

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

DETERMINACION DEL EFECTO DE SEIS DIETAS ALIMENTICIAS
EN LA CRIA MASIVA DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO
Ceratitis capitata Wied.
EN SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

TESIS

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

POR

MANFREDO PECORELLI MARTINEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala octubre de 1,995

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

Guatemala, Octubre de 1995

Señores:
Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala.

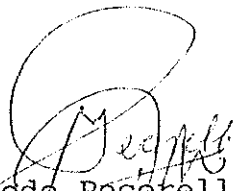
Señores:

En cumplimiento a lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**"DETERMINACION DEL EFECTO DE SEIS DIETAS ALMENTICIAS
EN LA CRIA MASIVA DE MOSCA DEL MEDITERRANEO
Ceratitis capitata Wied.
EN SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,


Manfredo Pecorelli Martínez
Carnet: 58470

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. JAFETH CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr.	ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr.	JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr.	WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr.	CARLOS ROBERTO MOTA
VOCAL CUARTO:	P. Agrícola.	HENRY ESTUARDO ESPAÑA
VOCAL QUINTO:	Br.	MYNOR BARRIOS OCHAETA
SECRETARIO a.i.	Ing. Agr.	GUILLERMO MENDEZ B.

TESIS QUE DEDICO

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL PROGRAMA MOSCAMED Y A LAS PERSONAS E INSTITUCIONES DEDICADAS A
LA INVESTIGACION AGRICOLA EN GUATEMALA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Mi fuerza omnipotente

A MIS PADRES: DOMINGO TULIO PECORELLI MATHEU (Q.E.P.D.)
MARIA LUISA MARTINEZ SOTO Vda. DE PECORELLI

A MI ESPOSA: AIDA REBECA MARROQUIN DE PECORELLI

A MIS HIJOS: MANFREDO ADRIAN PECORELLI MARROQUIN
LEOPOLDO JOSE IVAN PECORELLI MARROQUIN

A MIS HERMANOS: DOMINGO PECORELLI MARTINEZ
EDDA PECORELLI MARTINEZ
MAURICIO PECORELLI MARTINEZ
HERCILIO PECORELLI MARTINEZ
IVAN PECORELLI MARTINEZ (QEPD)
MARCO TULIO PECORELLI MARTINEZ
HONDER ANIBAL MARTINEZ

A MIS SOBRINOS

A MIS AMIGOS LUIS RENALDO, OBED, RAMIRO, DARWIN, JULIO Y
ALVARO HUGO.

AGRADECIMIENTOS

AL PROGRAMA MOSCAMED, ESPECIALMENTE A LA UNIDAD DE PRODUCCION DE MOSCA DEL MEDITERRANEO ESTERIL POR DARMER LA OPORTUNIDAD DE EFECTUAR LA PRESENTE TESIS.

A LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, EN ESPECIAL AL AREA DE DASONOMIA, POR PERMITIRME SER UTIL EN LA FORMACION DE LA JUVENTUD.

A LA LICENCIADA: MARIA EUGENIA BATSCHKE DE ORTIZ, POR EL APOYO Y LA AYUDA INVALUABLE PRESTADOS EN LA ELABORACION DE ESTE ESTUDIO.

AL ING. AGR. PEDRO RENDON ARANA

A MIS ASESORES: ING. AGR. ALVARO HERNANDEZ
ING. AGR. MAURICIO SITUN
ING. AGR. LUIS ERVIN ANDRADE

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO:

INGENIEROS AGRONOMOS: FRANZ ALVAREZ, DANIEL ESCALANTE, MANFREDO FUENTES, COSME HERRERA, RAUL CASTAÑEDA, MAURICIO CORADO Y ESPECIALMENTE AL INGENIERO LUIS ERVIN ANDRADE.

LICENCIADOS: CAROLINA ROMERO Y ROLANDO RODRIGUEZ.

SEÑOR: ROGELIO GRUZ POR LA COLABORACION BRINDADA PARA LA ELABORACION DEL TRABAJO.

A: PERSONAL DE LA UNIDAD DE PRODUCCION DEL PROGRAMA MOSCAMED, QUE DESINTERESADA Y EFICIENTEMENTE COLABORO CON LA PRESENTE INVESTIGACION.

A: NUTRIVET POR LA COLABORACION BRINDADA PARA LA ELABORACION DE ESTA INVESTIGACION.

A LOS SEÑORES: JORGE ADRIAN MARROQUIN ORELLANA Y MARIA ANTONIETA MENDIZABAL DE MARROQUIN POR EL APOYO BRINDADO Y EL ANIMO INFUNDIDO PARA LOGRAR ESTA META.

I N D I C E

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	5
3.1 MARCO CONCEPTUAL	5
3.1.1. La mosca del mediterráneo.....	5
3.1.1.1. Biología y hábitos.....	5
3.1.1.2. Metodos de control.....	7
3.1.1.3. Nutrición del insecto.....	8
3.1.2. Aspectos relativos a las levaduras... 12	
3.1.2.1. Microbiológicos.....	13
3.1.2.2. Fisicoquímicos.....	13
3.1.3. Estudios realizados sobre dietas alimenticias.....	13
3.1.4. Algunos estudios realizados sobre requerimientos nutricionales en el manejo de insectos.....	17
3.1.4.1. Productos de proteína para la cría de 3 especies de larvas de Tephrytidae.....	17
3.1.4.2. Importancia de las vitaminas en la nutrición de <u>Bactrocera oleae</u> (Diptera: tephrytidae).....	17
3.1.4.3. Efecto de la variación dietética del radio nitrógeno y carbohidrato sobre el desarrollo biológico de <u>Bactrocera oleae</u>	18
3.1.4.4. La necesidad del germen de trigo en las dietas larvales de mosca del mediterráneo (<u>C. capitata</u>).....	19
3.1.4.5. Mayores requerimientos nutricionales de <u>Bactrocera oleae</u>	19
3.1.4.6. Dietas holidicas y requerimientos nutricionales para la sobrevivencia y reproducción del adulto de la mosca de la cascara de la nuez.....	20
3.1.4.7. Efecto de deficiencias nutricionales producidas por antimetabolitos en la reproducción de <u>Rhagoletis completa</u> Cresson.....	21
3.1.4.8. Actividad biosintética de la microflora asociada a la mosca del fruto del olivo (<u>Bactrocera oleae</u>)... 21	

3.1.4.9.	Efecto de la densidad larval y de alimentación en la proporción de sexos de <u>Ceratitidis capitata</u>	22
3.1.4.10.	Una dieta especial de germen de trigo para la cría de diferentes insectos..	22
3.1.5.	Experimentos preliminares en la reducción de costos de dietas larvales.....	24
3.1.6.	Parámetros de producción y calidad de mosca del mediterráneo.....	25
3.1.6.1.	Recuperación larval.....	25
3.1.6.2.	Número de pupas por kilogramo de dieta.....	25
3.1.6.3.	Peso de pupa.....	26
3.1.6.4.	Porcentaje de emergencia.....	26
3.1.6.5.	Porcentaje de moscas voladoras.....	26
3.1.6.6.	Longevidad en horas.....	26
3.1.6.7.	Propensión a la cópula.....	27
3.2.	Marco referencial.....	28
3.2.1.	Ubicación del área experimental.....	28
3.2.2.	Descripción del área experimental....	28
3.2.2.1.	Departamento de cría.....	28
3.2.2.2.	Departamento de control de proceso...	32
3.2.2.3.	Departamento de mantenimiento.....	34
3.2.2.4.	Departamento de administración.....	35
4.	OBJETIVOS.....	36
4.1.	Objetivos generales.....	36
4.2.	Objetivos específicos.....	36
5.	HIPOTESIS.....	37
6.	METODOLOGIA.....	38
6.1.	Material experimental.....	38
6.2.	Descripción de los tratamientos.....	38
6.2.1.	Variables de los parámetros de producción valuados.....	39
6.2.2.	Variables para los parámetros de calidad evaluados.....	39
6.2.3.	Complemento vitamínico utilizado.....	39

	iii
6.3. Diseño experimental.....	40
6.3.1 Factores a evaluar.....	41
6.4. Manejo del experimento.....	41
6.4.1. Colecta de huevos.....	41
6.4.2. Preparación de la dieta.....	41
6.4.3. Siembra de huevos.....	42
6.4.4. Maduración larval.....	43
6.4.5. Colecta de larvas.....	44
6.4.6. Separación de la larva del aserrín...	44
6.4.7. Irradiación y empaque del material biológico.....	45
6.4.7.1. Empaque.....	45
6.4.7.2. Irradiación.....	45
6.4.8. Procedimiento para la obtención de los parámetros de producción.....	45
6.4.8.1. Recuperación larval.....	45
6.4.8.2. Rendimiento en millones de pupa por tonelada de dieta.....	46
6.4.9. Procedimiento para obtener los datos de los parámetros de calidad.....	46
6.4.9.1. Peso de pupa.....	47
6.4.9.2. Porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo.....	47
6.4.9.3. Longevidad.....	49
6.4.9.4. Propensión al apareamiento.....	50
6.4.10. Análisis de la información.....	52
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
7.1. Variable recuperación larval de mosca del mediterráneo.....	54
7.2. Variable rendimiento de mosca del mediterráneo.	58
7.3. Variable peso de pupa de mosca del mediterráneo	61
7.4. Variable porcentaje de emergencia de mosca del mediterráneo.....	63
7.5. Variable porcentaje de moscas del mediterráneo voladoras.....	65

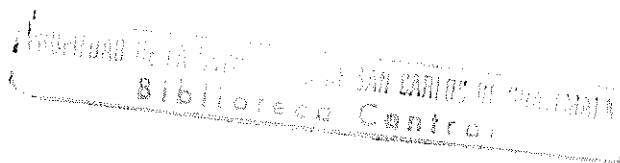
	iv
7.6. Variable longevidad de mosca del mediterráneo.....	67
7.7. Variable porcentaje de cópula de mosca del mediterráneo.....	70
7.8. Variable índice de cópula de mosca del mediterráneo.....	73
8. CONCLUSIONES.....	80
9. RECOMENDACIONES.....	81
10. BIBLIOGRAFIA.....	82
ANEXOS.....	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Efecto de seis dietas en la recuperación larval de <u>Ceratitis capitata</u> W. San Miguel Petapa, 1993	57
Figura 2	Efecto de seis dietas en la variable rendimiento de <u>Ceratitia capitata</u> W, San Miguel Petapa, 1993.	60
Figura 3	Efecto de seis dietas en el peso de pupa de <u>Ceratitia capitata</u> W, San Miguel Petapa, 1993.	63
Figura 4	Efecto de seis dietas en la emergencia de <u>Ceratitis capitata</u> W. San Miguel Petapa, 1993	65
Figura 5	Efecto de seis dietas en el porcentaje de voladoras de <u>Ceratitia capitata</u> W, San Miguel Petapa, 1993.	67
Figura 6	Efecto de seis dietas en la longevidad de <u>Ceratitia capitata</u> W, San Miguel Petapa, 1993.	69
Figura 7	Efecto de seis dietas en el porcentaje de cópula de <u>Ceratitia capitata</u> W, San Miguel Petapa, 1993.	72
Figura 8	Efecto de seis dietas en el índice de cópula de <u>Ceratitia capitata</u> W, San Miguel Petapa, 1993.	75

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Estudio en el que se evaluó tres diferentes dietas para la cria de la mosca del mediterráneo, utilizando como substrato bagazo de caña y pedazos de plantas de trigo.	14
Cuadro 2	Resultados de la investigación sobre la necesidad de germen de trigo en la dieta de larvas de mosca del mediterráneo, conteniendo bagazo de caña, materiales no nutritivos.	15



Cuadro 3	Resultados del segundo estudio para determinar el germen de trigo requerido en las dietas de bagazo	15
Cuadro 4	Composición final y óptima en base a bagazo de caña, desarrollado por el Programa MOSCAMED en 1981.	16
Cuadro 5	Dieta especial de germen de trigo para la alimentación de insectos	25
Cuadro 6	Dietas larvales evaluadas en la planta de producción de MOSCAMED, San Miguel Petapa, 1,993	38
Cuadro 7	Composición del complemento vitamínico, proporcionado a las dietas evaluadas, para la cría masiva de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993	40
Cuadro 8	Medias de los tratamientos para las variables evaluadas, en la cría masiva de mosca del mediterráneo estéril, San Miguel Petapa, 1993.	54
Cuadro 9	Recuperación larval (litros de larva de mosca del mediterráneo por kilogramo de dieta), de tratamientos, para cada repetición de seis dietas evaluadas, San Miguel Petapa, 1993.	55
Cuadro 10	Análisis de varianza para recuperación larval de mosca del mediterráneo (litros por kilogramo de dieta), San Miguel Petapa, 1993	55
Cuadro 11	Resultados de la prueba de Tukey aplicada a las medias de recuperación larval de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa. 1993.	56
Cuadro 12	Rendimiento (millones de pupa de mosca del mediterráneo, por tonelada de dieta) para cada repetición de seis dietas evaluadas, San Miguel Petapa, 1993.	58
Cuadro 13	Análisis de varianza para la variable rendimiento (millones de pupa de mosca del mediterráneo por tonelada de dieta). San Miguel Petapa, 1993.	58

		vii
Cuadro 14	Resultados de la prueba de Tukey, aplicada a las medias de tratamientos para la variable rendimiento de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1,993.	59
Cuadro 15	Datos de peso de pupa de mosca del mediterráneo (miligramos), para cada repetición, de seis dietas evaluadas San Miguel Petapa, 1993.	61
Cuadro 16	Análisis de varianza para la variable peso de pupa de mosca del mediterráneo San Miguel Petapa, 1993.	61
Cuadro 17	Porcentaje de emergencia de adultos de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.	63
Cuadro 18	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para el porcentaje de emergencia de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1,993.	64
Cuadro 19	Datos de porcentaje de moscas del mediterráneo voladoras, San Miguel Petapa, 1993.	65
Cuadro 20	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable porcentaje de moscas del mediterráneo voladoras, San Miguel Petapa, 1993.	66
Cuadro 21	Longevidad (horas), para determinar el efecto de seis dietas alimenticias en la cría masiva de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.	67
Cuadro 22	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable longevidad de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.	68
Cuadro 23	Prueba de Friedman y significancia para la longevidad de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.	68
Cuadro 24	Porcentaje de cópula de mosca del mediterráneo, para determinar el efecto de seis dietas alimenticias, San Miguel Petapa, 1993.	70

Cuadro 25	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable porcentaje de cópula de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.	71
Cuadro 26	Prueba de Friedman de significancia del porcentaje de cópula de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.	71
Cuadro 27	Variable índice de cópula de mosca del mediterráneo, para evaluar el efecto de seis dietas alimenticias, San Miguel Petapa, 1993.	73
Cuadro 28	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman, para la variable índice de cópula de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.	74
Cuadro 29	Resumen de medias para evaluar el efecto de seis dietas larvales en la cría masiva de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.	76
Cuadro 30	Diferencias porcentuales de medias de las variables respuesta de cada tratamiento versus el testigo, San Miguel Petapa, Guatemala 1993.	77
Cuadro 31	Comparación de los parámetros de producción de las dietas sin vitaminas versus tratamientos con vitaminas, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.	77
Cuadro 32	Costos de producción en Quetzales para cada una de las dietas larvales de mosca estéril del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.	78

"DETERMINACION DEL EFECTO DE SEIS DIETAS ALIMENTICIAS
EN LA CRIA MASIVA DE MOSCA DEL MEDITERRANEO
(Ceratitis capitata Wied.,)
EN SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

"EFFECT OF SIX LARVAL DIET IN THE MASS REARING OF
MEDITERRANEAN FRUIT FLY (Ceratitis capitata Wied.,)
IN SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA".

RESUMEN

La mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata Wied). es un insecto plaga que ha causado severos daños a la agricultura de diferentes países donde se localiza, ocasionando problemas a la economía de los mismos.

Para minimizar el ataque de la mosca silvestre a las frutas, en la planta de producción de San Miguel Petapa, Guatemala, se cría la mosca del mediterráneo en forma masiva con fines de control autocida. Para el desarrollo larval, se emplea una dieta artificial, que pretende aportar los requerimientos nutricionales necesarios para el desarrollo de cada uno de los estadios larvarios. Está formulada con 9.9% de levadura inactiva como fuente de proteínas, 6.0% de germen de trigo como fuente de grasas y esteroides, 12.0% de azúcar que aporta los carbohidratos, 0.5% de granillo y 15% de bagazo de caña empleados como bulto y texturizante. Además se acidula con ácido clorhídrico hasta obtener un pH de 3.5, se adiciona 0.1 % de metil paraben y 0.3 % de benzoato de sodio como preservantes de dieta larval y agua destilada.

Debido al auge que en las últimas décadas ha alcanzado la cría masiva de insectos como un método biológico de control de plagas, continuamente se busca optimizar las dietas larvales, ya sea adicionado mejores ingredientes o bien adecuando las formulaciones con el propósito de obtener insectos de mejor calidad y de ser posible a un menor costo.

En el caso de la dieta que se elabora actualmente en la planta de producción de San Miguel Petapa, la levadura en la proporción empleada constituye el ingrediente más oneroso de la dieta.

En la presente investigación, se evaluaron seis dietas larvales diferentes a un nivel de 120 kilos de dieta para cada tratamiento: 9.9% de levadura (dieta testigo), 6.6%, 3,3% y las mismas concentraciones de levadura anterior pero adicionadas con 0.1% de un suplemento vitamínico. Los porcentajes de levadura disminuidos, se compensaron adicionando germen de trigo y bagazo de caña. Se realizaron diez repeticiones para cada tratamiento y se empleó el diseño de bloques al azar.

Al analizar los resultados, se determinó que con la adición del complemento vitamínico a la dieta normal (testigo) se obtiene mayor producción y calidad de moscas del Mediterráneo. Con la dieta con 6.6 % de levadura adicionada del suplemento vitamínico, se logra mejorar los parámetros rendimiento, longevidad, porcentaje de cópula e índice de cópula, los demás parámetros se ven disminuidos.

Una reducción de levadura en la dieta, al 3.3%, disminuye los parámetros de producción y aumenta los de calidad, salvo en caso de adicionarle a la dieta vitaminas, en cuyo caso se afectan negativamente sólo los parámetros rendimiento y peso de pupa.

Se recomienda la adición de complemento vitamínico a la dieta utilizada actualmente en la planta de producción y evaluar la dieta con 6.6% de levadura a mediana escala, considerando que también se obtiene un ahorro de (Q. 25.77) por cada millón de pupa producido.

