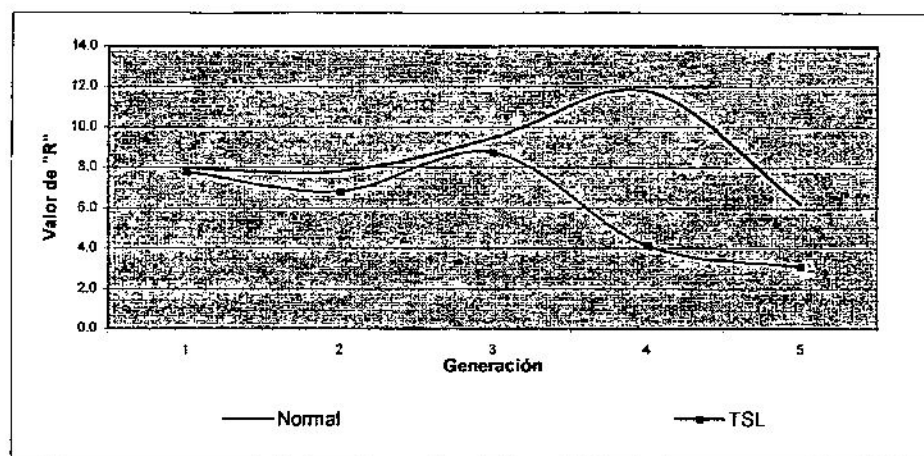


Figura 14 Tasa neta de Reemplazamiento "R" durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Cuadro 37 Resumen de ANDEVA para Tasa Neta de Reemplazamiento "R" durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Cepa	6789.61	6789.6	31.95	0.0001*
Generación	11484.8	2871.2	13.51	0.0001*
Cepa x Generación	9494.9	2373.7	11.17	0.0001*

*Probabilidad que el Valor F sea significativo

Coefficiente de Variación: 35.9%

Cuadro 38 Resultados de Prueba de Tukey para Tasa Neta de Reemplazamiento "R" durante cinco generaciones de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL como hospederos.

Fuente	Pr > F	Comparación de Tukey		
Cepa x Generación	0.0001*	Grupo	Media	Combinación
		A	11.82	Normal -F4
		AB	9.49	Normal -F3
		B	8.77	TSL -F3
		BC	7.96	Normal - F1
		BC	7.82	Normal -F2
		BC	7.78	TSL - F1
		BCD	6.80	TSL -F2
		CDE	6.21	Normal - F5
		DE	4.11	TSL -F4
E	3.07	TSL -F5		

*Probabilidad que la media sea significativa.

Para el caso de la fecundidad, el comportamiento de los datos en la prueba de medias es muy similar a las variables porcentaje de parasitismo y peso de pupa. Existe una aparente predominancia de los individuos criados en cepa Normal de las generaciones F3 y F4, un rango intermedio en donde no se define una diferencia significativa entre cepa y generación y tres datos finales correspondientes a la tasa más baja pero sin una diferencia marcada entre ellos. Desde el punto de vista de la interacción, y los objetivos del trabajo, la diferencia marcada que existe entre el grupo A (Normal F4 y F3) y el grupo E (TSL F4 y F5), hace ver que la cepa y

generaciones de interés se ubicaron en los promedios más bajos, razón por la cual no existe adaptación evidente en la fecundidad cuando se utiliza cepa TSL con respecto a cepa Normal y que existe diferencia entre las Tasas Netas de Reemplazamiento en ambas cepas.

7.2.6 Prueba adicional de Tasa Neta de Reemplazamiento

Esta prueba se analizó en un diseño completamente al azar simple con los datos contenidos en el cuadro 46 A del apéndice. Las medias se analizaron a través de la prueba de medias de Tukey (Ver cuadro 40) y luego se aplicó una prueba de contrastes ortogonales para comparar las diferencias inter e intra generaciones (cuadro 41), con el fin de corroborar los resultados, y definir si los mismos se deben a la capacidad reproductiva de los parasitoides o la calidad de la cepa utilizada.

