

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

"DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE SACAROSA Y EVALUACION DE
GERMEN DE TRIGO COMO FUENTE DE ESTEROLES EN LA DIETA ARTIFICIAL
DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (Ceratitis capitata Wied.) PRODUCIDA
EN GUATEMALA".

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

TESIS
POR
JULIO FRANCISCO CRUZ URRUTIA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala febrero de 1992

DL

01

T(1358)

Guatemala, enero de 1992.

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 PORCENTAJE OPTIMO DE SACAROSA Y EVALUACION DE GERMEN DE TRIGO COMO SUSTITUTO DEL AFRECHO DE TRIGO COMO FUENTE DE ESTEROLES EN LA DIETA ARTIFICIAL DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (Ceratitis capitata Wied.) PRODUCIDA EN GUATEMALA".

Como requisito previo a optar a el titulo de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado academico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Julio Francisco Cruz Urrutia
Carnet: 86-30556

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO: Ing. Agr. Efraín Medina G.
VOCAL PRIMERO: Ing. Agr. Maynor Estrada R.
VOCAL SEGUNDO: Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL TERCERO:
VOCAL CUARTO: P. Agr. Elias Raymundo
VOCAL QUINTO: P. Agr. Francisco Ibarra
SECRETARIO: Ing. Agr. Marco R. Estrada M.

TESIS QUE DEDICO

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL COLEGIO EVANGELICO "LA PATRIA" DE QUETZALTENANGO

A QUETZALTENANGO

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES: MANUEL FRANCISCO CRUZ FIGUEROA

GLORIA MARINA URRUTIA ARRIAGA

Mi más sincero agradecimiento por su amor, esfuerzo, sacrificio y los consejos que siempre me han dado, sea este triunfo, también para ustedes.

A MI ESPOSA: DORA PATRICIA GORDILLO IBARRA DE CRUZ
Con amor, por su apoyo y comprensión.

A MI HIJA: ANDREA MARINA CRUZ GORDILLO
Para ella este triunfo.

A MIS HERMANOS: KARLA ILIANA, LOLY ANNECY y MANUEL FRANCISCO

A MIS ABUELOS: ANGELICA FIGUEROA VDA. DE CRUZ

MANUEL ANGEL CRUZ D. (Q.E.P.D.)

BERTILA C. ARRIAGA DE URRUTIA

JULIO PABLO URRUTIA MANSILLA

A MIS SOBRINAS: GLORIA ILIANA, ALEJANDRA ISABEL y ANA GABRIELA

A MIS TIOS Y PRIMOS.

A MIS SUEGROS: CLARA V. IBARRA DELGADO

FERNANDO GORDILLO CAMPOS

A MIS CUÑADOS: VERONICA, NERY y JORGE MARIO

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS.

AGRADECIMIENTOS

A EL PROGRAMA MOSCAMED, EN ESPECIAL A LA UNIDAD DE PRODUCCION.

A LA PLANTA DE CRIA Y ESTERILIZACION MASIVA DE MOSCA DEL MEDITERRANEO DE SAN MIGUEL PETAPA, POR PERMITIRME REALIZAR LA PRESENTE INVESTIGACION.

A EL Ing. Agr. M. Sc. JOEL CALDERON VIELMAN POR SU VALIOSA COLABORACION Y ASESORIA PARA QUE LA INVESTIGACION PUDIERA LLEVARSE A CABO.

A LOS INGENIEROS CARLOS CACERES, VICTOR HUGO MARTINEZ, LUIS ERWIN ANDRADE, HORACIO NATARENO, RAUL CASTAÑEDA, BYRON MILIAN y LA Lic. MA. EUGENIA DE ORTIZ, EQUIPO TECNICO DE LA PLANTA DE PRODUCCION, POR SU COLABORACION PARA LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

AL Ing. Agr. M. Sc. ALVARO HERNANDEZ, POR SU VALIOSA ASESORIA PARA LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