1. INTRODUCCION

La mosca del mediterráneo, (Ceratitidis capitata W.) es un insecto que causa pérdidas en la fruticultura nacional, afectando la economía de este país y de otros donde su presencia y daño son significativos (6).

En el control de este insecto, se utiliza con éxito el manejo integrado de plagas, en el cual se emplean diversos controles que se complementan, entre ellos: Los controles químico, legal, cultural, mecánico, biológico y autocida. Este último conocido también como Técnica del Insecto Estéril (TIE), tiene como objetivo, erradicar la plaga en los lugares en donde la población nativa se encuentra bastante baja, además mantener barreras para evitar el paso de insectos fértiles hacia las áreas libres (10).

En la actualidad los Estados Unidos, México y en el país los departamentos del Nor-occidente y Norte se encuentran libres de esta plaga. El Programa MOSCAMED en Guatemala, lleva a cabo una serie de controles para evitar las migraciones de la mosca nativa hacia las zonas libres, manteniendo una barrera de insectos estériles en el sur-occidente y norte del país. Asimismo en San Miguel Petapa, se encuentra localizada la planta de cría masiva y esterilización de mosca del Mediterráneo. Dicha planta, cuenta con personal especializado, que efectúa actividades para la cría masiva, esterilización y control de calidad del insecto producido (16).

Para la producción de insectos estériles, es necesario que las larvas de mosca del mediterráneo, se desarrollen en una dieta artificial completa en cuanto a requerimientos nutricionales, para obtener un insecto que a pesar de haber sido irradiado con Cesio 137, logre competir con éxito frente a las moscas silvestres.

El trabajo de investigación, se desarrolló en la planta de cría y esterilización de mosca del mediterráneo, ubicada en el municipio de San Miguel Petapa, Guatemala, pretende el mismo, determinar el efecto de seis dietas alimenticias en la cría masiva y el efecto de la adición de un complemento vitamínico. A estas dietas, se les disminuyó los porcentaje de levadura y equitativamente se distribuyó la magnitud del porcentaje disminuido, entre los componentes germen de trigo y bagazo de caña, adicionando a los tratamientos bajo estudio, un complemento vitamínico, en una cantidad de 1 mg/kg de dieta. Para el estudio, se utilizó un diseño en bloques al azar con 6 Tratamientos y 10 Repeticiones.

Adicionalmente, se hizo un análisis de costos, para determinar con cual de las dietas se logra una mayor reducción de recursos económicos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mosca del mediterráneo, (Ceratitis capitata W.), es la plaga, que ha afectado grandemente la producción de frutos en nuestro país y en otros países donde se ha establecido. En su recorrido y localización por el continente americano ha provocado pérdidas en la fruticultura, de decenas de millones de dólares anualmente (9).

En América del Norte y en las áreas libres de la plaga en Guatemala, la penetración de este Díptero, se contrarresta por medio de un control autocida (9).

En la planta de cría y esterilización masiva de la mosca del mediterráneo, situada en el municipio de San Miguel Petapa, Guatemala, se utiliza una dieta que contiene cantidades relativamente altas de levadura (9.9%), en comparación, con las cantidades utilizadas en otras plantas como Hawaii (3%) (17,18). Este es un material que se importa en su mayoría del extranjero, provocando pérdida de divisas al país.

El germen de trigo es un componente de la dieta de las larvas de mosca del mediterráneo, utilizada como fuente de esteroides. Este componente, se puede considerar como un ingrediente completo, para la alimentación de las larvas. Según análisis realizados por Brewer y Linding (4), aporta proteínas, grasas, colesterol, fibras, sales minerales para el desarrollo y crecimiento de la larva y además aporta vitaminas A y D y todo el complejo de vitaminas B (6, 7).

El bagazo de caña, es otro componente utilizado en la dieta como texturizante, el cual se procesa dentro de la planta de producción y su costo es sumamente bajo. Al

disminuir el porcentaje de levadura a un 6.6% y balancear la dieta alimenticia con germen de trigo, bagazo de caña y un complemento vitaminico, se obtendría un ahorro aproximado de Q350.00 por tonelada de dieta . Ello genera una mayor eficiencia del proceso y evita pérdidas de divisas al país, aprovechando dichos recursos para invertirlos en el mercado.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 La mosca del mediterráneo

La mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata Wied.,) es un insecto que ha sido problemático para la mayoría de países del mundo. Es originario de Africa, pero en la actualidad se encuentra en los diferentes continentes del globo que contienen áreas templadas, tropicales y subtropicales. Se ha detectado en toda la extensión del continente africano, región del Mar Mediterráneo, Asia Menor, e islas del Cabo Verde en el Atlántico Septentrional. En el continente americano, Argentina, Brasil, Ecuador, Chile, Colombia, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela; en América central en toda su extensión; en las Islas Bermudas, Hawaii, Australia y la India (11).

3.1.1.1 Biología y hábitos de la mosca del mediterráneo.

La introducción de este insecto a las áreas urbanas y semi-urbanas, se lleva a cabo con suma facilidad, constituyendo los primeros focos de infestación los huertos familiares. Los transportadores generalmente son las personas que traen fruta precedente de zonas infestadas, introduciéndola en sus cuatro estados biológicos. En los estados de huevo y larva puede penetrar por medio de frutas comerciales o llevada inconscientemente por algunos viajeros. En estado de pupa puede ser introducida en la tierra utilizada para plantas de viveros, en envases ó bolsas portadoras de fruta. En estado adulto en los vehículos de transporte o ayudado por el viento pues en esta forma puede recorrer hasta 14 kilómetros (11).

A) Ciclo biológico

A continuación se describen cada uno de los estados del ciclo biológico de la mosca del mediterráneo Ceratitis capitata W. (Diptera; Tephritidae), en condiciones de campo.

Huevo:

El período de incubación es de dos a siete días bajo condiciones prevalecientes en el verano, aunque puede prolongarse hasta veinte o treinta días en condiciones de invierno (11).

Larva:

Al efectuarse la eclosión, la larva escarba hacia el interior de la fruta, haciendo galerías en todas direcciones. Su desarrollo se completa de 6 a 11 días a 14-20°C, pasando por tres estados larvarios con lapsos de 26 a 48 horas. En el caso que las temperaturas sean bajas (14 a 16°), en dos o cuatro días. Al terminar el período de alimentación, la larva abandona el fruto saltando y busca un lugar adecuado para enterrarse superficialmente entre 1 y 2.5 centímetros de profundidad (11).

Pupa:

El período pupal requiere de 9 a 11 días a 24.4°C o hasta varios meses bajo temperatura invernal. La mosca emerge por sus propios medios, abriéndose paso con ayuda de un órgano frontal llamado ptilinum (11).

Adulto:

Normalmente la longevidad del adulto es de dos meses, pero puede ser hasta de diez meses en áreas templadas y frías o menor de 60 días en climas cálidos. Las hembras alcanzan su madurez sexual a los cuatro o cinco días, iniciando su ovoposición a los siete o nueve días a partir

de la emergencia a temperaturas que oscilan entre 24 y 27 grados centígrados. Los machos maduran sexualmente a los tres o cuatro días y una de las características de este estado es el movimiento de las alas y el arqueado del último segmento abdominal, prologándose el aparato sexual hacia arriba. La cópula se efectúa a los dos días siguientes, prefiriendo para dicho acto posar en el envés de las hojas; la hembra pone de 4 a 10 huevos por ovopostura (10).

3.1.1.2 Métodos de control de la mosca del mediterráneo

Existen muchos métodos para el control de la mosca del mediterráneo, tales como: legal, cultural, fitogenético, biológico, químico, autocida, etc, (2).

a) Control autocida ó técnica del insecto estéril.

Knipling en 1955, fue quien primero propuso la liberación de insectos estériles para el control de poblaciones de insectos, lo que implica un costo mucho más bajo que con la aplicación de productos químicos. Presenta la ventaja de que no causa daño ecológico alguno de manera colateral en las áreas donde se practica, además se puede aplicar en un área mucho más grande que la de la infestación y actuar como una barrera para la inmigración de la plaga (9).

El 5 de julio de 1,977 llegó a Guatemala el primer envío de mosca del mediterráneo estéril procedente de Viena, Austria. Este envío consistió en un millón de pupas destinadas a trabajos de investigación. A partir de esa fecha, los envíos continuaron a razón de un millón de pupas cada semana. En el mes de noviembre del mismo año, la cantidad de pupas aumentó a tres millones por semana y a partir del mes de enero de 1,978, se recibieron 15 millones por semana con fines de control (9).

3.1.1.3. Nutrición del insecto

Existen algunos componentes que se consideran indispensables en la dieta artificial para la producción masiva de la mosca del mediterráneo, estos son:

a) Carbohidratos (Fuente de carbono)

Los carbohidratos son utilizados como fuente de energía para el insecto, los cuales pueden almacenarlos en forma de grasa como reservas de energía. Son esenciales en la dieta artificial y son necesarios en grandes cantidades, siendo aportados generalmente por la sacarosa (azúcar granulada común), que es una fuente apropiada y económica de carbohidratos, de fácil manejo y obtención. Este componente puede ser sustituido por grasas y proteínas, dependiendo de la habilidad del insecto para convertirlas en productos energéticos y la velocidad con que logre realizar dicha conversión (8).

La utilización de diferentes carbohidratos depende también de la habilidad del insecto para hidrolizar polisacáridos, de la forma en que son absorbidas las diferentes sustancias y de los sistemas enzimáticos que convierten las sustancias a otras utilizables en el proceso metabólico. También existe diferencia en la calidad en que la larva y el adulto utilizan los carbohidratos, esto debido a que las larvas necesitan mayores concentraciones, principalmente en los primeros estadios de crecimiento (8).

La presencia de los azúcares en la dieta artificial de la mosca del mediterráneo favorece su utilización por el adulto, lo cual puede provocar una mayor actividad de éste, al estar agregadas en concentraciones adecuadas (8).

b) Aminoácidos

Son requeridos para la producción de enzimas y proteínas estructurales, son comúnmente adicionados a las dietas en forma de proteína. El valor de la proteína ingerida por el insecto depende del contenido de aminoácidos y de la habilidad del insecto para digerirla. Las proteínas o aminoácidos son siempre necesarios en la dieta del insecto y para lograr un crecimiento óptimo, se requiere de concentraciones relativamente altas (8).

Para la producción de proteínas se requiere de 20 aminoácidos pero sólo 10 son los esenciales, siendo estos: arginina, lisina, isoleucina, leucina, triptófano, histidina, fenilalanina, metionina, valina y treonina. La glicina es esencial para las especies de dípteros (8).

c) Lípidos

Son ésteres de uno o más ácidos grasos y glicerol, los cuales son formados a partir de una hidrólisis enzimática en el tracto digestivo de los insectos. Los insectos tienen la capacidad de sintetizar los lípidos, a partir de proteínas y carbohidrato, mientras tanto otros son sintetizados, como los ácidos linoléico y linolénico, siendo utilizados para la formación de lípidos fosfatídicos, los cuales son utilizados para la formación de las alas y para la emergencia del insecto. Además son importantes para la formación de las membranas celulares. También se forman lípidos acetílicos que son esenciales para la transmisión neural (16).

d) Grasas

La grasa es la forma en que la energía es almacenada. La habilidad para almacenar esta grasa es generalizada en los insectos, excepto en pequeñas cantidades la grasa no es necesaria en la dieta. Las reservas de grasa en el organismo del insecto son afectadas cualitativa y cuantitativamente

por la grasa de la dieta, ya que esta grasa debe ser transformada por el insecto antes de almacenarla y ello implica un gasto de energías, lo que algunas veces reduce su calidad (16).

e) Esteroles

El crecimiento y desarrollo normal de los insectos, además de su reproducción, exige la utilización de esteroles. Estos son convertidos por los dípteros en colesterol o 7-dehidrocolesterol. Algunos insectos necesitan esteroles específicos, que en su ambiente natural se encuentran solamente en algunas plantas y que en las dietas artificiales son producidas sintéticamente como en el caso del escotenol, que no puede ser reemplazado por el colesterol. No existe alguna evidencia que indique que los insectos sean capaces de sintetizar los esteroles. Algunas sustancias agregadas a la dieta pueden reemplazar el colesterol pero no cumplen su función, sino solamente una función estructural de los componentes, lo cual no satisface los requerimientos metabólicos del insecto, produciendo así insectos más pequeños y anormales (16).

Las más importantes funciones que los esteroles realizan en los insectos, son las siguientes:

- Promueven la ovogénesis.
- Participan directamente en el desarrollo larval.
- Responsables de la esclerotización de la cutícula.
- Juegan un papel metabólico anti-infeccioso.
- Son precursores de las hormonas esteroides.
- Cumplen una función estructural de la membrana celular.
- Importantes en el transporte de lipoproteínas (8).

f) Sales inorgánicas

La importancia de las sales inorgánicas en los insectos, es el mantenimiento del balance iónico en la

actividad de las células vivas, son cofactores de algunos sistemas enzimáticos y parte integral de otros. Un complemento de estas sales es necesario pero en pequeñas cantidades pues se detectan trazas de sales como impurezas en otros componentes de la dieta. Los elementos traza más importantes para los insectos son el hierro, cobre, yodo, manganeso, cobalto, zinc y níquel (4).

g) Ácidos nucleicos

Los insectos son capaces de sintetizar los ácidos nucleicos pero al agregársele un suplemento a la dieta se observa un mayor crecimiento de las larvas. El ácido nucleico o sus componentes nucleótidos pueden ser utilizados por el insecto. se considera de manera general que no son necesarios para su desarrollo (8).

h) Vitaminas

Deben usarse en la dieta en pequeñas cantidades debido a que el insecto no es capaz de sintetizarlas. Son sustancias orgánicas que cumplen entre otras funciones la de ser componentes de las coenzimas. Las vitaminas solubles en agua como las del complejo B (tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, piridoxina y ácido pantoténico), son esenciales para la mayoría de los insectos, en cambio la biotina y el ácido fólico son requeridos solamente por algunos (4).

La asociación de los insectos con algunos microorganismos (Pseudomonas Sp, Enterobacter Sp. y levaduras) les provee por simbiosis de las vitaminas del complejo B, estos microorganismos ayudan al insecto a sintetizar dichas vitaminas (4).

El ácido ascórbico (vitamina C), puede ser sintetizado por algunos insectos y aunque no se le considera esencial se sabe que ayuda al insecto en el crecimiento larvario, lo que indica el por qué la mosca del mediterráneo tiene preferencia por los cítricos (4).

La provitamina A (carotenos) es de suma importancia para los insectos, ya que es un componente esencial de los pigmentos visuales. Los huevos del insecto contienen cantidades de provitamina A que ayuda al crecimiento de las larvas, volviéndolas más activas, además le da el color amarillo a la larva y reduce la melanización. El tocoferol (vitamina E) se ha demostrado que ayuda a aumentar la fertilidad de las hembras de los dípteros (4).

3.1.2 Aspectos relativos a las levaduras.

Las células secas de cualquier cepa de Saccharomyces cerevisiae Hansen (familia Saccharomycetaceae) son normalmente llamadas levadura de cerveza, las de Candida utilis (Henneberg) Lodder y Kreger-Van Rij (familia Cryptococcaceae), son comúnmente llamadas "Levadura de Torula". La levadura seca puede ser obtenida por el crecimiento adecuado de las cepas antes mencionadas, en un medio adecuado, o de las que son requeridas para la producción de cerveza, utilizando condiciones ambientales apropiadas, dichas levaduras sin designar especies respectivas, son conocidas como "Levadura seca primaria".

Pueden ser obtenidas también como un subproducto de la fermentación de la cerveza. Esta levadura es lavada para eliminar residuos de cerveza antes de secarla. El mecanismo de lavado puede incluir uno o más lavados alcalinos, con el propósito de remover las resinas ácidas depositadas en las células por la fermentación, estas levaduras son conocidas respectivamente como "levadura de cerveza seca" (12).

La levadura seca, se presenta como hojuelas, gránulos de polvo de color blanco-amarillento o naranja-amarillento, además de poseer un olor indicativo del tipo, es inactiva en polvo fermentador. Las levaduras utilizadas para la dieta de la mosca del mediterráneo, debe poseer ciertos requerimientos, unos son de carácter microbiológico y otros de carácter fisicoquímico (12).

3.1.2.1. Microbiológicos

Se acepta que una levadura es de buena calidad microbiológica cuando en un gramo de levadura no hay más de 50 hongos, 7500 mesófilos y negativo para Salmonella (12).

3.1.2.2. Fisicoquímicos

- Rellenos: No debe tener almidones, harina de maíz u otro relleno determinado microscópicamente.
- Pérdida por desecación: No mayor del 7% y no menor del 5%.
- Cenizas: No más de 8%.
- Nitrógeno: 45%.
- Niacina: No menos de 300 microgramos por gramo.
- Riboflavina: No más de 40 microgramos por gramo.
- Tiamina: No menos de 120 microgramos por gramo (12)

3.1.3. Estudios realizados sobre dietas alimenticias

Se han efectuado algunos experimentos relacionados con dietas alimenticias para estudiar diferentes variables en base a modificaciones en sus componentes, modificando los porcentajes o suprimiéndolos totalmente.

Castañeda (6), evaluó el bagazo de caña y pedazos de plantas de trigo como sustratos o bultos de la dieta larval y el germen de trigo en la concentraciones que aparece en los cuadros 1,2 y 3.

CUADRO 1. Estudio en el que se evaluó tres diferentes dietas, utilizando como sustrato, bagazo de caña y pedazos de plantas de trigo.

INGREDIENTES	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Pedazos de PlantaS de Trigo	5.0	17.8	-----
Bagazo de caña	-----	-----	7.7
Germen de trigo	-----	-----	7.1
Levadura de cerveza	3.1	3.1	7.8
Azúcar granulada	12.4	12.4	13.0
Benzoato de sodio	0.1	0.1	0.1
Nipagín (Metil-Parabén)	0.8	0.8	-----
Acemite	17.8	-----	-----
Acido Clorhídrico concentrado	0.9	0.9	0.7
Agua de la llave	59.8	64.8	63.5

Fuente: Castañeda Arriaza, 1,983 (6).

CUADRO 2. Resultados de la investigación sobre la necesidad de germen de trigo en la dieta de larvas, conteniendo bagazo de caña, materiales no nutritivos. En el primer estudio, el bagazo de caña fue sustituido por fracciones de plantas de trigo en la dieta básica, entonces para determinar esta nueva dieta, compararon la dieta standard (3% de levadura) con la del bagazo de caña a las cuales se les agregaron 3, 6, 9, ó 12% de levadura.