Cuadro 39 Resumen de ANDEVA para Tasa Neta de Reemplazamiento "R" en la primera y quinta generación de *D. tryoni* para cepa Normal y TSL.

Fuente de variación	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Tratamientos	12295.4	1756.5	10.42	0.0001*
Error	9440.0	168.6		
Total	21735.5			

*Probabilidad que el Valor F sea significativo

Coefficiente de Variación: 39.9%

Cuadro 40 Resultados de la prueba de Tukey para Tasa Neta de Reemplazamiento "R" en primera y quinta generación de *D. tryoni* para Cepa Normal y TSL utilizando como sustrato larva Normal y/o larva TSL.

Tratamiento	Pr > F	Comparación de Tukey		
		Media	Grupo	
F5 TSL parasita normal	0.0001*	6.34	A	
F5 Normal parasita normal		6.21	A	
F1 Normal Parasita normal		3.97	A	B C
F1 TSL parasita normal		3.85	A	B C
F1 Normal parasita TSL		3.61		B C
F1 TSL parasita TSL		3.60		B C
F5 TSL parasita TSL		3.08		C
F5 Normal parasita TSL		3.01		C

*Probabilidad que la media sea significativa

Se puede observar que las dos mejores tasas corresponden a la quinta generación cuando tanto Normal como TSL están ovipositando sobre larva Normal, seguidos, aunque existe una tendencia a no tener una marcada diferencia, de la generación F1 cuando Normal y TSL ovipositan sobre larva Normal. Al mismo tiempo se observa que las tasas más bajas se presentan para los individuos TSL y Normal cuando ovipositan sobre larva TSL, en la quinta generación. Se observa una clara tendencia de los individuos que ovipositan sobre larva normal a ocupar los mejores promedios, al contrario de lo que ocurre con los individuos que ovipositan en larva TSL. Al observar

los resultados de la prueba de Tukey se deduce que para el análisis de las generaciones, F5 Normal parasitando Normal no presentó diferencias significativas con F5 TSL parasitando TSL, por el contrario el análisis de todas las combinaciones de F1 y F5 si resultó en diferencias significativas; debido a que "R" mide una tendencia de la capacidad reproductiva, al comparar el comportamiento de la primera y quinta generación con sus respectivas combinaciones, se observa que si existe diferencia, y que dicha diferencia la marca el uso de la cepa. Los resultados indican que en los individuos criados en cepa TSL su "R" tuvo una tendencia a la disminución entre la primera y la quinta generación. Los individuos que parasitaron larva Normal en la primera generación tienen un "R" marcadamente inferior que aquellos que parasitaron larva Normal en la quinta generación. El agrupamiento de los datos demuestra que la capacidad reproductiva de los individuos TSL en la primera y quinta generación era similar a la capacidad reproductiva de los individuos Normales, pero que la calidad de la larva de TSL en la quinta generación era inferior a la de Normal en la preferencia del parasitoide.

Cuadro 41 Comparación intra e inter generaciones a través de Contrastes Ortogonales para primera y quinta generación en *Diachasmimorpha tryoni*.

Combinación	Valor F	Pr > F
Generación F1 – Generación F5	2.9	0.0939
F1 – F5 (Normal parasita normal)	6.07	0.0168*
F1 – F5 (Normal parasita TSL)	0.80	0.3744
F1 – F5 (TSL parasita Normal)	6.22	0.0156*
F1 – F5 (TSL parasita TSL)	0.43	0.5154