INGREDIENTES	Estandar	3	6	9	12
Bagazo de caña	-----	12.0	12.0	12.0	12.0
Pedazo de plantas de trigo	30.0	----	----	----	----
Benzoato de sodio	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Nipagín (Metil Parabén)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Levadura de torúla	3.6	3.6	7.2	10.8	14.4
Azúcar granulada	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
Acido hidroclicórico (ml)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Agua de la llave (ml)	66.0	84.0	80.0	76.8	73.2

Fuente: Castañeda Arriaza, 1,983 (6).

CUADRO 3. Resultados del segundo estudio para determinar el germen de trigo requerido en las dietas de bagazo. Aquí se fortificó la mejor dieta de bagazo de caña con 0, 1, 3 y 6% de germen de trigo.

Ingredientes	Estándar	0	1	3	6
Benzoato de sodio	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Nipagín	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Levadura	3.6	10.8	10.8	10.8	10.8
Azúcar granulada	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
Bagazo de caña	----	12.0	10.8	8.4	8.4
Pedazos de plantas de trigo	30.0	----	----	----	----
Germen de trigo	----	----	1.2	3.6	7.2
Acido hidroclicórico (ml)	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
Agua de la llave (ml)	66.0	76.8	76.8	76.8	73.2

Fuente: Castañeda Arriaza, 1,983 (6).

Según las conclusiones obtenidas por Castañeda (6) cuando el bagazo de caña se sustituye por fracciones de germen de trigo, se requirieron niveles más altos de levadura para obtener un desarrollo larval comparado con la dieta estándar con fracciones de planta de trigo. La dieta de bagazo de caña con 9% de levadura, dio significativamente una recuperación más alta de pupas, que la obtenido en las otras fórmulas de bagazo de caña y aún mayor que la dieta estándar.

Los resultados de los estudios anteriores, se adoptaron para la formulación de la dieta de mosca del mediterráneo con la composición que se muestra en el cuadro 4.

CUADRO 4. Composición final y óptima en base a bagazo de caña, desarrollada por el Programa MOSCAMED en 1,983.

Ingrediente	Porcentaje
Bagazo de caña	7.40
Acemite	7.40
Levadura de torula	7.40
Azúcar	12.30
Benzoato de sodio	0.22
Agua	65.00
Acido clorhídrico	0.22

Fuente: Castañeda Arriaza, 1,983. (6)

El resultado obtenido por el Programa MOSCAMED fue, para el período larval, 6 días, para el período pupal 9 días, emergencia de adultos 82% y una recuperación de huevo-adulto del 30%.

- 3.1.4. Algunos estudios realizados sobre requerimientos nutricionales, en el manejo de insectos.
- 3.1.4.1. Productos de proteína para la cría de tres especies de larva de Tephritidae.

En el laboratorio de ensayos en Hawaii, se evaluaron varias fuentes de proteína, en la dieta desarrollada para la mosca de la fruta, en un intento por formular un medio larval fluido. Las dietas con levadura de torúla tipo 200, proteína de semilla de algodón, proteína de semilla de soya, levadura de torúla (tipo B), una combinación de levadura de Saccharomyces fragilis, proteína de suero y una combinación de semilla de algodón y levadura de torula (con más fluido), todas fueron nutricional y físicamente adecuadas para cría de Bactrocera cucurbitae Coq. y Bactrocera dorsalis Hend. sin embargo solamente las dietas con proteína de productos de levadura, fueron adecuadas para Ceratitis capitata Wied., La dieta con un concentrado de proteínas marinas fue inadecuada para las tres especies. El número de pupas/litro de dieta, el número de pupas/100 larvas recién eclosionadas y el número de adultos emergidos de dietas tuvieron una significancia negativa según el análisis de regresión entre peso/pupa y número de pupas/litro de dieta. El agregar Saccharomyces frágilis, produce consistentes resultados en las tres especies y debe evaluarse en charolas abiertas en producción masiva (19).

- 3.1.1.2. La importancia de las vitaminas en la nutrición de Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae)

Se determinó la importancia de 15 vitaminas en la sobrevivencia de adultos, fecundidad y fertilidad de huevos de Bactrocera oleae, los adultos fueron alimentados individualmente o por grupos, con una dieta efectiva

quimicamente definida. Los resultados mostraron que la ausencia de piridoxina, riboflavina o todas las vitaminas estudiadas, afectaron negativamente la sobrevivencia de los adultos en ambos sexos; la sobrevivencia de las hembras se reduce cuando en la dieta se omite el ácido fólico y el ácido ribonucléico. Por otra parte la reproducción de huevo (fecundidad) y la eclosión (fertilidad), se redujo de manera significativa con la simple omisión de vitamina E, biotina, cloruro de colina, inositol, ácido nicotínico, riboflavina y la omisión de todas las vitaminas, o todas las vitaminas del complejo B, o del ácido fólico y del RNA. La eclosión fue reducida por la omisión del pantotenato de calcio, ácido fólico, piridoxina y tiamina (21).

En este estudio se concluyó que la presencia de pantotenato de calcio, ácido fólico y tiamina es necesaria para elevar la fecundidad de las hembras alimentadas con dietas artificiales y la piridoxina para aumentar la fertilidad (21).

3.1.4.3. Efecto de la variación dietética del radio nitrógeno y carbohidrato, sobre el desarrollo biológico de Bactrocera oleae.

Por las variaciones de las porciones de nitrógeno y carbohidratos en una dieta quimicamente definida, se encontró que el adulto de la mosca del olivo, no puede utilizar el nitrógeno de los aminoácidos como una fuente de energía, mientras que el ingrediente más crítico para prolongar la sobrevivencia fue la parte de carbohidratos en la dieta. Incrementando el contenido de nitrógeno entre 1.6% a 6.4% se acortó la vida del adulto en 50%. El mejor rango de reproducción se obtuvo con una relación de Nitrógeno/Carbohidrato de 1.6/40, mientras que un alto contenido de

nitrógeno reduce la ovoposición. La fertilidad se afectó adecuadamente en una concentración baja de sucrosa, como también por la total ausencia de nitrógeno de aminoácidos. Mientras una mayor concentración de nitrógeno, provoca también detrimentos en la eclosión de huevos (22).

3.1.4.4. La necesidad del germen de trigo en las dietas larvales de mosca del mediterráneo, Ceratitis capitata Wied., (Diptera tephritidae) en materiales de bulto no nutritivos.

En el laboratorio de Hawaii se encontró que el desarrollo normal de la mosca del mediterráneo criada en una dieta artificial conteniendo papel pulverizado como material de bulto, requería nutrientes adicionales a aquellos que contienen la dieta standard de germen en trocitos, se requería tanto del incremento de la levadura de torúla de 3 a 9% como de un 3% más de germen de trigo. La ausencia de germen redujo la pupación y el rango o grado de fecundidad y el grado de eclosión de las subsecuentes generaciones (4).

3.1.4.5. Mayores requerimientos nutricionales del adulto de Bactrocera oleae

Se estudiaron los requerimientos nutricionales para la sobrevivencia y reproducción de adultos de la mosca del olivo Bactrocera oleae, las dietas evaluadas contenían agua, un carbohidrato y proteína hidrolizada (levadura hidrolizada enzimáticamente). Algunas dietas contenían en adición miel, yema de huevo, cloruro de colina y antibiótico. La sobrevivencia de los adultos fue satisfactoria y determinante con la sucrosa, la cual resultó ser el ingrediente más importante para garantizar este aspecto. Al utilizar sucrosa comercial, se da un incremento

significativo por la presencia de nutrientes añadidos a la misma (20).

La fecundidad se ve reducida con la ausencia de aminoácidos. Al proporcionar a la dieta nitrógeno en la forma de una mezcla de 10 a 11 aminoácidos, se produce un incremento en la producción de huevos. Si a estas dietas se les agrega minerales, se duplica la fecundidad debido a que éstos sirven como catalíticos en la absorción de los aminoácidos. La adición de vitaminas a dietas con aminoácidos y minerales, duplica la producción de huevo, al ser suministrado en estado larval puede tener el mismo efecto que cuando se suministra al adulto. la fertilidad se vio afectada por el uso del colesterol en las dietas (20).

3.1.4.6. Dietas holidicas y requerimientos nutricionales para la sobrevivencia y reproducción del adulto de la mosca de la cáscara de la nuez, Rhagoletis completa Cresson.

Una dieta holidica para adulto consiste en 47 químicos puros que permiten a la mosca de la cáscara de la fruta Rhagoletis completa Cresson, sobrevivir y reproducirse igualmente bien, que cuando se alimentan en una dieta merídica efectiva, consiste en un hidrolizado enzimático de proteína de levadura, fructosa y agua. Los adultos pueden sobrevivir en una dieta simple de carbohidratos, pero las hembras para reproducirse necesitan de un factor extrínseco como fuente de nitrógeno. El período de ovoposición varía de 20 a 51 días dependiendo de la dieta. La fecundidad y la eclosión de huevos fueron variablemente afectadas cuando grupos de vitaminas, sales y aminoácidos, colesterol y/o ácido ribonucléico (ARN) fueron omitidos (19).

3.1.4.7. Efecto de deficiencias nutricionales producidas por antimetabolitos en la reproducción de Rhagoletis completa Cresson.

Se evaluaron 14 antimetabolitos en la mosca de las nueces, a las dosis evaluadas, la sobrevivencia de los machos se redujo por la acción de L. canavina, e indel, los antimetabolitos de los aminoácidos arginina y triptofano, respectivamente. La fecundidad se redujo significativamente por los siguientes antimetabolitos, entre paréntesis se indican los metabolitos normales que son antagonizados: ácido α picolínico (niacina), oxitiamina (tiamina), desoxipiridoxina (vitamina B6), ácido aminoacético (α alanina), L-canavina (arginina), sulfoxido DL metionina (ácido glutámico), indol (triptofano), DL-p-fluorofenilalanina (fenilalanina), ácido acrílico β indol (triptofano), dihidrocolesterol (colesterol). La eclosión se redujo por la acción del ácido α picolínico (niacina), sulfoxido DL metionina (ácido glutámico), ácido acrílico β indol (triptófano) (23).

3.1.4.8. Actividad biosintética de la microflora asociada a la mosca del fruto del olivo. Bactrocera oleae

Para obtener información acerca del rol nutricional de la microflora asociada a un poiquilotermo, se han utilizado procedimientos indirectos, empleando radioisótopos. La mosca del fruto del olivo, está simbióticamente asociada con una microflora bacteriana, la cual como se ha especulado, puede proveer ciertos nutrientes a la mosca huésped. El principal interés está enfocado en la síntesis de aminoácidos bacterianos, como de los requerimientos de la mosca hembra, de una fuente de nitrógeno para que la oogénesis pueda ocurrir y ciertos aminoácidos esenciales para la

reproducción, no están en el alimento natural de la mosca.

El propósito de este trabajo, fue encontrar una luz, de la habilidad de la microflora para sintetizar y hacer disponibles para sus hospederos ciertos aminoácidos (24).

3.1.4.9. Efecto de la densidad larval y de la alimentación, en la proporción de sexos de Ceratitis capitata (Diptera Tephritidae).

El efecto en la proporción de sexos de Ceratitis capitata (wied.) a diferentes densidades larvales, durante la cría en una dieta artificial y del contenido de proteína de la dieta, se investigó en un laboratorio de España. La mortalidad en los estadios de larva y pupa se incrementaron cuando se incrementó la densidad larval de la cría, el efecto se hizo más evidente en una dieta baja en proteínas (con un contenido bajo de levadura), más que en una dieta con un contenido alto de proteína. La dependencia de la densidad se observó arriba de 5 huevos/gramo de dieta. La calidad de la dieta tuvo un pequeño efecto en la sobrevivencia de las pupas independientemente de la densidad de cría. Muchos adultos tuvieron dificultad en su proceso de muda. Arriba de una densidad de 20 huevos/gramo de dieta; la proporción de machos en la población decreció. El efecto es el más marcado en una dieta con un contenido bajo de proteína (1).

3.1.4.10. Una dieta especial de germen de trigo, para la cría de diferentes insectos.

La dieta Vandersen Adkisson modificada, se sabe que es usada en el laboratorio para la cría de más de 20 especies de insectos, incluyendo especies de mucha importancia del orden lepidoptera como: el gusano del maíz Heliothis zea, El

gusano cortador de las yemas de raíces del tabaco Heliothis virescens, el gusano rosado de la cápsula Pectinophora gossypiella, el enrollador de la col Trichoplusia ni, el gusano soldado de la remolacha Spodoptera exigua, el gusano soldado amarillo rallado Spodoptera ornithogalli, gusano europeo taladrador del maíz Ostrinia nubilalis, gusano perforador de la caña Diatraea saccharalis, la pequeña mariposa polilla nocturna Carpocapsa pomonella y otras. Unas dos especies de Curculionidae como el gorgojo del pino, Anthonomus grandis y el gorgojo alfa Hipera postica (12).

La dieta de germen de trigo fue originalmente desarrollada y sintetizada como un medio de cría por la Doctora Vandersand del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el Doctor P.L. Adkinsson de la Universidad ACM de Texas para el gusano rosado de la cápsula en 1,960. El grupo de Vandersand también encontró que la adición de ácido ascórbico e inositol hicieron la dieta satisfactoria para la cría de otras especies (12).

Una pequeña modificación de la dieta original de germen de trigo, también ha sido reportada para la cría segura de especies de Eliothys, la dieta especial de germen de trigo Vandersen Adkinsson modificada, ofrecida por ICN, ha sido probada por muchos meses en muchas generaciones de insectos en la Universidad de Texas, la dieta especial de germen de trigo cuando se usó con la mezcla de vitaminas fortificadas Vandersand, ha sido muy exitosa para la cría de Eliothys zea, Eliothys virescens y el Pectinophora gossypiella. Las vitaminas fortificadas de Vandersand, son una mezcla especial, para usarse en la cría de insectos con dietas artificiales, contiene las vitaminas esenciales requeridas por la mayoría de insectos incluyendo todas las especies nombradas (12).

La mezcla bioquímica, ofrecida por ICN (12), también ha sido probada en la Universidad de Texas y ha demostrado ser una fortificación vitamínica general muy satisfactoria para la dieta de germen de trigo y otras dietas artificiales.

La dieta especial de germen de trigo para alimentación de insectos, tiene los siguientes componentes y porcentajes:

CUADRO 5. Dieta especial de germen de trigo, para la alimentación de insectos.

COMPONENTE	%	COMPONENTE	%
Vitamina libre de caseína	28.00	Sulfato de manganeso (anhidro)	0.02
Sucrosa	27.75	sulfato de magnesio (anhidro)	9.00
Germen de trigo	24.00	Sulfato aluminopotásico	0.009
Alfacelula	12.00	Cloruro de potasio	12.00
Colesterol U.S.P.	0.05	Fosfato dihidrógeno de potasio	31.00
Aceite de linaza	0.20	Yoduro de potasio	0.005
Sal mixta Wesson	8.00	Cloruro de sodio	10.50
Carbonato de calcio	21.00	Fluoruro de sodio	0.057
Sulfato de cobre	0.039	Fosfato tricálcico	14.90
Fosfato férrico	1.47		

FUENTE: ICN BIOCHEMICALS. 1992-1993. Vanderzant-Adkisson Special Wheat Germ Diet for insects. Composition. Manual ICN bioquímica (12).

3.1.5. Experimentos preliminares en la reducción de costos de dietas larvales.

Las levaduras son usadas como fuente de proteínas y vitamina B, en la dieta artificial de las larvas de Ceratitis capitata Wied., Este es un ingrediente caro en el complejo de la cria masiva de la mosca. Se llevaron a cabo estudios en Austria para desarrollar un rango de dietas, incorporando menos a nada de levadura, los detalles se dan en una tabla de ingredientes de 25 dietas que se evaluaron (en adición a la dieta standard usada en Austria, (la cual

contiene 52% de agua, 25% de afrecho, 13% de sucrosa, 9% de levadura de cerveza y agentes preservantes), junto con la mínima duración del estado larval, la media de peso de pupa, la cantidad de pupas producidas y el % de emergencia del adulto en cada dieta. Todas las dietas contenían 52% de agua, 25% de afrecho y los preservantes. La mejor dieta fue aquella que contenía 4.5% de levadura, 13% de azúcar, o la que contenía 6.75% de levadura y 13% de azúcar ó la que contenía 4.5% de levadura y 13% de melaza, pero buenos resultados se obtuvieron en una dieta que contenía solamente 13% de sucrosa en adición a los ingredientes estándar (14).

Las semillas crudas de nueces pueden reemplazar la levadura, pero el desarrollo larval es lento y el peso de pupa bajo en cada una de las dietas (14).

3.1.6. Parámetros de producción y calidad de la mosca del mediterráneo.

Entre los principales parámetros de medición en cuanto a calidad y producción de la mosca del mediterráneo están:

3.1.6.1. Recuperación larval.

Es una prueba consistente en la cuantificación de larva producida por kilogramo de dieta, expresado volumétricamente en litros. El índice aceptado por el programa es de 0.151 de larva por kilogramo de dieta sembrado (3).

3.1.6.2. Número de pupas por kilogramo de dieta (Rendimiento).

Esta variable se obtiene, determinando el número de pupas promedio, obtenidas por cada gramo de dieta sembrada, siendo el mínimo aceptado de 10 pupas (3). Dicho resultado se traduce a pupas por kilogramo de dieta

3.1.6.3. Peso de pupa.

Es un indicativo de lo que ha sido la nutrición de la larva, el peso de pupa oscila entre 6 y 8 mg., pero se acepta como óptimo un peso de 7 mg. con un diámetro promedio de 1,7 mm. según el manual de Control de Calidad APHIS 81-51 (3).

3.1.6.4. Porcentaje de emergencia

Se entiende por porcentaje de emergencia las moscas que eclosionan y salen del puparium, una emergencia mayor del 85% se considera como aceptable, debajo del 85% indica que la producción tiene problemas que se deben corregir (3).

3.1.6.5. Porcentaje de moscas voladoras

Se entiende como el porcentaje de moscas que pueden volar fuera de los tubos de pruebas. Cuando el 80% de las pupas producen insectos adultos capaces de volar fuera de los tubos negros, la población se considera normal, mientras que si el porcentaje es debajo del 75% se rechaza esta mosca para fines de liberación (APHIS). En la Planta de San Miguel Petapa se tiene un promedio semanal arriba del 90% desde 1,992 (3).

3.1.6.6. Longevidad en horas

Se entiende por ello, el tiempo en horas en el cual el 50% de una muestra de machos logra sobrevivir con agua y sin alimento, siendo el mínimo establecido de 40 horas, mientras que la Planta tiene un promedio de 44 horas (3).

3.1.6.7. Propensión a la cópula

Esta prueba determina el porcentaje de parejas que copulan (% de cópula), así como la velocidad con que realizan dicha cópula (Índice de cópula), siguiendo la metodología establecida en el manual de Control de Calidad Aphis 81-51 (3).

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Ubicación del área experimental.

La planta de producción y cría masiva de mosca del Mediterráneo estéril, se encuentra localizada en el municipio de San Miguel Petapa, Guatemala. Tiene una capacidad para producir 600 millones de moscas estériles por semana, en dos módulos de producción, aunque en la actualidad se producen únicamente un promedio de 400 millones en un módulo.

3.2.2. Descripción del área experimental.

El área donde se efectuó el trabajo de investigación está conformada por departamentos y secciones, y cada una tiene características diferentes en cuanto a sus funciones, tamaño y factores ambientales, las que se describen a continuación.

3.2.2.1. Departamento de cría

a) Area de reproductores.

Es una sala de 13.25 X 19.5 X 4.3 m. donde se alberga la colonia de adultos, contiene veintiséis jaulas de aluminio con tela de algodón para la ovoposición. Las jaulas miden 1.93 x 2.34 x 0.20 m., están colocadas en seis líneas sobre canales colectores de huevos que contienen agua. El área permanece con medidas constantes de sanidad y con un control adecuado de sus condiciones ambientales para el desarrollo normal del insecto adulto: para la ovoposición el ambiente es controlado a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $75 \pm 5\%$ H.R.; las jaulas son iluminadas externamente con tubos de gas-neón, oscilando la iluminación externa entre 10,000 y 15,000 lux

con un fotoperíodo de 17 horas de luz por 7 de oscuridad (17).

b) Area de incubación de huevo

Es una sala de 3.9 x 2.8 x 4.3 m. tiene capacidad para poner 100 botellones en constante burbujeo, las cuales contienen una solución de agua-huevo en relación 21:1 (4620 ml. de agua purificada y 220 ml. de huevo), conectados a tubos con aire comprimido, generado por un compresor de 350 kilogramos/centímetro cuadrado. Las condiciones de temperatura en esta área son controladas, contando para el efecto con un sistema automático de aire caliente, accionado por un termostato, oscilando las temperaturas entre 27 y 28°C y la humedad relativa entre 75 ± 5% (17).

c) Area de preparación y mezclado de dieta larval

Se encuentra ubicada en la parte externa del laboratorio, consta de dos salas, una de 7.8 x 5.0 x 4.3 m. que pertenece al Módulo I y otra de 6.7 x 5.2 x 4.3 m. perteneciente al Módulo II, en la primera hay dos mezcladoras electromecánicas, con capacidad de 500 kg. cada una y en la segunda una de 1000 kg. Cada una de estas máquinas está provista de un contador para medir la cantidad de agua a utilizar y de un tornillo sin fin, que sirve para transportar la dieta al interior del laboratorio (área de siembra). Las condiciones ambientales de esta área no son controladas, pero se mantiene una sanidad estricta (17).

d) Area de siembra

Esta es un área de 5.8 x 3.8 x 4.3 m. sirve para recibir y pesar la dieta larval en charolas blancas (0.775 x 0.40 x 0.04 m.) con capacidad para 5 kg de dieta. Esta área es utilizada también para llevar a cabo la siembra de los huevos de la dieta larvaria (17).

e) Area de iniciación larval

Ocupa una sala de 9.9 x 5.5 x 4.30 m., además posee condiciones ambientales estrictamente controladas de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ y $95 \pm 5\%$ H.R.; estas condiciones aceleran y uniformizan la eclosión de los huevos y el desarrollo de las larvas en su fase inicial. El insecto permanece en esta sala por 48 horas (17).

f) Area de maduración larval I,II y III

Son tres salas, una de 3.6 x 2.7 x 4.3 m. otra de 18.3 x 2.7 x 4.3 m. y otra de 11.3 x 3.5 x 3.5 m. poseen condiciones de temperatura estrictamente controladas que permiten el normal desarrollo de las larvas; la primera tiene $25 \pm 1^\circ\text{C}$ y $80 \pm 5\%$ de H.R., la segunda $23 \pm 1^\circ\text{C}$ y $80 \pm 5\%$ de H.R. y la tercera $20 \pm 1^\circ\text{C}$ y $80 \pm 5\%$ de humedad relativa (17).

g) Area de colecta de larvas en agua

Es una sala con las siguientes dimensiones: 19.5 x 13.5 x 4.3 m. En ella se utilizan carros equipados con charolas de latón, que funcionan como colectores de larvas en agua y anaqueles de metal que cargan las charolas con las dietas correspondientes a una misma fecha de siembra del huevo. Las condiciones ambientales de la sala se mantienen a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura y $75 \pm 5\%$ de H.R., en esta sala se completa el desarrollo fisiológico de las larvas, las cuales abandonan en forma natural la dieta larval para buscar un substrato adecuado para su pupación (17).

h) Sala de mezclado de larvas con aserrín

Es un ambiente con las siguientes dimensiones 6.8 x 4.7 x 4.3 m. Aquí se mezclan las larvas con aserrín a efecto de estimular la pupación. La proporción de aserrín y larva es de 3:1 litros y para esta actividad se utilizan charolas

plásticas de color negro con las siguientes dimensiones 0.62 x 0.54 x 0.12 m., las que al estar listas con larva y aserrín se colocan en anaqueles metálicos para ser trasladados al cuarto oscuro. Aquí no existe monitoreo ambiental (17).

i) Area de separación de pupas

Es una sala de 4.8 x 3.8 x 4.3 m. se utiliza para separar las pupas del aserrín utilizado como substrato, mediante una máquina separadora, accionada por un motor eléctrico de 2 Hp. que mueve una turbina de 80 revoluciones por minuto (17).

j) Area de desecho de dieta

En esta área, la dieta que fue utilizada para el desarrollo larval, es eliminada, tiene dimensiones de: 6.0 x 2.4 x 2.5 m. y está constituida por una máquina extrusora que utiliza vapor y agua caliente (90 a 100 °C) proveniente de una caldera, que traslada la dieta al exterior del laboratorio a través de un tornillo sin fin, que funciona por medio de un motor de 5 caballos de fuerza. Las condiciones ambientales no son controladas pero se mantiene una higiene adecuada (17).

k) Area de lavado y desinfección de charolas

Es un área que tiene las siguientes dimensiones: 6 x 2.4 x 2.5 m. en ella están colocadas tres piletas para lavado, en dos de las cuales se lavan las charolas con agua y detergente común y en la otra, al agua se le adiciona una solución de 2 gramos de hipoclorito de calcio/litro de agua, aquí se efectúa el último lavado que es la desinfección propiamente dicha. Las condiciones ambientales de esta área no son controladas pero el nivel de higiene es adecuado (17).

3.2.2.2. Departamento de control de proceso

Este departamento tiene como objetivos, el manejo del insecto en estado de pupa y la irradiación para esterilizarlo, otro objetivo de este departamento es establecer un control sobre los ingredientes de dieta y de las dietas larvarias para que cumplan con los requisitos físico-químicos y microbiológicos ya establecidos. También monitorear las condiciones ambientales dentro de las áreas de producción y maduración de pupa, y por último evaluar la calidad del insecto producido, tanto estéril como fértil (17).

Para cumplir con los anteriores objetivos este Departamento se ha dividido en las secciones de:

- A- Irradiación y control ambiental
- B- Control de calidad
- C- Laboratorio de microbiología
- D- Laboratorio de físico-química
- E- Empaque.

A) Sección de irradiación y control ambiental

Esta sección se encarga del control de la temperatura y la humedad relativa, en las diferentes áreas que comprende el departamento de cría, y de igual manera, de las áreas de maduración de pupa. Además maneja al insecto durante la fase de pupa hasta su empaque e irradiación y entrega a los centros de liberación. Las áreas que comprenden esta sección son las siguientes.

A.1. Area de maduración de pupa (Cuarto oscuro)

En esta área permanece la pupa entre 24 y 48 horas, mientras dura la pupación. Aquí se trata de imitar las condiciones naturales de pupación por medio de la oscuridad y manteniendo la temperatura a $20^{\circ} \text{C} \pm 1$ y 60-70% de humedad relativa (17).

A.2. Area de maduración de pupa I

La pupa permanece aquí, dentro del substrato de pupación (aserrín), por 4 días, hasta el momento de su separación, las condiciones ambientales son de 20 grados C y 70% de humedad relativa (17).

A.3. Area de maduración de pupa II

Aquí, la pupa permanece después de haber sido separada del substrato de pupación (aserrín), hasta el momento que se va a irradiar, las condiciones ambientales proporcionadas son de $20^{\circ} \text{C} \pm 1$ y 60-70% de humedad relativa (17).

A.4. Area de empaqueo y marcado de pupa

Las pupas maduras se marcan aquí, con colorante fluorescente (6 grs/Kg de pupa). Luego la pupa se empaqa en bolsas de polietileno que pueden contener 3.8 litros de pupa cada una. Las bolsas son selladas con el fin de inducir hipoxia y llevadas a un cuarto frío a 16°C por dos horas, esto, disipa el calor metabólico y el daño a las células somáticas, que pudiera resultar de la radiación Gamma del Cesio 137 (17).

A.5. Area de irradiación

Aquí las pupas son esterilizadas por medio de radiación ionizante y para el efecto se utiliza un irradiador tipo Hussman, equipado con Cesio 137, como fuente de radiación Gamma, aplicando una dosis mínima de 14.5 kilorads (17).

B) Sección de control de calidad

En esta sección se evalúan los productos originados a lo largo del proceso de producción, como el huevo, la larva, la pupa y el insecto adulto, los que deben de llenar ciertos requisitos de calidad, la que se evalúa por diversas pruebas descritas en el manual APHIS 81-51 (17).

C) Laboratorio de microbiología

En este laboratorio se determina si los productos utilizados para la preparación de dietas larvarias, llenan los requisitos mínimos desde el punto de vista microbiológico, para poder utilizarse dentro del proceso productivo (17).

D) Laboratorio de físico-química

Los ingredientes de la dietas larvarias y los diversos productos químicos utilizados en esta planta, deben de llenar ciertos requisitos fisico-químicos para poder ser utilizados dentro de la cría masiva de insectos (pureza, pH, solubilidad). Este laboratorio es el encargado de determinar si se cumplen estos requisitos para poder aceptar o rechazar el producto (17).

E) Empaque

En esta sección, se lleva a cabo el empaque de material biológico. Aquí el producto final es introducido en cajas de cartón, en las cuales se coloca 9 bolsas conteniendo pupa y adicionalmente se colocan bolsas de hielo seco, para su preservación mientras dura el transporte. El producto destinado a los centros de operaciones en los departamentos del país, se introduce en vehículos equipados con toldos metálicos y bandejas para el transporte del material preparado. Se encarga además de efectuar los envíos respectivos y velar porque el material sea trasladado en buenas condiciones físicas y en el momento oportuno (17).

3.2.2.3. Departamento de mantenimiento

Se encarga de mantener las áreas en condiciones higiénicas y del buen funcionamiento de los equipos utilizados en el proceso de producción. También se encarga de la fabricación de equipos que faciliten el proceso

productivo y el procesamiento del bagazo de caña un año antes de utilizarlo en las dietas larvarias (17).

3.2.2.4. Departamento de Administración

Se encarga de administrar los recursos financieros proporcionados a esta planta de producción, así como de cotizar y comprar todos los insumos necesarios en la producción de insectos estériles (17).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Determinar el efecto global de la variación de la dieta alimenticia, en los porcentajes de levadura, germen de trigo, bagazo de caña y la adición de vitaminas en los parámetros de producción y calidad de la Mosca del Mediterráneo.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de las dietas a evaluar, sobre los parámetros de calidad y producción del insecto.
- Determinar el efecto de la adición de vitaminas a la dieta alimenticia sobre los parámetros de producción y calidad del insecto.
- Evaluar el costo de las dietas, para determinar cuál es la más económica según producción y calidad.

5. HIPOTESIS

- Por lo menos una de las dietas a evaluar supera los parámetros de producción y calidad que se alcanzan con el testigo.
- La adición de vitaminas en la dieta artificial de la mosca del mediterráneo, supera los parámetros de producción y calidad del insecto que se alcanzan con el testigo.
- Ninguna de las dietas supera el costo de la dieta tradicional.

6. METODOLOGIA

6.1. Material experimental

Los materiales utilizados para la preparación de las dietas fueron los normalmente utilizados en la planta de producción, la cantidad de levadura se dividió en partes iguales entre levadura de la marca Coltec (producto nacional) y marca RBW (importada). La marca del complemento vitamínico fue PROMOTOR L. Para la medición de los diferentes parámetros, se utilizó material biológico obtenido de las distintas dietas, cada variable en su tiempo de medición, conforme se describe individualmente por variable obtenida (inciso 6.4).

6.2. Descripción de los tratamientos.

CUADRO 6. Dietas larvales evaluadas en la planta de producción de moscardes San Miguel Petapa, 1993.

Componente *	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Levadura **	9.9	9.9	6.6	6.6	3.3	3.3
Azúcar Kg.	12	12	12	12	12	12
Germe Kg.	6.0	6.0	7.65	7.65	9.3	9.3
Granillo Kg.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Bagazo de caña Kg.	15	15	16.65	16.65	18.3	18.3
Benzoato de sodio Kg.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Metil paraben	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Alcohol ml.	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Acido clorhídrico	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitaminas ml.	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1

* Todos los componentes de las dietas de cada tratamiento están dados en porcentaje

** Se emplea la mezcla a partes iguales de levadura inactiva marca RBW y marca Coltec.

El experimento, contó con 10 repeticiones, cada una de las cuales contenía los 6 tratamientos de 20 unidades experimentales (20 charolas de plástico conteniendo dieta), para un total de 1200 charolas en el experimento completo, los tratamientos se describen en el cuadro 6.

6.2.1. Variables de los parámetros de producción evaluados:

- a. Recuperación Larval
- b. Número de pupas/kilogramo de dieta sembrada (millones de pupa por tonelada)

6.2.2. Variables para los parámetros de calidad evaluados:

- a. Peso de pupa
- b. % de emergencia
- c. % de voladoras
- d. Longevidad en horas
- e. Propensión a la cópula
 - e.1 Porcentaje de cópula
 - e.2 Índice de cópula

6.2.3. Complemento vitamínico utilizado.

En la elaboración de las dietas evaluadas se utilizó un complemento de vitaminas y aminoácidos, que se utiliza comúnmente como complemento en la alimentación de aves, bovinos, ovinos, equinos y conejos. La composición por litro se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Composición del complemento vitamínico, proporcionado a las dietas evaluadas, para la cría masiva de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, 1993.

DESCRIPCION	CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD
-Vitamina A.	10.000.000 UI	-Fenilalanina	5,5 g
-Vitamina D3	2.000.000 UI	-Cistina	2,1 g
-Menadiona Sod.		-Acido Glutámico	21,5 g
Bisulfito (Vit. K3).	500 Mg	-Glicina	9,6 g
-Nicotinamida	16,520 g	-Histidina	4,7 g
-D. Pantenol	7,500 g	-Hidroxi prolina	trazas
-Aneurina HCl		-Isoleucina	6,0 g
(vitamina B1)	1,750 g	-Leucina	12,5 g
-Riboflavina 5 fosf. sódico		-Lisina	9,5 g
(Vitamina B2)	2,500 g	-Metionina	2,2 g
-Piridoxina HCl		-Prolina	9,5 g
(Vitamina B6).	1,125 g	-Serina	7,0 g
-Vitamina B12	1.250 mcg	-Treonina	5,0 g
-Pangamato sódico		-Triptofano	2,0 g
(Vitamina B15)	0,500 mg	-Tirosina	5,3 g
-Biotina	1.000 mcg	-Valina	6,2 g
-Inositol	2,500 g	-Enzimas	Trazas
-Alanina	11,5 g	-Vehículo líquido,	
-Arginina	6,1 g	solubilizantes y	
-Acido Aspártico	9,5 g	estabilizante	1000 ml

Fuente: Folletos de información técnica de composición química del multivitamínico.

6.3 Diseño experimental

Con el propósito de estudiar el efecto de las 6 dietas en la calidad y producción de la mosca del mediterráneo, se utilizó un diseño en bloques al azar, con 10 repeticiones ó bloques, el cual tiene el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij} \quad \text{donde:}$$

Y_{ij} = Es la variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental.

U = Efecto de la media general.

T_i = Efecto de la i-ésima dieta.

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental (13, 15).

6.3.1. Factores a evaluar:

Dietas alimenticias

6.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO.**6.4.1. Colecta de huevos.**

La colecta de huevos se realizó por la mañana y se utilizó para el efecto una bolsa de tela negra, la cual se puso en la salida del canal de colecta, seguidamente se desinfectaron los huevos de la manera siguiente:

- Se preparó una solución con 1 gramo de Hipoclorito de Calcio por cada litro de agua, se colocó el huevo en dicha solución durante 4 minutos (relación 3:1 solución-huevo) utilizando beakers plásticos graduados y con capacidad para 2 litros.
- Se enjuagaron los huevos desinfectados en agua purificada por 3 veces durante 4 minutos cada vez.
- Los huevos lavados se colocaron dentro de botellas plásticas con capacidad para 8 litros, en proporción 1:21 (huevo:agua purificada a la que se le agregaron 10 gramos de ácido cítrico).
- Los botellones previamente identificados, se trasladaron al área de incubación; donde se les suministró un flujo de aire constante (burbujeo) a presión de 20 mm de mercurio por 48 horas, tiempo durante el cual se hizo un análisis del porcentaje de eclosión en la sección de control de calidad.