*Probabilidad que el Valor F sea significativo

Los resultados de la prueba de contrastes ortogonales demuestran que no existe diferencia significativa entre la generación F1 y F5 para la tasa de reemplazamiento, por lo que en ambas generaciones las cepas presentaron similar capacidad reproductiva (su comportamiento fue similar en ambas generaciones). No existe diferencia cuando individuos Normales parasitan larva TSL en ninguna de las dos generaciones. No existe diferencia cuando individuos TSL parasitan larva TSL en ninguna de las dos generaciones. Existe diferencia significativa con la mejor tasa "R" en la quinta generación (F5) cuando individuos normales parasitan larva normal. Existe diferencia significativa cuando individuos TSL parasitan sobre larva Normal para la quinta generación (F5). La hipótesis a comprobar sugería que los individuos TSL se adaptarían a parasitar sobre larva TSL al finalizar las cinco generaciones. Sin embargo, en apariencia esto no ocurrió, pero si se observan las tasas de reemplazamiento (que mide la capacidad reproductiva) en la quinta generación, se demuestra el resultado de la prueba de medias en donde la capacidad reproductiva de TSL es tan eficiente como la cepa Normal en ambas generaciones.

8. Conclusiones

- 2.1 Es factible la sustitución de cepa Normal por cepa TSL de acuerdo a la eficiencia demostrada a lo largo de cinco generaciones de *Diachasmimorpha longicaudata* para los parámetros de control de calidad: promedio de mortalidad, proporción macho: hembra, porcentaje de parasitismo y Tasa neta de Reemplazamiento, no obstante haber sido no eficiente para el parámetro peso de pupa.
- 2.2 Se concluye que es factible el cambio de cepa en *Diachasmimorpha longicaudata* ya que los individuos TSL parasitando larva TSL tuvieron evidentes diferencias entre la primera y la quinta generación, con los mejores promedios en la quinta generación, sin embargo se evidencia que dichos individuos no presentan variación cuando parasitan larva remanente de TSL con respecto a normal en la primera y quinta generación; Ya que no se presentaron diferencias significativas entre la primera y quinta no se hace evidente una adaptación generacional.
- 2.3 Es factible la sustitución de cepa Normal por cepa TSL debido a la eficiencia demostrada por *Diachasmimorpha tryoni* para el parámetro promedio de mortalidad, y por no presentar diferencias significativas en el comportamiento de la capacidad reproductiva de los individuos en la primera y quinta generación.
- 2.4 Se concluye que no hubo adaptación generacional para *Diachasmimorpha tryoni* porque no se presentaron diferencias significativas entre la primera y quinta generación de los individuos TSL cuando parasitaron larva TSL, y que las marcadas diferencias presentes para los parámetros de control de calidad: porcentaje de parasitismo, proporción macho: hembra, peso de pupa y fecundidad, se debieron a diferencias en la calidad del material utilizado.

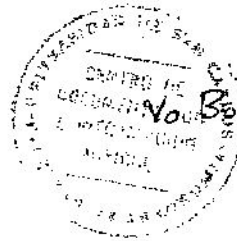
9. Recomendaciones

- 9.1 Se recomienda el uso de material remanente de cepa TSL en la producción de parasitoides del género *Diachasmimorpha* en vista de que los costos de producción de los mismos con la cepa TSL son mucho menores que el uso de material de cepa Normal por tratarse de material de desecho.
- 9.2 Revisar los valores de calidad reportados en la planta de producción El Pino, al efectuar la sustitución para evitar una reducción de las características de la producción.
- 9.3 Utilizar datos históricos de producción sobre cepa normal como comparadores del proceso productivo.

10. Bibliografía

1. Choo, L. 1988. Introducción a la estadística. México, CECSA. 536 p.
2. Contreras García, J. 1977. Determinación de la política cuarentenaria para la protección de los departamentos del norte del país del ataque de la mosca del mediterráneo de las frutas (*Ceratitis capitata* Wied.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 60 p.
3. Davis, R. *et al.* 1981. Introduction to statistics; an applications approach. US, West Publishing. 602 p.
4. Domínguez Rivero, R. 1990. Taxonomía de insectos. México, Universidad Autónoma de Chapingo. p. 211-304.
5. Estrada Carrillo, C. 1988. Determinación de hospedantes potenciales de la mosca del mediterráneo a nivel de laboratorio en 118 especies. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 33 p.
6. FAO, IAEA (International Atomic Energy Agency, IT). 1998. A manual of quality control for fruit flies; product quality control, irradiation and shipping procedures for mass reared Tephritid fruit flies for sterile insect released programs. Italy, s.p. (Version 4.0).
7. Franz, G. *et al.* 1994. Fruit fly pests; a world assessment of their biology and management; genetic sexing system based on temperature sensitive lethal. US, Bruce A. McPheron. p. 185-189.
8. Little, T; Jackson, F. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Trillas. 270 p.
9. Martínez Garza, A. 1994. Experimentación agrícola; métodos estadísticos. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 357 p.
10. Metcalf, C; Flint, W. 1985. Insectos destructivos e insectos útiles. México, CECSA. 1208 p.
11. Metcalf, R; Luckman, W. 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos. México, LIMUSA. 710 p.
12. MOSCAMED (Programa Mosca del Mediterráneo, GT). 1999. Memoria de labores de 1998. Guatemala. Sin Publicar.
13. MOSCAMED (Programa Mosca del Mediterráneo, GT). 1997. Datos técnicos de producción de parasitoides. Sin publicar.
14. MOSCAMED (Programa Mosca del Mediterráneo, GT). 1997. Manual de cría masiva de *Diachasmimorpha tryoni* y *Diachasmimorpha longicaudata*. Guatemala. 20 p.
15. MOSCAMED (Programa Mosca del Mediterráneo, GT). 1998. Datos técnicos. Sin Publicar.
16. MOSCAMED (Programa Mosca del Mediterráneo, GT). 1998. Memoria de labores de 1997. Guatemala. 20 p.
17. MOSCAMED (Programa Mosca del Mediterráneo, GT). 1999. Costos de producción. 1999. Sin Publicar.
18. MOSCAMED (Programa Mosca del Mediterráneo, GT). 1999. Folleto de cría masiva de parasitoides. 2 p. Sin Publicar.
19. MOSCAMED (Programa Mosca del Mediterráneo, Planta de Producción de Insecto Estéril, El Pino, GT). 1999. Datos técnicos y de producción de mosca del mediterráneo estéril. s.p. Sin Publicar.
20. Nicholls, C; Altieri, M. 2002. Control biológico en agroecosistemas mediante el manejo de insectos entomófagos (en línea). Costa Rica, Agroecología. 10 p. Consultado 20 Ago. 2002. Disponible en http://agroeco.org/doc/chap7_control_biologico1.htm.
21. Ocampo, V. 2000. Tipo de análisis estadístico (correspondencia personal). Veracruz, México, Universidad de Veracruz. 2 p.

22. Price, P. 1975. Insect ecology. Urbana, Illinois, US, John Wiley. 48 p.
23. Ramos Mejía, A. 1978. Guía para la identificación de moscas de la fruta. México, SAG. 40 p
24. Santos Albizures, M. 1993. La anoxia inducida como paso previo a la irradiación en pupas de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Weid.), y su efecto en la emergencia, habilidad de vuelo, propensidad a la cópula de los adultos estériles. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
25. SAS (Statistical Analysis System, US). 1990. SAS/STAT user's guide, version 6. 4 ed. Cary, NC, US. v. 2.
26. Southwood, TRE. 1989. Ecological methods. 2 ed. Great Britain, University Press. 524 p.
27. Spencer, J; Mochizuki, N. 1997. Procedural manual for mass rearing six species of Tephritid fruit fly parasitoids. Honolulu, Hawaii, US, USDA, Tropical fruit, vegetable and ornamental crop research laboratory. s.p.