6.4.2. Preparación de la dieta.

Se prepararon las dietas de siembra a razón de 120 kilogramos por tratamiento para ser distribuidos en 25 charolas con capacidad para 5 kilogramos de dieta cada una. El total preparado fue de 720 kilogramos por repetición, para lo cual se procedió de la manera siguiente:

- En la mezcladora se puso el 50% del agua a utilizar.
- Se adicionó el ácido clorhídrico disuelto en una quinta parte del agua utilizada.
- El benzoato de sodio se disolvió en otra quinta parte del total de agua y se añadió dentro de la mezcladora.
- Se disolvió el azúcar total de cada tratamiento en la mezcla de agua, ácido clorhídrico y benzoato de sodio, mezclando durante 5 minutos.
- Se agregó la cantidad de levadura requerida según el tratamiento, mezclando durante 10 minutos.
- Se agregó el suplemento vitamínico a los tratamientos que así lo requerían.
- Se agregó el porcentaje de Germen de Trigo según cada tratamiento y se mezcló durante 5 minutos.
- Se agregó el granillo en su porcentaje respectivo y se mezcló por 5 minutos.
- Se adicionó la solución Metil Paraben + Alcohol, y se mezcló durante 5 minutos.
- Se adicionó el Bagazo de Caña en su respectivo porcentaje y se mezcló por 10 minutos.
- Se medió y agregó el restante 50% del agua total para la mezcla.
- La mezcladora se dejó funcionando durante 30 minutos con el objeto de homogeneizar la dieta.
- Se sacó una muestra de 100 gramos de dieta para determinar su pH, el cual debía estar en un rango de 3.5 a 3.9.

6.4.3. Siembra de huevos.

A las 48 horas después de haber sido colectados los huevos y mantenidos en burbujeo, se procedió a la siembra, para lo que era requisito un porcentaje de eclosión entre 5 y 25%.

La siembra se hizo a una densidad de 22 huevos por

gramo de dieta, para lo cual se preparó una solución de siembra, según se detalla a continuación:

- Los huevos para la siembra, se desinfectaron en un beaker plástico graduado con una solución de 1 gramo de hipoclorito de calcio/litro de agua, durante 4 minutos.
- Diez minutos antes de preparar la solución de siembra (huevo-agua), al agua se le agregó 1 gramo de benzoato de sodio y 2 gramos de ácido cítrico por litro, luego se puso en movimiento la solución aplicando aire a presión durante 5 minutos.
- Cinco minutos antes de efectuar la siembra, se preparó la solución huevo-agua en una relación de 5 ml. de huevo por cada 95 ml. de agua. Esta solución se depositó en un recipiente plástico de 20 litros de capacidad y nuevamente se suministró aire para homogeneizar la mezcla.
- Utilizando un dosificador electromecánico calibrado, se efectuó la siembra de huevo en la dieta larval preparada.
- Los materiales sembrados fueron trasladados inmediatamente al área de iniciación larval con su respectiva identificación por tratamiento, donde permanecieron en condiciones asépticas durante 48 horas a una temperatura de $29 \pm 1^\circ \text{C}$. y una humedad relativa de $95 \pm 5\%$.

6.4.4. Maduración larval

Después de 48 horas de introducida la siembra en el área de iniciación larval, se pasaron las charolas con la siembra respectiva al área de maduración larval I, durante 12 horas y luego al área de maduración larval II, donde se proporcionó humedad a la dieta, aplicando con el uso de una pistola una solución con 15 gramos de benzoato de sodio y 2 gramos de ácido cítrico por litro de agua. Aquí

permanecieron durante 24 horas y luego fueron trasladadas al área de maduración larval III, donde permanecieron durante 24 horas, luego fueron trasladadas al área de colecta de larvas.

6.4.5. Colecta de larvas

Después de permanecer en el área de maduración larval, las larvas alcanzaron su madurez fisiológica y se colectaron en cajas a las cuales se adicionó aserrín como substrato de pupación. Al momento de cargar las charolas que contienen las dietas, con el objeto de estimular a las larvas que hubieran alcanzado la madurez fisiológico, para que abandonen la dieta larvaria, se aplicó una solución de hipoclorito de calcio (1 gramo por litro), con una manguera provista de una pistola de agua.

Se procedió a la colecta de larvas durante tres días consecutivos. La primera colecta, se efectuó 24 horas después del cargado y el resto de larva se colectó cada doce horas (7:00 AM y 19:00 PM). Finalizadas las seis colectas del material biológico durante los tres días, se procedió a desechar la dieta, utilizando para ello un extrusor, donde se le aplicó vapor de agua.

6.4.6. Separación de la larva del aserrín

Después de colectadas las larvas, se procedió al separado de éstas del aserrín. Esto se realizó con una máquina que genera una corriente de aire por medio de una turbina que gira a 800 revoluciones por minuto, movida por un motor de 2 caballos de fuerza, separándose la larva del aserrín por diferencia de peso. Las larvas separadas, se colocaron en cribas a razón de 2 litros por criba, las cuales se colocaron en anaqueles que se trasladaron al área de pupación o cuarto oscuro. Se identificaron los tratamientos en sus respectivas cribas y se mantuvieron en

esta área por un espacio de tiempo de 48 horas y posteriormente se trasladaron al área de maduración de pupa II, hasta el momento en que fueron irradiadas.

6.4.7. Irradiación y empaque del material biológico.

6.4.7.1. Empaque.

Las pupas colectadas en cada tratamiento 48 horas antes de la eclosión, fueron marcadas con colorante fluorescente (6 gramos por kilogramo de pupa). Se empacaron en bolsas de polietileno con capacidad para 3.6 litros de pupa. Se sellaron las bolsas para inducir hipoxia y se llevaron al cuarto frío a 16°C. durante dos horas, previa identificación por tratamiento y repetición.

6.4.7.2. Irradiación.

Las pupas que fueron identificadas en sus bolsas respectivas, fueron trasladadas al área de irradiación, donde utilizando un irradiador tipo Hussman, se aplicó una dosis de 14.5 Kilorads. de cesio 137 (fuente de radiación gamma), para luego, determinar los diferentes parámetros de calidad.

6.4.8. Procedimiento utilizado para obtener los datos de los parámetros de producción.

6.4.8.1. Recuperación larval.

Esta variable se determinó en la etapa de maduración larval, se expresa volumétricamente en litros de larvas por kilogramo de dieta, la cual permitió conocer la eficiencia del insecto en el consumo de la dieta larvaria. En esta medición influyen aspectos como la densidad de siembra de huevecillos y tipo de componentes de la dieta. El cálculo de dicha variable se efectuó midiendo el número de litros de larvas que se colectaron en cada uno de los tratamientos, dividiéndolos dentro del total de kilogramos de dieta sembrada (3).

6.4.8.2. Rendimiento en millones de pupa por tonelada de dieta

Esta variable se obtuvo pesando el total de pupas por tratamiento, luego se cuantificó el número de pupas por kilogramo y posteriormente se obtuvo el total de pupas por tonelada de dieta (3).

6.4.9. Procedimiento para obtener los datos de los parámetros de calidad.

6.4.9.1. Peso de pupa.

A. Materiales y equipo

- Pupa de 48 horas anteriores a su emergencia
- Probeta de vidrio graduada en centímetros (5 cm.)
- Depósito plástico para colocar la pupa en la balanza.
- Balanza analítica
- Formularios para determinación de peso de pupa.
- Separador plástico

B. Procedimiento

El valor del peso de pupa se determinó 48 horas antes de la emergencia del adulto del puparium, obteniendo los datos de la siguiente manera:

- Se tomaron tres muestras de pupa de dos mililitros cada una.
- Cada una de las muestras se pesó incluyendo basura y otros materiales inertes, anotando las lecturas en la columna "Peso con basura" del formulario respectivo.
- Excluyendo el material inerte de las muestras utilizando un separador plástico, se contaron las pupas contenidas en los dos mililitros de cada muestra y se anotó la cantidad en la columna de "Pupas en dos mililitros".
- Se procedió a pesar la pupa sin materia inerte, anotando en la columna específica "Peso sin basura"

Pupa por litro = Pupas en 2 ml. X 500
 Pupa por kilo = (Pupas en 2 mililitros X
 1000)/peso con basura
 Peso de pupa = Peso sin basura/Pupas en 2 ml.
 (3).

6.4.9.2. Porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo.

A. Materiales:

- Pupa a 48 horas de su emergencia
- Caja de plexiglass de 30 x 30 x 40 cm.
- Tubos negros de PVC de 9 cm. de diámetro por 10 cm. de alto.
- Contenedores plásticos con tapadera perforada.
- Piezas de algodón dental.
- Hojas de papel (boletas para apunte de datos).
- Papel negro circular con 10 cm. de diámetro.
- Tapaderas de cajas de petrí de 10 cm. de diámetro.
- Cintas de papel de 1 x 20 cm. color negro.
- Talco inodoro.
- Masking-tape.
- Paneciilo a base de proteína hidrolizada y azúcar.
- Pintura fosforescente DAYGLO color naranja.

B. Procedimientos:

- Se colocaron dentro de las tapaderas de cajas de petrí, el papel circular y sobre el mismo la cinta de papel negro en forma de acordeón.
- Se acondicionaron dentro del papel circular 100 pupas, de tal forma que no tuvieran contacto con los bordes de la tapadera.
- A los tubos de PVC negro, se les frotó el talco desplazándolo en la parte interior y se removió el talco a un centímetro de la base.
- Después de aplicado el talco a los tubos, se colocaron

sobre la tapadera de la caja petri con las pupas en su interior y se aseguró con masking-tape, tratando de que el extremo limpio del tubo se encontrara en el lado de abajo.

- Los tubos descritos se colocaron dentro de la caja de plexiglass.
- Se prepararon los contenedores plásticos con agua destilada, haciendo pasar una pieza de algodón dental a través de la abertura de la tapadera para la succión del agua que sirvió de bebida a las moscas.
- Las aberturas de las cajas de plexiglass se taparon con hojas de papel y masking-tape para impedir que las moscas emergidas se escaparan.
- Sobre las cajas de plexiglass, se colocó panecillo a base de proteína hidrolizada para la alimentación de las moscas.
- Las cajas fueron colocadas en estantes, bajo condiciones de iluminación de 1500 lux, humedad relativa del $65\% \pm 5\%$ y de temperatura de $25^{\circ}\text{C.} \pm 1^{\circ}\text{C.}$ por un periodo de 4 días.
- Las cajas fueron aspiradas diariamente para evitar que moscas muertas fueran cayendo dentro de los tubos.
- Al final de los 4 días se hicieron las lecturas y anotando los resultados en el formulario respectivo.
- La pupa obtenida se pintó con colorante DAYGLO, utilizando una cantidad de 7 gramos. por kilogramo de pupa.
- La pupa pintada se irradió a una dosis de 14.5 Krads. de irradiación gamma, proveniente de Cesio 137 por un periodo de 234.3 segundos.

CONSIDERACIONES SOBRE LA PRUEBA:

Moscas no emergidas (a): Pupas que permanecieron sin modificación alguna hasta la toma de datos.

Moscas medio emergidas (b): Moscas que no lograron abandonar el pupario totalmente.

Moscas deformes (c): Moscas que al final de la prueba manifestaron alguna deformación física, alas cortas, patas cortas, alas deformes, etc.

Moscas no voladoras (d): Moscas con una configuración normal pero que no alcanzaron salir de la cámara de pruebas.

Porcentaje de Emergencia = $100 - a - b$

Porcentaje de Voladoras = $100 - a - b - c - d$ (3)

6.4.9.3. Longevidad

A. Materiales:

- Cajas de plexiglass de 30 x 30 x 40 cm.
- Moscas machos recién emergidas.
- Succionador construido de una pipeta de 10 ml. y manguera transparente de 30 cm. de largo.
- Cajas petri de 15 cm. de diámetro con tapadera de malla de 16 mesh.
- Piezas de algodón dental.
- Agua destilada.
- Masking-tape.

B. Procedimientos:

1. Se prepararon cajas de petri de 15 cm. de diámetro, con tapadera equipada con malla y una perforación.
2. Por medio del orificio se introdujeron 50 machos recién emergidos.
3. Las cajas de petri fueron aseguradas con masking-tape y la perforación fue tapada con una pieza de algodón dental.

4. Sobre la malla de la tapadera se colocaron dos piezas de algodón dental humedecidas, las que fueron cambiadas cada doce horas por nuevas piezas humedecidas. Se mantuvieron a 26°C y 60-70 % de humedad relativa.
5. Cada 12 horas, se anotó el número de machos muertos y se calculó el promedio de vida basado en el número de moscas que hayan muerto al final de la prueba, que es de 72 horas como máximo. Cuando hayan muerto un 50%, la prueba finalizó. Los resultados se expresaron en horas a una mortalidad del 50% (3).

6.4.9.4. Propensión al apareamiento.

A. Materiales

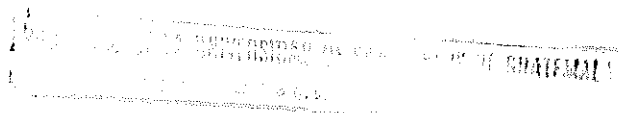
- Moscas machos y hembras recién emergidas
- Vasos plásticos de 20 cm. de altura, con una perforación en la superficie inferior y abiertos en la parte superior.
- Contenedores plásticos.
- Mallas plásticas de 20 x 20 cm. con orificio en el centro.
- Hules circulares de 5 cm.
- Piezas de algodón dental.
- Algodón clínico
- Panecillo a base de proteína hidrolizada.
- Succionador
- Reloj marcador (timer).
- Cajas de plexiglass de 30 x 30 x 40 cm.
- Focos de "luz de día"

B. Procedimientos:

1. Se identificaron 12 vasos plásticos según sexo a contener.
2. Se colocó una pieza de algodón dental en el orificio de la parte inferior de los vasos para succionar el agua

- para consumo de las moscas.
3. Se ensambló cada vaso plástico al contenedor de agua utilizando masking-tape.
 4. Se cerró la superficie superior de los vasos, utilizando la maya de 16 mesh de 20 x 20 cm., cerrándole el orificio central con algodón clínico y asegurando el vaso con un hule.
 5. Se extrajeron consecutivamente 25 moscas macho de la caja de plexiglass utilizada para emergencia de pupa y se fueron introduciendo en los vasos preparados, de igual manera se procedió para el sexado de las moscas hembra.
 6. Los vasos conteniendo las moscas, se ubicaron en salas diferentes; evitando de esa manera el contacto de las hembras con la feromona expelida por los machos.
 7. Sobre la superficie de la malla de los vasos fue colocado el alimento de los adultos a base de proteína.
 8. Las pruebas de propensión a la cópula se realizaron 7 días después del sexado descrito anteriormente.
 9. El día de la prueba se colocaron cajas de plexiglass lavadas un día antes, sobre una mesa, en la sala destinada para este tipo de pruebas.
 10. La sala fue dispuesta con iluminación de "luz de día" proveniente de focos del mismo nombre y bajo las condiciones ambientales requeridas.
 11. Con luz tenue, los machos se liberaron 5 minutos antes que las hembras.
 12. Al liberar las hembras, el ambiente se iluminó completamente, iniciándose de esa manera los 6 periodos de 10 minutos cada uno, requeridos para la prueba.
 13. El numero de parejas formadas en función del tiempo, se fueron extrayendo de la caja y se fueron registrando en la hoja de registro respectiva.

La prueba se dividió en seis periodos de 10 minutos



(A), según las parejas de apareamiento se fueron formando en la jaula. Las parejas se fueron removiendo y registrando en la columna (B). El número de parejas (B) para cada periodo se multiplicó por el factor de peso (D) y se ingresó como el índice de valor (E). Al finalizar los sesenta minutos cualquier mosca hembra o macho que no copuló y quedó en la jaula, se tabuló y el menor número de ellos, se registró como (F) (3).

Porcentaje de cópula.

A través de la media obtenida en cada repetición, se determinó dividiendo el número de parejas recogidas, entre el número de parejas liberadas, multiplicado por 100 (3).

Índice de cópula.

Se determinó dividiendo la sumatoria del número de valores D, (parejas formadas), entre el número de parejas liberadas (3).

6.4.10 Análisis de la información

Para las variables recuperación larval, rendimiento y peso de pupa, se hizo un análisis de varianza conforme el modelo estadístico, para un diseño en bloques al azar ($Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$), y para las variables porcentaje de emergencia, porcentaje de moscas voladoras, longevidad, porcentaje de cópula e índice de cópula se hizo una prueba no paramétrica de Friedman cuyo modelo matemático es el siguiente (13,15).

$$Zr^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k (r_j)^2 - 3n(k+1)$$

Donde:

Xr^2 = Estadístico de prueba
n = Número de bloques
k = Número de tratamientos ó dietas
r_j = Suma de rangos dentro de cada bloque.

El valor de la prueba (estadístico de prueba), fue consultado con la tabla de probabilidad de Friedman (p_a) y se analizó de la manera siguiente:

p = >0.05 = No existen diferencias significativas entre tratamientos
p = <0.05 = Existen diferencias significativas entre tratamientos (15).

Cuando se utilizó para las variables un análisis paramétrico Y hubo diferencias significativas entre dietas, se procedió a hacer una prueba de medias (Tukey) para determinar con cual de las dietas se obtuvo los mejores resultados. En el caso de las variables porcentaje de emergencia, porcentaje de voladoras, longevidad, porcentaje de cópula e índice de cópula, analizadas por medio de una prueba no paramétrica de dos clasificaciones por rangos de Friedman. Las variables porcentaje de emergencia, porcentaje de voladoras e índice de cópula manifestaron diferencias no significativas a un nivel de significancia del 5%, no así las variables longevidad y porcentaje de cópula, a las que se les hizo una prueba entre rangos totales, para determinar cual de los tratamientos (dietas) es el mejor.

7. RESULTADOS Y DISCUSION.

Con base en la metodología aplicada al estudio, para la cría masiva en San Miguel Petapa y luego de estudios por un periodo de ocho meses, se obtuvieron los siguientes resultados.

CUADRO 8. Medias de los tratamientos para las variables evaluadas, en la cría masiva de mosca del mediterráneo estéril, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

VARIABLE	TRATAMIENTOS / DIETAS					
	1	2	3	4	5	6
R.L.*	0.27	0.28	0.24	0.25	0.22	0.24
RENDIMIENTO	17.26	19.04	17.83	18.30	14.35	16.43
PESO DE PUPA	7.11	7.11	6.82	6.90	7.03	6.93
EMERGENCIA	93.75	94.98	95.18	93.54	95.48	95.00
VOLADORAS	90.48	91.75	92.14	89.84	91.94	91.81
LONGEVIDAD	54.43	56.04	53.62	56.16	59.28	58.47
COPULA	67.34	73.80	71.82	75.38	69.23	70.81
INDICE	48.93	55.21	50.98	55.26	52.00	49.62

* R.L. recuperación larval

7.1 VARIABLE RECUPERACION LARVAL DE MOSCA DEL MEDITERRANEO.

Los resultados para cada repetición, se encuentran registrados en el cuadro 9.

CUADRO 9. Recuperación larval (lts. de larva de mosca del mediterráneo por kilogramo de dieta) de tratamientos, para cada repetición de seis dietas evaluadas, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

REP.	TRAT.1	TRAT.2	TRAT.3	TRAT.4	TRAT.5	TRAT.6
1	0.225	0.314	0.283	0.274	0.287	0.238
2	0.310	0.270	0.254	0.302	0.258	0.338
3	0.228	0.244	0.275	0.238	0.228	0.218
4	0.268	0.296	0.228	0.201	0.182	0.178
5	0.320	0.331	0.232	0.307	0.253	0.316
6	0.187	0.211	0.148	0.140	0.171	0.226
7	0.301	0.311	0.258	0.297	0.251	0.258
8	0.312	0.275	0.258	0.271	0.267	0.271
9	0.241	0.254	0.234	0.252	0.197	0.216
10	0.276	0.308	0.262	0.246	0.144	0.161
MEDIA	0.267	0.281	0.243	0.253	0.224	0.242

Con los datos del cuadro 9, se realizó un análisis de varianza y se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro 10.

CUADRO 10. Análisis de Varianza para la recuperación larval de mosca del mediterráneo (litros de larva por kilogramo de dieta), San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALC.	F. TAB. 5%
BLOQUE	9	0.0686	0.00762	7.188	
TRATAMIENTO	5	0.020	0.004112	3.88*	2.43
ERROR EXP.	45	0.0478	0.00106		
TOTAL	59	0.1364			

* Diferencias significativas entre tratamientos a un nivel de significancia del 5%.
C.V. = 12.94%

Según los datos del cuadro 10 se determinó que existen diferencias entre dietas para recuperación larval, por lo que se rechaza la hipótesis nula que indica que no existe diferencia entre la recuperación larval de los tratamientos y se acepta la hipótesis alternativa en donde se indica que por lo menos en una de las dietas se obtienen más cantidad litros de larvas por kilogramo de dieta. El valor del coeficiente de variación (12.24%) indicó que el experimento se encuentra en un nivel aceptable de manejo.

Para determinar cual de los tratamientos presenta las mejores recuperaciones larvales, se realizó una prueba múltiple de medias (Tukey), y los resultados se presentan en el cuadro 11.

CUADRO 11. Resultados de la prueba de tukey aplicada a las medias de recuperación larval de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

CODIGO DE IDENTIFICACION PARA TRATAMIENTOS	MEDIA	SIGNIFICANCIA
2 (9.9% de levadura más vitaminas)	0.281	A
1 (9.9% de levadura sin vitaminas)	0.267	A
4 (6.6% de levadura más vitaminas)	0.253	A
3 (6.6% de levadura sin vitaminas)	0.243	B
6 (3.3% de levadura más vitaminas)	0.242	B
5 (3.3% de levadura sin vitaminas)	0.224	C

Para esta variable, las dietas 2, 1 (testigo), y 4 tienen las más altas recuperaciones larvales respectivamente, seguido por las dietas 3 y 6, por último, con la dieta 5 se obtuvo la menor recuperación larval. Desde el punto de vista estadístico, los tratamientos 1, 2 y 4 son iguales entre sí, es decir que puede emplearse cualquiera de las tres formulaciones de dieta y se obtienen recuperaciones larvales similares.

Es de notar que la formulación de la dieta 2, con 9.9 por ciento de levadura, combinada con la adición de vitaminas y aminoácidos contribuye a que se reduzca la mortalidad en el medio larval por una mayor disponibilidad de nutrientes. El aumento de germen de trigo en los tratamientos 3, 5 y 6, no

compensa los nutrientes que contiene la dieta con 9.9% de levadura.

En la figura 1, se muestra los litros de larva por kilogramo de dieta promedio que se obtuvieron para cada una de las dietas. En el cuadro 31, puede observarse que las dietas formuladas con la adición del multivitaminico (tratamientos 2,4 y 6) tienen mayor recuperación larval que sus respectivos testigos sin el complemento vitamínico (tratamientos 1,3 y 5), probablemente debido a que existió una mayor disponibilidad de vitaminas y aminoácidos que aumentaron la sobrevivencia de las larvas.

Todos los tratamientos superan el límite establecido por el manual de procedimientos de APHIS de 0.150 litros de larva por kilogramo de dieta (3).

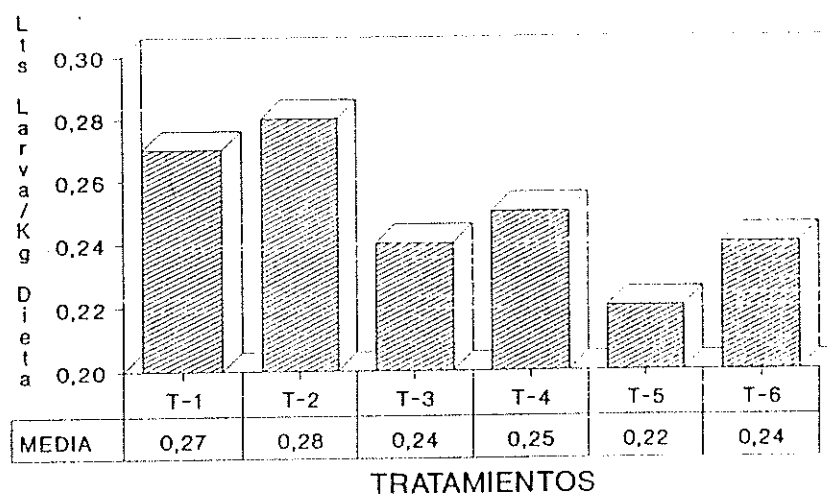


Figura 1. Efecto de seis dietas en la recuperación larval de *Ceratitis capitata* W. San Miguel Petapa, 1993.

7.2. VARIABLE RENDIMIENTO DE MOSCA DEL MEDITERRANEO

Para analizar esta variable se tomaron datos de las medias de los millones de pupa por tonelada de dieta, las que se presentan en el cuadro 12.

CUADRO 12. Rendimiento (millones de pupa de mosca del mediterráneo por tonelada de dieta) para cada repetición, de seis dietas evaluadas, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

REP.	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4	TRAT. 5	TRAT. 6
1	13.65	22.11	21.54	18.82	17.37	14.94
2	21.21	17.76	17.07	20.15	20.07	22.87
3	19.23	15.29	17.68	15.87	14.64	16.92
4	19.98	22.02	17.35	15.14	11.46	12.15
5	21.43	22.16	16.89	20.65	15.57	21.53
6	11.85	12.97	09.35	14.98	08.30	18.06
7	14.16	19.92	22.05	22.38	17.28	17.80
8	20.70	18.15	19.17	18.14	18.07	13.86
9	16.97	20.76	17.65	20.84	14.60	15.82
10	13.14	19.21	19.51	16.08	09.15	10.35
MEDIA	17.26	19.04	17.83	18.30	14.35	16.43

A estos resultados, se les hizo un análisis de varianza y los resultados se muestran en el cuadro 13.

CUADRO 13. Análisis de Varianza para el rendimiento (millones de pupa de mosca del mediterráneo por tonelada de dieta). San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALC.	F. TAB. 5%
BLOQUE	9	283.1434	31.46	3.79	
TRATAMIENTO	5	120.6216	24.12	2.91*	2.43
ERROR EXP.	45	373.4340	8.2985		
TOTAL	59	777.1989			

* Diferencias significativas entre tratamientos al 5% de nivel de significancia.

C.V. = 16.69%

Con los datos del cuadro 13, se determinó que existen diferencias entre dietas para el rendimiento, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que todos los tratamientos tendrán igual producción de millones de pupa por tonelada de dieta. Se acepta la alternativa, que indica que por lo menos con una de las dietas se obtendrá una cantidad diferente de millones de pupa por tonelada de dieta. Para determinar estadísticamente con cual de las dietas se obtienen mejores rendimientos de pupa/ tonelada de dieta, se realizó una prueba de medias (Tukey). Los resultados se presentan en el cuadro 14.

CUADRO 14. Resultados de la prueba de tukey, aplicada a las medias de tratamientos para la variable rendimiento de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

CODIGO DE IDENTIFICACION POR TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
2 (9.9% de levadura más vitaminas)	19.04	A
4 (6.6% de levadura más vitaminas)	18.30	A
3 (6.6% de levadura sin vitaminas)	17.83	A
1 (9.9% de levadura sin vitaminas)	17.26	A
6 (3.3% de levadura más vitaminas)	16.43	B
5 (3.3% de levadura sin vitaminas)	14.35	C

Estadísticamente las dietas 2, 3 y 4 tienen rendimientos iguales al tratamiento 1 que es el testigo, y podría utilizarse cualquiera de las tres dietas para obtener estadísticamente resultados idénticos.

Cuando se observan los rendimientos que se obtienen en las dietas 2, 4 y 3 estas superan al testigo en 1.18, 1.04 y 0.57 millones por tonelada de dieta sembrada, lo que desde un punto de vista práctico es significativamente beneficioso para una producción masiva de mosca del mediterráneo. En las dietas (5 y 6) con una reducción al 3.3 % del levadura se observa que la sobrevivencia larval se ve afectada, insidiendo en una menor pupación.

El valor del coeficiente de variación de 16.69% indicó que los datos obtenidos para esta variable, se encuentran en un rango aceptable de variación. En la figura 2, se muestran los rendimientos de pupa por tonelada, para cada una de las dietas. Al analizar el cuadro 31, se observa que los rendimientos en los tratamientos adicionados con suplemento vitamínico y aminoácidos (2, 4 y 6) presentaron un mejor resultado cuando se comparan con sus testigos (1,3 y 5). Al igual que para la recuperación larval, la adición de suplemento vitamínico proporciona una mejor disponibilidad de nutrientes, especialmente vitaminas y aminoácidos que pueden ser aprovechados por un mayor número de individuos. Todas las dietas evaluadas superan los 10 millones de pupa por tonelada de dieta considerado como el parámetro aceptado por el manual APHIS de control de calidad (3).

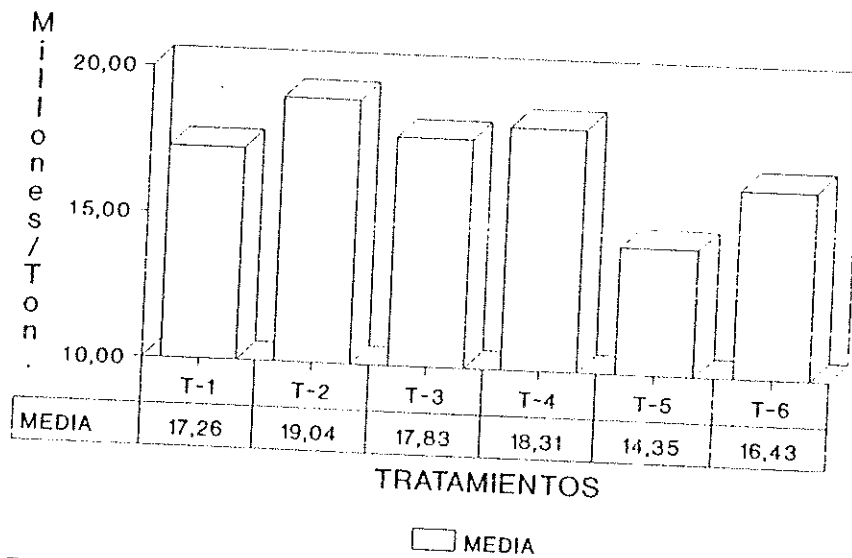


Figura 2. Efecto de seis dietas en el rendimiento de pupas de *Ceratitis capitata* W. San Miguel Petapa, 1993

7.3 VARIABLE PESO DE PUPA DE MOSCA DEL MEDITERRANEO

CUADRO 15. Datos de peso de pupa de mosca del mediterráneo (miligramos), para cada repetición, de seis dietas evaluadas, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

REP.	TRAT. 1	TRAT.2	TRAT.3	TRAT.4	TRAT.5	TRAT.6
1	7.12	6.62	6.14	6.41	6.67	7.12
2	7.12	6.68	6.33	6.29	5.98	6.56
3	6.83	7.66	7.64	7.69	7.61	6.94
4	6.85	7.18	6.78	6.88	7.50	7.32
5	6.88	6.85	6.36	6.68	6.91	6.58
6	7.63	7.72	7.85	7.70	7.96	7.23
7	7.19	7.10	6.55	6.82	6.45	6.69
8	7.19	7.08	6.81	6.88	6.75	6.82
9	7.21	7.16	6.53	6.65	6.79	7.01
10	7.09	7.17	7.24	7.00	7.66	7.01
MEDIA	7.111	7.112	6.823	6.900	7.027	6.925

Con los datos anteriores se realizó un análisis de varianza, los resultados se muestran en el cuadro 16.

CUADRO 16. Análisis de varianza para la variable peso de pupa de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALC.	F.TAB. 5%
BLOQUE	9	6.996	0.7773	7.852	
TRATAMIENTO	5	0.7355	0.1471	1.486NS	2.43
ERROR EXP.	45	4.4589	0.099		
TOTAL	59	12.1204			

N.S diferencias no significativas entre tratamientos

C.V. = 4.5%

El análisis estadístico para la variable peso de pupa, indica que no existe diferencia entre el peso de pupa de las dietas y por lo tanto, con cualquiera de las dietas estudiadas que se formule, se obtendrán pupas de peso similar. Al analizar las medias de los tratamientos en el cuadro 15, la dieta 2 que presentó el mejor rendimiento, también tiene el mejor peso de pupa, lo que podría indicar que la adición del multivitamínico y aminoácidos en combinación del 9.9% de levadura, son suficientes para aumentar el número de individuos y a la vez proporcionar los nutrientes para que se alimenten adecuadamente y obtener un buen peso. Desde el punto de vista de calidad de un insecto, es recomendable producir insectos con un peso adecuado, ya que es factor indispensable para la sobrevivencia del espécimen en el campo. Un alto peso de pupa indica una acumulación de grasa en el insecto, lo que le proporciona mayor capacidad para sobrevivir en el campo bajo condiciones ambientales adversas.

El valor del coeficiente de variación para esta variable (4.5%) indicó, que los factores que podrían influir en el peso de la pupa, no tuvieron una alta influencia sobre el mismo.

En la figura 3, se observa que todos los tratamientos superan el límite establecido del manual de calidad de APHIS de 6.5 mg (3).

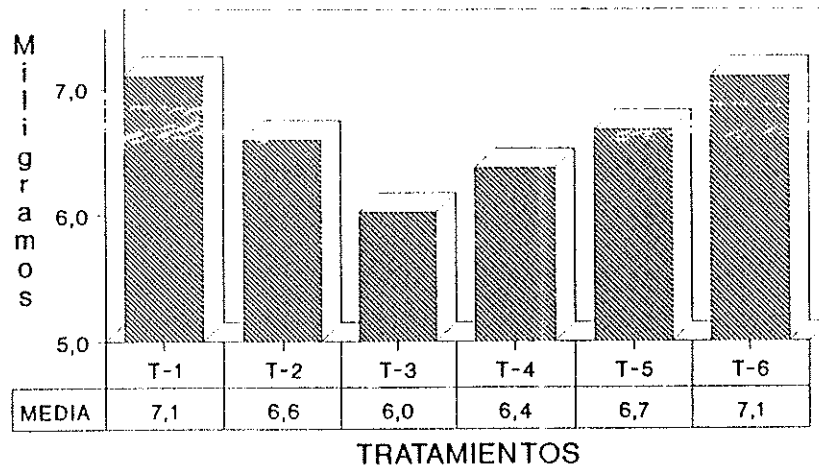


Figura 3. Efecto de seis dietas en el peso de pupa de *Ceratitis capitata* W. San Miguel Petapa, 1993

7.4. VARIABLE PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE MOSCA DEL MEDITERRANEO

En el cuadro 17 se presentan los datos de porcentaje de emergencia obtenidos en las 10 repeticiones.

CUADRO 17. Porcentaje de Emergencia de adultos de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

REP.	TRAT.1	TRAT.2	TRAT.3	TRAT.4	TRAT.5	TRAT.6
1	94.13	94.67	96.38	92.38	94.75	93.88
2	94.13	94.13	96.00	94.08	95.88	97.38
3	90.50	94.88	95.63	94.08	94.00	96.88
4	92.13	96.00	96.25	92.00	95.50	95.92
5	94.25	95.25	94.75	95.75	96.83	96.67
6	94.25	94.33	93.75	95.13	95.13	92.50
7	96.75	95.00	94.08	96.13	93.58	94.38
8	96.00	96.25	97.75	92.00	93.00	96.08
9	93.38	94.88	92.88	92.75	98.38	95.25
10	91.00	94.37	94.33	91.13	97.75	91.13
MEDIA	93.750	94.975	95.179	93.543	95.480	95.005

Con estos datos se realizó un análisis estadístico no paramétrico, por medio del análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman, con el cual se obtuvieron los resultados que se presentan en el cuadro 18.

CUADRO 18. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para el Porcentaje de emergencia de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

J	CODIGO DE IDENTIFICACION PARA TRATAMIENTOS	Rj	Rj/N	Rj2
1	9.9% DE LEV. SIN VITAMINAS	28.5	2.85	812.25
2	9.9% DE LEV. CON VITAMINAS	39.5	3.95	1560.25
3	6.6% DE LEV. SIN VITAMINAS	40	4.0	1600
4	6.6% DE LEV. CON VITAMINAS	24	2.4	576
5	3.3% DE LEV. SIN VITAMINAS	39.5	3.95	1560.25
6	3.3% DE LEV. CON VITAMINAS	38.5	3.85	1482.25
				7591

Número de bloques (N) = 10 Número de tratamientos (K) = 6

Valor de Xr^2 = 6.885712 Grados de libertad = 5

Probabilidad = 0.2292797

El valor de probabilidad mayor que 0.05 indica que los tratamientos son estadísticamente iguales, lo que implica que las moscas producidas con las diferentes dietas tendrán la misma capacidad de emergencia del puparium; es decir que las variaciones del porcentaje de levaduras efectuadas en este estudio y la adición de vitaminas y aminoácidos, no afecta el número de adultos que emergen.

La figura 4, muestra las medias de todos los tratamientos para esta variable. Todos superan el límite de 79% establecido en el manual de calidad APHIS (3).