Rolando Barrios

11. Apéndice

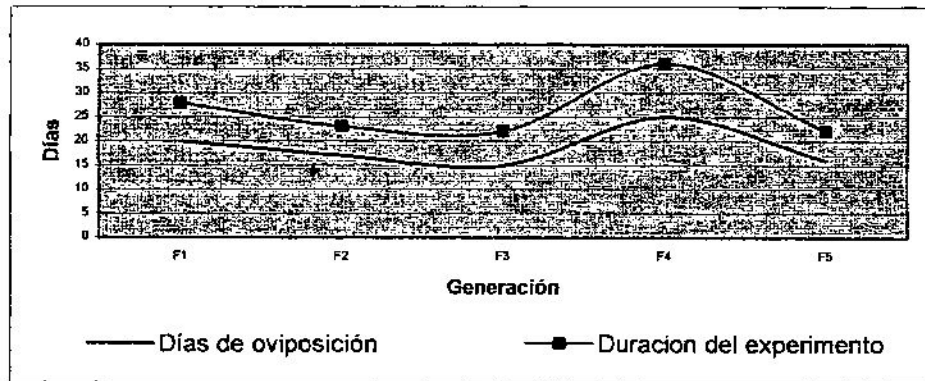
Cuadro 42 A Bibliografía sobre hospederos de mosca del Mediterráneo reportada en MEDHOST (Base de datos).

<i>Hospedero</i>	<i>Reporte</i>		
	No especifica estudios sobre infestaciones de campo o laboratorio	Infestaciones de campo	Infestaciones de laboratorio
<i>Pera</i>	Toda la literatura reportada		
<i>Papaya</i>	Eskafi 1988 (Guatemala)	Avidoz 1969 (Israel)	Keck 1942
	Eskafi 1987 (Guatemala)	Back 1918 (Hawaii)	
	Henning 1972 (C. A.)	Buickx (Libia Marruecos)	
		Liquido 1990 (Hawaii)	
<i>Guayaba</i>	Eskafi 1987 (Guatemala)	Avidoz 1969 (Israel)	
	Pierce 1917	Back 1918 (Hawaii)	
		Bodenteimer 1951	
		(Israel, y medio oriente)	
		Cuculiza 1975 (Perú)	
		Hedstrom 1987 (Ecuador)	
<i>Caimito</i>	Eskafi 1987 (Guatemala)	Back 1918 (Hawaii)	
	Henning 1972 (C. A.)		
<i>Café</i>	Eskafi 1987 (Guatemala)	Abassa 1973 (Kenya)	
	Eskafi 1988 (Guatemala)	Back 1918 (Hawaii)	
<i>Mango</i>	Eskafi 1987 (Guatemala)	Back 1918 (Hawaii)	Back 1915
	Eskafi 1988 (Guatemala)		
	Pierce 1917		
<i>Durazno</i>	Eskafi 1987 (Guatemala)	Avidoz 1969 (Israel)	
	Pierce 1917	Back 1918 (Hawaii)	
	USDA 1975		
<i>Almendra</i>	Anonymous 1965	Back 1918 (Hawaii)	
	Eskafi 1987 (Guatemala)		
	Mitchell 1977 (C.A.)		
	Pierce 1917		
	USDA 1975		
<i>Granadilla</i>	Mitchell 1977 (C.A.)		
	Pierce 1917		
<i>Guanaba</i>	Anonymous 1975		
	Holbrook 1967		
	Mitchell 1977 (C.A.)		
	Pierce 1917		
<i>Cítricos</i>	Anonymous 1975		
	Eskafi 1988 (Guatemala)		
	Mitchell 1977 (C.A.)		
<i>Mamey</i>	Anonymous 1975		
	Mitchell 1977 (C.A.)		
	Pierce 1917		
<i>Marañón</i>	Eskafi 1987 (Guatemala)		

Cuadro 43 A Duración del experimento en días para la especie *Diachasmimorpha longicaudata*.

Generación	Días de oviposición	Total de días
F1	20	28
F2	17	23
F3	15	22
F4	25	36
F5	16	22

Figura 16 A. Duración en días de cada generación para *Diachasmimorpha longicaudata*, utilizando como hospedero larva de Cepa TSL y larva de Cepa Normal.



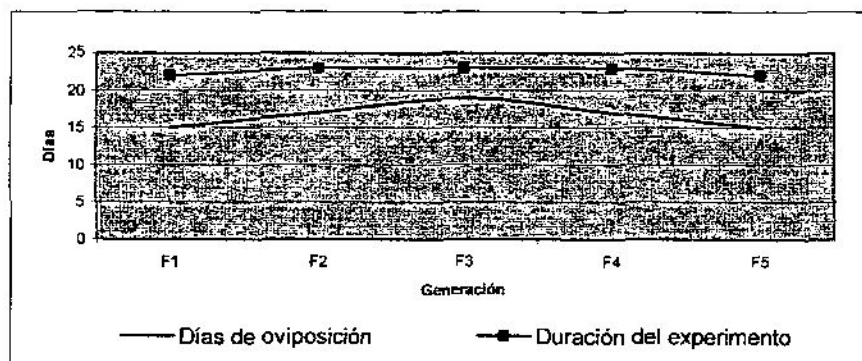
Cuadro 44 A Tasa neta de reemplazamiento en la primera y quinta generación para *Diachasmimorpha longicaudata*. Donde A, Normal parasita Normal; B, Normal parasita TSL; C, TSL parasita Normal y D, TSL parasita TSL

Tratamiento	F1				F5			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	21.7	16.0	15.6	18.3	13.0	18.0	18.8	13.6
2	19.5	19.5	18.1	17.5	12.5	20.0	13.7	19.8
3	20.2	18.5	18.9	11.5	11.1	17.3	17.7	20.0
4	26.6	14.0	18.7	18.3	16.3	19.8	19.9	14.1
5	19.7	15.5	17.8	9.0	17.4	13.5	19.1	21.0
6	21.4	15.7	13.9	16.0	15.2	13.8	20.0	21.2
7	17.1	15.1	16.3	13.2	18.2	12.6	16.6	18.2
8	21.5	17.0	3.3	16.6	14.8	12.5	18.9	24.0
Promedio	21.0	16.4	15.3	15.0	14.8	15.9	18.1	19.0

Cuadro 45 A Duración del experimento en días para cada para la especie *Diachasmimorpha tryoni*

Generación	Días de oviposición	Total de días
F1	15	22
F2	17	23
F3	19	23
F4	17	23
F5	15	22

Figura 17 A Duración en días de cada generación para *Diachasmimorpha tryoni*, utilizando como hospedero larva de Cepa TSL y larva de Cepa Normal.



Cuadro 46 A Tasa neta de reemplazamiento en la primera y quinta generación en *Diachasmimorpha tryoni*. Donde A, Normal parasita Normal; B, Normal parasita TSL; C, TSL parasita Normal y D, TSL parasita TSL

Tratamiento	F1				F5			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Repetición								
1	4.4	3.6	3.7	3.6	5.9	3.9	6.4	2.8
2	4.1	3.7	3.8	3.4	7.8	6.2	6.4	0.8
3	4.0	3.6	4.1	3.5	6.4	3.1	8.1	5.0
4	3.8	3.5	3.7	3.6	6.4	3.1	9.0	7.3
5	4.1	3.6	3.8	3.8	5.6	2.2	5.9	1.4
6	3.9	3.6	3.9	3.7	5.0	1.1	3.4	3.4
7	3.6	3.8	4.0	3.6	4.8	1.4	7.3	1.1
8	3.9	3.5	3.8	3.6	7.8	3.1	4.2	2.8
Promedio	4.0	3.6	3.8	3.6	6.2	3.0	6.3	3.1



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA:

"PRODUCCION DE Diachasmimorpha longicaudata y Diachasmimorpha tryoni UTILIZANDO REMANENTES DE LARVA DE LA CEPA DE SEXADO GENETICO (TSL) DE MOSCA DEL MEDITERRANEO Ceratitis capitata Wied".

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE:

ALICIA DEL CARMEN ALDANA VALLADARES

CANE:

8614208

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez V.
Ing. Agr. Víctor Manuel Alvarez C.
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
Ing. Agr. Anibal Martínez Mañóz

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Samuel Guadalupe Córdova Calvillo
A S E S O R

Ing. Agr. Miguel Antonio López V.
A S E S O R

Ing. Agr. Pedro Alfonso Rendón Arana
A S E S O R

Dr. David Monterrose Salvatierra
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E

Dr. Ariel Abderramán Ortiz
D E C A N O