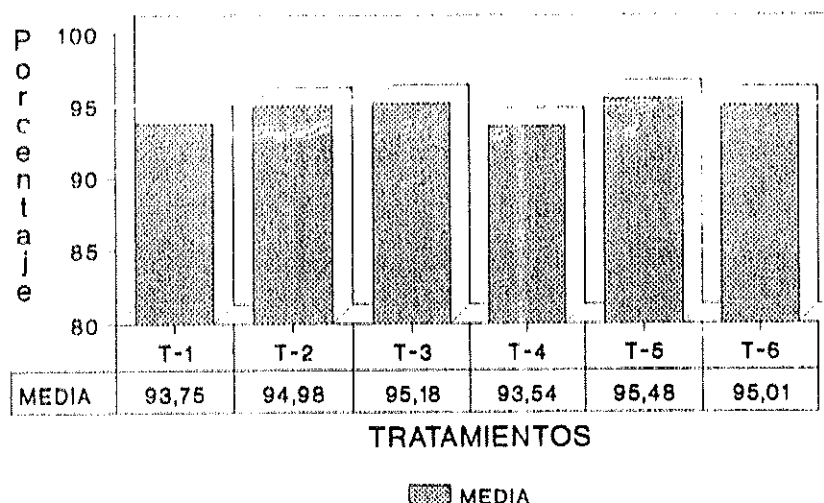


Figura 4. Efecto de seis dietas en la emergencia de *Ceratitis capitata* W. San Miguel Petapa, 1993

7.5. VARIABLE PORCENTAJE DE MOSCAS DEL MEDITERRANEO VOLADORAS

En el cuadro 19 se muestran los promedios de porcentaje de moscas voladoras, obtenidos en 10 repeticiones.

CUADRO 19. Porcentajes de moscas del mediterráneo voladoras, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

REP.	TRAT.1	TRAT.2	TRAT.3	TRAT.4	TRAT.5	TRAT.6
1	91.13	92.67	93.88	88.75	92.13	91.00
2	89.38	91.50	92.75	91.08	91.13	93.50
3	87.50	91.38	92.88	91.58	90.50	93.75
4	86.88	93.50	92.13	87.13	93.13	92.17
5	91.65	92.88	91.13	93.58	93.58	94.83
6	93.25	89.83	91.13	93.00	91.88	89.38
7	95.50	93.25	91.08	94.13	90.90	92.50
8	93.75	92.75	95.25	83.50	86.63	92.83
9	89.75	88.50	89.75	89.63	95.50	92.17
10	86.00	91.25	91.50	86.00	94.00	86.00
MEDIA	90.478	91.750	92.146	89.838	91.939	91.813

Para estos datos, se realizó un análisis de varianza de dos clasificaciones por Rangos de Friedman, y se obtuvieron los resultados del cuadro 20.

CUADRO 20. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable Porcentaje de moscas del mediterráneo voladoras, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

J	CODIGO DE IDENTIFICACION PARA TRATAMIENTOS	Rj	Rj/N	Rj2
1	9.9% DE LEV. SIN VITAMINAS	30.5	3.05	930.25
2	9.9% DE LEV. CON VITAMINAS	35	3.5	1225
3	6.6% DE LEV. SIN VITAMINAS	39.5	3.95	1560.25
4	6.6% DE LEV. CON VITAMINAS	28.5	2.85	812.25
5	3.3% DE LEV. SIN VITAMINAS	37.5	3.75	1406.25
6	3.3% DE LEV. CON VITAMINAS	39	3.9	1521
				7455

Número de bloques (N) = 10

Número de tratamientos (K) = 6

Valor de χ^2 = 3

Grados de libertad = 5

Probabilidad = 0.6999858

De igual manera que para la variable porcentaje de emergencia, los resultados del análisis indican que no existen diferencias significativas entre dietas. Para cualquiera de los tratamientos evaluados el porcentaje de moscas voladoras es similar, por lo que las variaciones en porcentaje de proteínas, aminoácidos y vitaminas que se emplearon en este estudio, no influyeron en la capacidad para volar. La habilidad de vuelo en un insecto, es una característica importante, porque un insecto capaz de volar es sexualmente competitivo con el insecto silvestre.

En la figura 5, se muestran los resultados de las medias para cada una de las dietas. Todos superan el mínimo aceptado por el manual de calidad APHIS del 80%. (3)

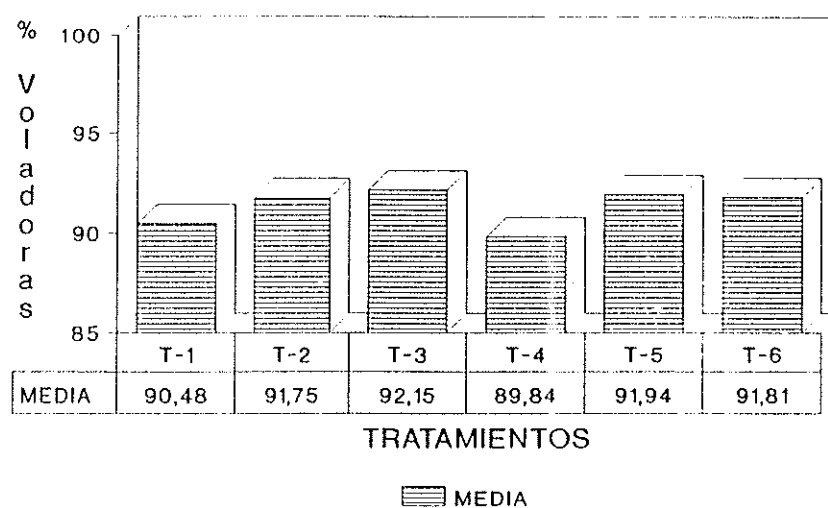


Figura 5. Efecto de seis dietas en la habilidad de vuelo de *Ceratitidis capitata* W. San Miguel Petapa, 1993.

7.6. VARIABLE LONGEVIDAD DE MOSCA DEL MEDITERRANEO

Los datos obtenidos en 10 repeticiones de la longevidad de los seis tratamientos, se muestran en el cuadro 21.

CUADRO 21. Longevidad de mosca del mediterráneo (horas), para determinar el efecto de seis dietas alimenticias en la cría masiva de mosca del Mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

REP.	TRAT.1	TRAT.2	TRAT.3	TRAT.4	TRAT.5	TRAT.6
1	56.31	51.11	46.59	57.10	55.14	49.16
2	48.42	49.88	45.70	49.91	49.36	48.75
3	50.49	57.10	45.91	58.29	66.44	58.60
4	48.67	57.99	59.11	57.48	66.21	61.15
5	52.86	54.48	46.91	61.44	51.14	55.03
6	58.48	59.88	62.05	52.38	61.06	62.23
7	56.91	54.27	52.05	56.55	59.06	60.89
8	59.36	63.15	61.36	57.76	63.20	64.36
9	57.00	59.34	59.25	57.11	62.12	63.20
10	55.82	53.28	57.31	53.55	59.15	61.37
MEDIA	54.43	56.04	53.62	56.16	59.28	58.47

Los datos del cuadro 21 también fueron analizados por medio de la prueba no paramétrica de dos clasificaciones por rangos de Friedman. Los resultados se muestran en el cuadro 22.

CUADRO 22. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la Longevidad de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

J	CODIGO DE IDENTIFICACION PARA TRATAMIENTOS	RJ	RJ/N	RJ2
1	9.9% DE LEV. SIN VITAMINAS	25	2.5	625
2	9.9% DE LEV. CON VITAMINAS	32	3.2	1024
3	6.6% DE LEV. SIN VITAMINAS	24	2.4	576
4	6.6% DE LEV. CON VITAMINAS	33	3.3	1089
5	3.3% DE LEV. SIN VITAMINAS	46	4.6	2116
6	3.3% DE LEV. CON VITAMINAS	50	5	2500
				7930

Numero de bloques (N) = 10 Numero de tratamientos (K) = 6

Valor de Xr^2 = 16.57143 Grados de libertad = 5

Probabilidad = 0.005388499

El valor de probabilidad indica que la longevidad de los insectos obtenidos, en al menos una de las dietas presenta diferencias significativas, o sea que de una ellas proporcionará adultos más longevos. Para establecer con cual de los tratamientos se obtiene un mayor longevidad, se realizó una Comparación Múltiple entre Rangos Totales de Tratamientos. Los resultados se presentan en el cuadro 23.

CUADRO 23. Prueba de Friedman y Significancia para la Longevidad de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO 6	58.47	A
TRATAMIENTO 5	59.28	A
TRATAMIENTO 4	56.16	A
TRATAMIENTO 2	56.04	A
TRATAMIENTO 1	54.43	B
TRATAMIENTO 3	53.62	B

La comparación entre rangos totales indicó que los tratamientos 2, 4, 5 y 6, son estadísticamente iguales entre si. Se tienen individuos que sobreviven mayor cantidad de horas, mientras que los tratamientos 1 (testigo) y 3 ocupan un segundo lugar. Al observar las medias en el cuadro 21, el mejor tiempo de longevidad se obtiene con el tratamiento 5, luego el 6, 4, 2, testigo y 3. Es interesante notar que para esta variable, como un caso muy particular, la disminución de la levadura en la dieta larvaria, aumentó la longevidad de los adultos, probablemente debido a que el insecto en condiciones precarias de alimentación, en sus primeras etapas de desarrollo, se ve forzado a sobrevivir para lograr aparearse en el campo y poder perpetuar la especie. La figura 6 muestra la longevidad, en horas de sobrevivencia para cada uno de los tratamientos, todos superaron el límite de calidad del manual APHIS de 50 horas (3).

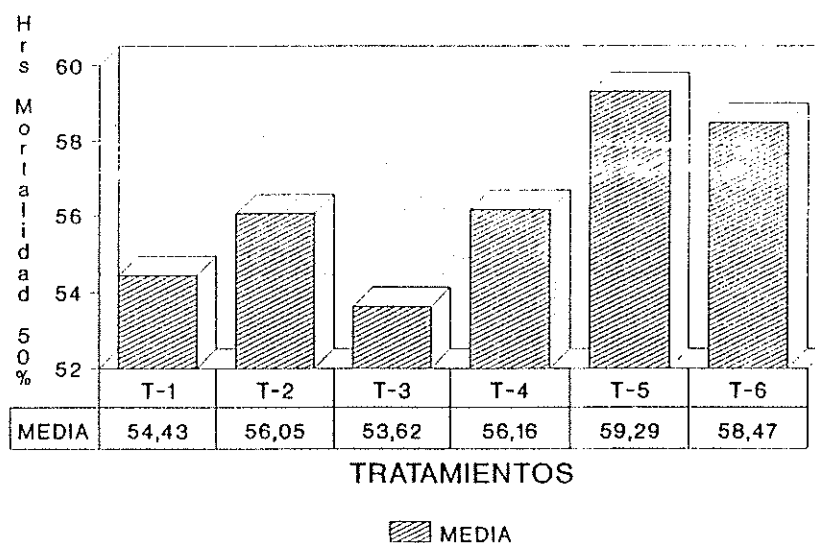


Figura 6. Efecto de seis dietas en la longevidad de *Ceratitís capitata* W.
San Miguel Petapa, 1993.

7.7. VARIABLE PORCENTAJE DE COPULA DE MOSCA DEL MEDITERRANEO

Los resultados para cada uno de los tratamientos, se presentan en el cuadro 24.

CUADRO 24. Porcentaje de cópula de mosca del mediterráneo, para determinar el efecto de seis dietas alimenticias, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

REP.	TRAT.1	TRAT.2	TRAT.3	TRAT.4	TRAT.5	TRAT.6
1	72.78	77.93	78.13	80.64	79.53	70.92
2	55.33	59.97	74.69	63.41	62.35	56.11
3	65.07	68.19	80.26	74.39	42.84	66.99
4	69.24	79.74	77.98	76.77	63.79	78.33
5	71.07	87.01	67.15	75.42	72.02	72.46
6	69.53	70.61	73.57	76.61	72.15	71.38
7	74.72	73.74	66.67	85.29	75.61	84.95
8	59.36	74.78	67.11	82.95	59.72	49.92
9	74.64	68.54	65.17	68.28	89.58	85.37
10	61.74	77.40	67.50	70.12	74.73	71.67
MEDIA	67.34	73.80	71.82	75.38	69.23	70.81

Al realizar un análisis de varianza de dos Clasificaciones por Rangos de Friedman, se obtuvieron los resultados del cuadro 25.

CUADRO 25. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable porcentaje de cópula de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

J	CODIGO DE IDENTIFICACION PARA TRATAMIENTOS	RJ	RJ/N	RJ2
1	9.9% DE LEV. SIN VITAMINAS	20	2	400
2	9.9% DE LEV. CON VITAMINAS	40	4	1600
3	6.6% DE LEV. SIN VITAMINAS	34	3.4	1156
4	6.6% DE LEV. CON VITAMINAS	47	4.7	2209
5	3.3% DE LEV. SIN VITAMINAS	36	3.6	1296
6	3.3% DE LEV. CON VITAMINAS	33	3.3	1089
				7750

Número de bloques (N) = 10 Número de tratamientos (K) = 6
 Valor de χ^2 = 11.42857 Grados de libertad = 5
 Probabilidad = 0.04351408

Al comparar el valor de probabilidad, con el valor de 5% (0.05) existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, o sea que al menos uno de ellos difiere de los demás. Con esta base se efectuó una prueba entre rangos totales de tratamientos, para determinar con cual de las dietas se producen adultos de mosca del mediterráneo con mejor respuesta al estímulo de cópula. Los valores respectivos se presentan en el cuadro 26.

CUADRO 26. Prueba de Friedman de significancia del porcentaje de cópula de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO 4	71.69	A
TRATAMIENTO 2	73.80	A
TRATAMIENTO 5	68.92	A
TRATAMIENTO 3	71.82	A
TRATAMIENTO 6	70.81	A
TRATAMIENTO 1	67.34	B

Al analizar los resultados del cuadro 26, porcentaje de cópula similares, se obtienen en todos los tratamientos exceptuando el testigo.

Como muestra los cuadros 26, 30 y 31, la adición del suplemento vitamínico mejora la capacidad de cópula de las moscas comparadas. Esta característica es sumamente importante, ya que favorece la efectividad de la técnica del insecto estéril, que se incrementa con una mejor predisposición a la cópula de los insectos estériles con los silvestres.

Las medias de esta variable se muestran gráficamente en la figura 7, donde se observa que los tratamientos con mejores promedios son el 4, 2 y 3 respectivamente, situándose seguidamente los tratamientos 6, 5 y 1.

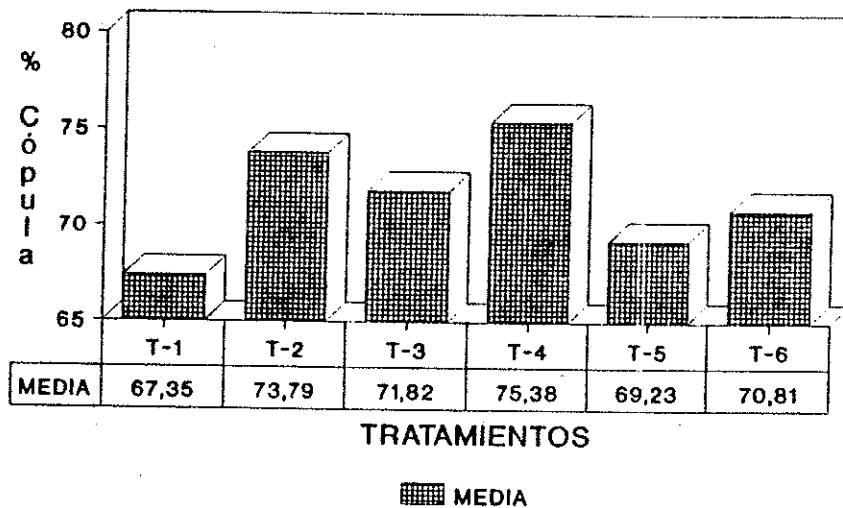


Figura 7. Efecto de seis dietas en el porcentaje de cópula de *Ceratitis capitata* W. San Miguel Petapa, 1993

7.8. VARIABLE INDICE DE COPULA DE MOSCA DEL MEDITERRANEO

Los promedios obtenidos en las diez repeticiones por cada tratamiento, se muestran en el cuadro 27.

CUADRO 27. Variable índice de cópula de mosca del mediterráneo, para la evaluar el efecto de seis dietas alimenticias, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

REP.	TRAT.1	TRAT.2	TRAT.3	TRAT.4	TRAT.5	TRAT.6
1	57.58	58.78	65.27	62.01	61.70	44.27
2	38.08	40.76	51.37	51.78	38.92	38.62
3	49.00	56.44	62.29	57.12	38.93	46.03
4	46.04	54.68	61.25	56.23	41.82	60.31
5	53.79	69.63	49.65	56.10	56.78	52.99
6	41.83	55.28	47.66	56.30	46.89	51.30
7	56.62	55.01	45.56	54.92	57.72	66.47
8	45.97	56.94	59.12	67.62	50.67	23.56
9	55.97	45.89	30.96	47.24	58.56	70.66
10	44.43	58.70	36.67	50.02	62.82	42.00
MED.	48.93	55.21	50.98	55.26	52.00	49.62

A estos datos se realizó un análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman, los resultados se presentan en el cuadro 28.

CUADRO 28. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable índice de cópula de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

J	CODIGO DE IDENTIFICACION PARA TRATAMIENTOS	RJ	RJ/N	RJ2
1	9.9% DE LEV. SIN VITAMINAS	25	2.5	625
2	9.9% DE LEV. CON VITAMINAS	39	3.9	1521
3	6.6% DE LEV. SIN VITAMINAS	35	3.5	1225
4	6.6% DE LEV. CON VITAMINAS	45	4.5	2025
5	3.3% DE LEV. SIN VITAMINAS	35	3.5	1225
6	3.3% DE LEV. CON VITAMINAS	31	3.1	961
				7592

Número de bloques (N) = 10 Número de tratamientos (K) = 6

Valor de $\chi^2 = 6.62857$; Grados de libertad = 5

Probabilidad = 0.2497612

El valor de probabilidad indica que estadísticamente no existe diferencia en el índice de cópula de las moscas criadas en las distintas dietas. Las diferentes proporciones de proteína, aminoácidos y vitaminas que se emplearon en este estudio, no incidieron en cambio de gran magnitud en la velocidad de cópula de las moscas. Al analizar los cuadros 30 y 31, los mejores resultados, se obtuvieron en los tratamientos 2 y 4 los que tienen adición de vitaminas y aminoácidos.

Se hace una presentación gráfica de los resultados en la figura 8, donde se observa que las dietas 1 y 6, no superan los valores de índice de cópula, considerados aceptables por el manual APHIS de control de calidad, de 50 horas.

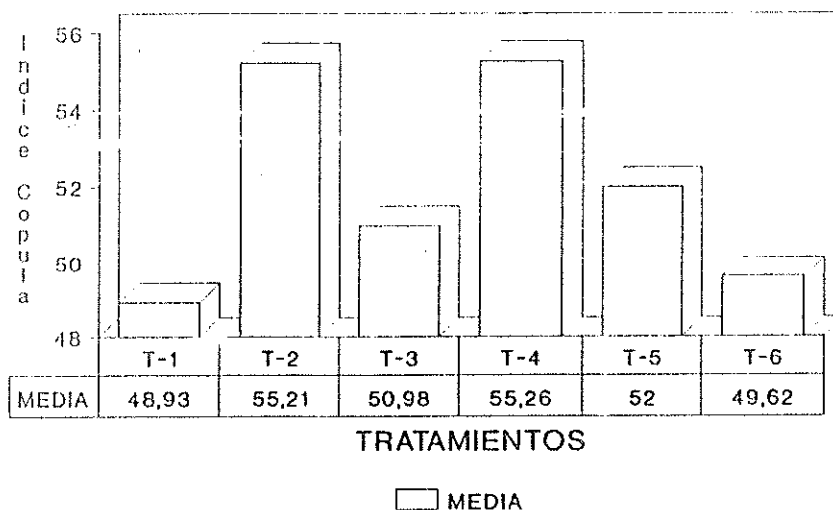


Figura 8. Efecto de seis dietas en el índice de cópula de *Geratitits capitata* W. San Miguel Petapa, 1993.

Para una mejor interpretación de los resultados, se presenta el cuadro 29, en el que se resumen las medias de las diferentes variables evaluadas para cada tratamiento y los resultados de la prueba estadística respectiva de cada uno de ellos.

Además se presentan los cuadros 30 y 31 en los que se hacen comparaciones entre los tratamientos, determinándose de manera porcentual, el dominio o pérdida entre ellos.

Cuadro 29. Resumen de medias para evaluar seis dietas larvales en cría masiva de mosca del mediterráneo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

VARIABLE	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
R.L.	0.27 A	0.28 A	0.24 B	0.25 A	0.22 C	0.24 B
RENDIM	17.26 A	19.04 A	17.83 A	18.30 A	14.35 C	16.4 B
PESO	7.11 A	7.11 A	6.82 A	6.90 A	7.03 A	6.93 A
EMERG	93.75 A	94.98 A	95.18 A	93.54 A	95.48 A	95.0 A
VOLAD	90.48 A	91.75 A	92.14 A	89.84 A	91.94 A	91.8 A
LONG	54.43 B	56.05 A	53.62 A	56.16 B	59.28 A	58.5 A
COP	67.35 B	73.79 A	71.82 A	75.38 A	69.23 A	70.8 A
INDICE	48.93 A	55.21 A	50.98 A	55.26 A	52.00 A	49.6 A

NOTA: En una misma línea para cada variable, letras iguales indican diferencias estadísticas no significativa a un nivel de significancia del 0.05%.

De manera general, los resultados del cuadro 29 indican que las mejores recuperaciones larvales se obtuvieron con las dietas 1, 2 y 4, luego con las dietas 3 y 6 y por último con la dieta 5. El rendimiento de pupas fue similar con las dietas 1, 2, 4 y 3, y menor en los tratamientos 6 y 5 respectivamente.

Se obtienen valores similares de peso de pupa, porcentaje de emergencia y voladoras e índice de cópula con todas las dietas que se evaluaron en este estudio.

La longevidad de los adultos de moscas del Mediterráneo, es superior a la dieta testigo, en las dietas 2, 3, 5 y 6. y similar con la dieta 4.

El porcentaje de cópula obtenido con todas las dietas evaluadas, es superior al del testigo.

Cuadro 30. Diferencias porcentuales de medias de las variables respuesta de cada tratamiento vrs el testigo, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

VARIABLE	TESTIGO	T2	T3	T4	T5	T6
R. L.	0.27	5.24	-8.98	-5.24	-16.10	9.36
RENDIM.	17.26	10.31	3.30	6.02	-16.85	-4.81
PESO	7.11	0.00	-12.79	-2.95	-1.13	-2.53
EMERG.	93.75	1.31	1.52	-0.22	1.82	1.33
% VOL.	90.48	1.40	1.83	-0.70	1.61	1.47
LONG.	54.43	2.96	-1.49	3.18	8.91	7.42
% COP.	67.34	9.59	6.65	11.92	2.79	5.12
INDICE	48.93	12.83	4.19	12.93	6.27	1.41

NOTA: *= Valores de medias del tratamiento testigo.

Valores positivos o negativos en las columnas de tratamientos, indican los porcentajes de pérdida o ganancia sobre las medias del tratamiento testigo

CUADRO 31. Comparación de Parámetros de Producción y calidad de las dietas sin vitaminas versus dietas con vitaminas, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

VAR.	T1	%	T2	T3	%	T4	T5	%	T6
R.L.	0.267	5.24	0.281	0.243	4.12	0.253	0.224	8.03	0.242
REN.	17.26	10.31	19.04	17.83	2.64	18.30	14.35	13.70	16.43
PESO	7.11	0.00	7.11	6.82	1.17	6.90	7.03	-1.42	6.93
EM.	93.75	1.31	94.98	95.18	-1.72	93.54	95.48	-0.50	95.00
VOL.	90.48	1.40	91.75	92.14	-2.49	89.84	91.94	-0.14	91.81
LONG	54.43	2.96	56.04	56.62	-0.81	56.16	59.28	-1.37	58.47
COP.	67.34	9.59	73.80	71.82	4.96	75.38	69.23	2.28	70.81
IND.	48.93	12.83	55.21	50.98	9.40	55.26	52.00	-5.58	49.62

NOTA: El valor que aparece bajo las columnas del signo de porcentaje, (%) indican la pérdida o ganancia del tratamiento comparado, en relación con su testigo relativo.

Al analizar las medias del cuadro 30, se observa que las dietas 2, 3 y 4 aumentaron el rendimiento en 10.31, 3.30 y 6.08 % respectivamente, por el contrario las dietas 5 y 6, los rendimientos disminuyeron en 15.12 y 4.81 respectivamente.

En una planta de producción, los tratamientos 4 y especialmente el 2, son convenientes ya que se mejora el proceso de producción al reducir la mortalidad larvaria.

Una reducción al 3.3% de levadura en la dieta, afecta adversamente la sobrevivencia larval y la calidad total del insecto.

CUADRO 32. Costos de producción en quetzales, para cada una de las dietas larvales de mosca estéril del mediterráneo evaluadas, San Miguel Petapa, Guatemala, 1993.

DESCRIPCION	T1	T2	T3	T4	T5	T6
BAGAZO	14.85	14.85	16.74	16.74	18.76	18.76
GERMEN	8.06	8.06	10.24	10.24	12.48	12.48
LEVADURA	178.24	178.24	118.83	118.83	59.41	59.41
GRANILLO	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
AZÚCAR	33.82	33.82	33.82	33.82	33.82	33.82
BENZOATO	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70
METIL PARABEN	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16
ALCOHOL	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
HCl	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52
ÁGUA (lts)	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
VITAMINAS	0.00	8.40	0.00	8.40	0.00	8.40
* 120 KILOS	216.96	270.42	206.41	214.40	151.00	159.65
** TONELADA	1981.1	2045.0	1561.0	1624.98	1143.6	1207.4
*** MILLON	114.47	106.17	87.42	88.70	78.06	73.47

*= kilogramos de dieta evaluada por tratamiento.

**= tonelada de dieta preparada

***= millón de pupa producida

El cuadro 32 indica que los costos de los materiales utilizados para la dieta 2 implican una mayor inversión (Q.64.9) en comparación con el testigo, pero el rendimiento en millones de pupa por tonelada de dieta es también superior (1.78 millones mayor), con lo que se obtiene un menor costo por producción del millón de pupa (Q106.7) ahorrándose en ese sentido (Q.8.30) por millón de pupa producido.

Se puede observar que las dietas 2 y 4 presentan una mejor alternativa para la planta de producción en comparación con la dieta actualmente utilizada, pues tomando en cuenta los altos volúmenes de producción que se tienen para el año, el ahorro sería significativo y la calidad se estaría mejorando.

8. CONCLUSIONES

- 1- La adición de vitaminas en la dieta larvaria, aumentó los parámetros de recuperación de larvas, rendimiento y porcentaje de cópula de las moscas del mediterráneo.
- 2- Las variaciones en porcentaje de levadura, germen, bagazo de caña, vitaminas y aminoácidos evaluados, no tienen ningún impacto negativo en los parámetros de emergencia, voladoras, y velocidad de apareamiento de las moscas.
- 3- Con la reducción de la levadura inactiva en la dieta larval al 3.3%, se afecta negativamente los parámetros de rendimiento, recuperación larval y peso de la mosca del mediterráneo. No se logra compensar los requerimientos nutricionales adicionando a la formulación de la dieta germen de trigo y bagazo de caña.
- 4- La mejor calidad de moscas del mediterráneo se obtuvo con la dieta 2 (dieta normal adicionada con vitaminas), seguida por la dieta 4 (6.6% de levadura con adición de vitaminas) y 3 (6.6% de levadura sin adición de vitaminas), decrece en los tratamientos 5 y 6, que tienen una disminución de levadura al 3.3%, respecto al testigo.
- 5- Económicamente, emplear la dieta 2 (9.9% de levadura con adición de vitaminas), resulta en un ahorro de Q8.30 por millón de pupa producido, tomando en cuenta el costo de la producción del millón de pupa actual y el costo por esa misma cantidad de pupa, con el rendimiento obtenido al adicionar el complemento multivitamínico. Esta cantidad es representativa, ya que en la planta de producción de San Miguel Petapa, se producen como mínimo 125 millones de pupa por semana, con lo que se estaría ahorrando aproximadamente Q53,000 anuales.

9. RECOMENDACIONES

- 1- Adicionar el complemento vitamínico evaluado (PROMOTOR L), a la dieta normal de la planta de producción de MOSCAMED a razón de 0.1% con lo que se tendría mayor producción y mejor calidad de insectos.

- 2- Continuar estudios relacionados con vitaminas específicas empleando la formulación de la dieta 4 (6.6% de levadura con adición de vitaminas) y evaluarla en una escala intermedia de producción.

10. BIBLIOGRAFIA

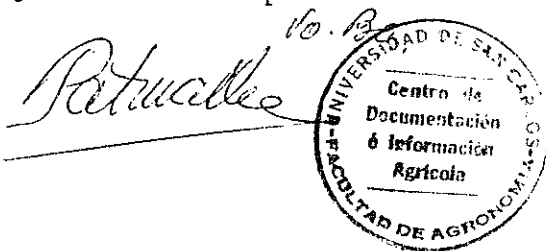
1. ALBAJES, R.; ALVAREZ C. 1980. Effect of larval density and of food on the sex ratio of Ceratitis capitata (Diptera; Tephritidae). J. Econ. Entomol. (EE.UU.) 75(5):620-621.
2. ALUJA SCHUNEMANN, M. 1984. Manejo integrado de las moscas de la fruta, diptera: tephritidae. México, D.F., Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección General de Sanidad Vegetal, Programa Mosca del Mediterráneo. p. 217-220.
3. BRAZZEL, J.R. 1986. Requisitos de las pruebas de control de calidad, especificaciones de calidad y procedimientos de envío de la mosca del mediterráneo de la fruta, producidas en laboratorio para programas de control de calidad del insecto estéril. Estados Unidos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Inspección Sanitaria Animal y Vegetal. APHIS no. 81-51, 31 p.
4. BREWER, F.D.; LINDING, O. 1984. Ingredients for insect diets. United States. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 25 p.
5. BURK, T.; CALKINS, C.O. 1985. Conducta del apareamiento de la mosca del mediterráneo y estrategias de control. Estados Unidos, Departamento de Agricultura. 10 p.
6. CASTAÑEDA ARRIAZA, C. A. 1,983. Evaluación del tamaño de partícula adecuado del bagazo de caña como inerte en la dieta larvaria de mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata Wied.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 87 p.
7. CRUZ URRUTIA, J. R. 1992. Determinación del porcentaje óptimo de sacarosa y evaluación de germen de trigo como fuente de esteroides en la dieta artificial de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata Wied.) producida en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 82 p.
8. DADD, R.H. 1973. Insect nutrition: current developments and metabolic implications. Ann Rev Entomol. (EE.UU.) 18:381-420.

9. ECHEVERRIA ESCOBEDO, C.R. 1978. Modelo metodológico para el combate de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata Wied,) en Guatemala, con fines de erradicación. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 78 p.
10. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. 1984. Developments of an alternative technology for quarantine treatment of fruits and vegetables. Washington. D.C. 23 p.
11. GUTIERREZ SAMPERIO, J. 1976. La mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata Wied). México, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa Mosca del Mediterráneo. 233 p.
12. ICN BIOCHEMICALS. 1992-1993. Manual de dietas; dieta especial de germen de trigo Vanderzant-Adkisson para insectos. EE.UU. 1979 p.
13. MIYARES SIECKAVIZZA, R.A. 1986. Paquete de programas en lenguaje basic para pruebas estadísticas no paramétricas usuales. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 382 p.
14. MOURAD, A. s.f. Preliminary experiments in reducing the cost of medfly larval diets. Viena, Austria. FAO/IAEA Division of Atomic Energy in Food and Agriculture. p. 237-240.
15. OSTLE, B. 1977. Estadística aplicada, técnicas de la estadística moderna; cuando y como aplicarla. México, Limusa. 629 p.
16. PARRA J., R.P. 1980. Métodos para medir conumo é utilizacao da alimento por insectos. In Curso da Técnicas de Criacao e Nutricao de insectos (6., 1980, Campinas Sao Paulo Brasil). Anais Congreso Brasileiro de Entomología. Sao Paulo Brasil, Congreso Brasileiro de Entomología. p. 77-102.

Tomado de: CRUZ URRUTIA, J. R. 1992. Determinación del porcentaje óptimo de sacarosa y evaluación de germen de trigo como fuente de esteroides en la dieta artificial de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata Wied.) producida en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala,

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de
Agronomía. P. 25

17. PROGRAMA MOSCAMED (GUA). 1989. Manual descriptivo de las actividades técnicas de la cría masiva de la mosca del mediterráneo. Guatemala. 173 p.
18. ----- . 1982. Memoria de labores. Guatemala. p. 10-16.
19. TSIROPOULOS, G.J. 1978. Holidic diets and nutritional requirements for survival and reproduction of the walnut husk fly. J. Insect Physiol. (EE.UU.) 24:239-242.
20. ----- . 1980a. Major nutritional requirements of adult Dacus oleae Ann. Entomol. Soc. Amer. (EE.UU.) 73:251-253.
21. ----- . 1980b. The importance of vitamins in adult Dacus oleae nutrition. Ann. Entomol. Soc. Amer. (EE.UU.) 73:705-707.
22. ----- . 1981. Effects of varying the dietary nitrogen to carbohydrate ratio upon the biological performance of adult Dacus oleae. Arch. Intern. Physiol. Bioch. (EE.UU.) 89:101-105.
23. ----- . 1987. Effect of nutritional deficiencies produced by antimetabolites on the reproduction of Rhagoletis completa. Z. Ang. Entomol. Soc. Amer. (EE.UU.) 103:351-354.
24. ----- . 1989. Biosynthetic activity of the microflora associated with the olive fruit fly, Dacus oleae. Intern. Colloq. Microbiology in Poikilotherms. Paris, july. s.n.
25. VILLATORO VALLADARES, M DE J. 1991. Evaluación del efecto de la densidad de siembra sobre parámetros biológicos de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.) en condiciones de cría masiva, San Miguel Petapa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 58 p.



ANEXOS

GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS

A continuación se presentan una serie de términos y abreviaturas utilizadas en la presente tesis.

TERMINOS.

1. Control Autocida: Técnica utilizada para el control de poblaciones de insectos, mediante la liberación de insectos estériles en el campo, conocida también como Técnica del Insecto Estéril.
2. Dieta Artificial: Dieta elaborada con ingredientes que usualmente el insecto no consume en su estado silvestre, pero que en el laboratorio se ha adaptado a consumir.
3. Escala Intermedia: Escala de producción de la planta de producción de mosca del mediterráneo, en la que se utilizan 500 kilogramos de dieta, para la siembra de huevos.
4. Levadura Seca: Célula de cualquier cepa de Saccharomyces cerevisiae Hansen ó Cándida utilis obtenidas por su crecimiento en un medio adecuado, luego de uno o varios lavados alcalinos, para eliminar residuos de resinas y sometidas al efecto del calor, para eliminar el agua e inactivar la célula.
5. Proteína Hidrolizada: Proteína derivada de las células de Saccharomyces, soluble en agua, preparada como un polvo seco, amarillo rojizo a café.
6. Sexado: Actividad que se desarrolla en la sección de control de calidad, consistente en la separación de adultos machos y hembras de una población

ABREVIATURAS

- . % COP. Porcentaje de moscas del mediterráneo que en la prueba respectiva logran formar parejas para copular (PORCENTAJE DE COPULA).
- . % EMERG. Porcentaje de moscas del mediterráneo que logran salir del pupario (PORCENTAJE DE EMERGENCIA).
- . IND. COP. Variable adimensional, en la que se evalúa la rapidéz con que las moscas del mediterráneo logran formar parejas de cópula (INDICE DE COPULA).
- . LONG. Variable de medición para el estudio de moscas del mediterráneo, expresada en horas, para determinar el tiempo en que el 50% de la población logra sobrevivir, en condiciones de laboratorio, con agua y sin alimento (LONGEVIDAD).
- . R.L. Variable que expresa la cantidad de litros de larva de mosca del mediterráneo recuperados, por kilogramo de dieta sembrado (RECUPERACION LARVAL).
- . REND. Variable utilizada para determinar el número de millones larvas que logran empupar por tonelada de dieta sembrada (RENDIMIENTO).
- . VOL. Variable para determinar el número de moscas del mediterráneo que después de emerger del pupario, tienen la capacidad de volar (PORCENTAJE DE VOLADORAS).
- . LEV. Levadura.
- . APHIS Siglas de Servicio de Inspección Sanitaria de Plantas y Animales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.