AL PERSONAL DE LA PLANTA DE PRODUCCION DE SAN MIGUEL PETAPA.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO	5
1. Marco conceptual	5
1.1 La mosca del Mediterráneo	5
1.2 Métodos de control de la Mosca del Mediterráneo	6
1.2.1 Control Legal	6
1.2.2 Control Químico	7
1.2.3 Técnica del Insecto Estéril	8
1.3 Proceso de crianza masiva en la Planta de producción de San Miguel Petapa	9
1.3.1 Descripción de la operación técnica	10
a). Producción de huevos	10
b). Area de incubación de huevos	12
c). Ingredientes y Preparación de dieta	13
d). Siembra de huevos	14
e). Area de incubación	15
f). Area de maduración larval	15
g). Area de separación y recolección	15
h). Area de pupación	16
i). Area de maduración pupal	17
j). Area de empaçado y marcado	17
k). Area de lavado de bandejas	18
l). Area de irradiación	18
1.4 Control del Proceso	19
1.4.1 Recuperación larval	20
1.4.2 Peso de pupa	20
1.4.3 Porcentaje de emergencia pupal	20
1.4.4 Porcentaje de moscas voladoras	21
1.5 Nutrición del insecto	21
1.5.1 Carbohidratos	22
1.5.2 Aminoácidos	23
1.5.3 Grasas	24
1.5.4 Lípidos	25
1.5.5 Esteroles	25
1.5.6 Vitaminas	27
1.5.7 Acidos nucleicos	28
1.5.8 Sales inorgánicas	28
1.6 Balance de Nutrientes	29
1.7 Nutrición y morfología	29
1.8 Germen de Trigo	31
2. MARCO REFERENCIAL	32
2.1 Descripción de la localidad	32
2.2 Condiciones ambientales	32
III. OBJETIVOS	33
IV. HIPOTESIS	34
V. METODOLOGIA	35
1. MATERIAL EXPERIMENTAL	35
1.1 INSECTOS	35
1.2 TRATAMIENTOS	35
a) Evaluación de % óptimo de azúcar	35
a) Evaluación de germen de trigo	36
2. Manejo del experimento	38
2.1 Preparación de la dieta	38
2.2 Siembra de huevos	39

	2.3	Período larvario	39
	2.4	Separación de larvas	40
	2.5	Pupación	40
3.		Diseño experimental	40
4.		Modelo estadístico	41
5.		Variables respuesta	42
	5.1	Recuperación larval	42
	5.2	Peso de pupa	43
	5.3	Porcentaje de emergencia pupal	43
	5.4	Porcentaje de moscas voladoras	43
6.		Patrones de calidad óptima	44
	6.1	Peso de pupa	44
	6.2	Recuperación larval	44
	6.3	Porcentaje de emergencia	45
	6.4	Porcentaje de moscas voladoras	45
7.		Análisis del experimento	45
	7.1	Análisis estadístico	45
	7.2	Modelo estadístico de Friedman	47
	7.3	Análisis de comparación de costos	47
VI		RESULTADOS Y DISCUSION	48
1.		Determinación del porcentaje óptimo de azúcar	48
	1.1	Recuperación larval	48
	1.2	Peso de pupa	49
	1.3	Porcentaje de emergencia	51
	1.4	Porcentaje de moscas voladoras	53
	1.5	Análisis de la prueba de % de azúcar	55
2.		Evaluación de germen de trigo	61
	2.1	Recuperación larval	61
	2.2	Peso de pupa	63
	2.3	Porcentaje de emergencia	66
	2.4	Porcentaje de moscas voladoras	68
	2.5	Análisis de la prueba de germen de trigo	70
	2.6	Comparación de costos	75
VII		CONCLUSIONES	79
VIII		RECOMENDACIONES	82
IX		BIBLIOGRAFIA	81

INDICE DE CUADROS

1.	Ingredientes de la dieta de la Moscamed	13
2.	Tratamientos evaluados en la prueba de determinación de porcentaje óptimo de azúcar	36
3.	Tratamientos de la prueba de ev. de germen de trigo en sustitución de afrecho de trigo	37
4.	Recuperación larval, prueba de determinación % de azúcar	48
5.	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable recuperación larval	48
6.	Peso de pupa, prueba de % de azúcar	50
7.	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable peso de pupa	50
8.	Porcentaje de emergencia, prueba de % de azúcar	52
9.	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable % de emergencia	52
10	Porcentaje de voladoras, prueba de % de azúcar	54
11	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable % de voladoras	54
12.	Datos promedio de las cuatro variables respuesta, de los tratamientos evaluados para la determinación del porcentaje óptimo de azúcar.	56
13.	Recuperación larval, prueba de evaluación de germen de trigo	61
14.	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable recuperación larval, para la prueba de germen de trigo	62
15.	Peso de pupa, prueba de evaluación de germen de trigo .	64
16.	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable peso de pupa, para la prueba de germen de trigo	64
17.	Porcentaje de emergencia, prueba de evaluación de germen de trigo	66

18.	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable porcentaje de emergencia, para la prueba de germen de trigo	66
19.	Porcentaje de voladoras, prueba de evaluación de germen de trigo	68
20.	Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman para la variable porcentaje de voladoras, para la prueba de germen de trigo	69
21.	Datos promedio de las cuatro variables respuesta, de los tratamientos evaluados, para la prueba de germen de trigo	71
22.	Análisis de costos de 1000 kg de dieta actual y dieta con 5% de germen de trigo y 12% de azúcar	76

INDICE DE FIGURAS

1.	Ingredientes de la dieta artificial de la Moscamed . . .	13
2.	Indice de recuperación larval, prueba de evaluación de azúcar	49
3.	Peso de pupa, prueba de evaluación de azúcar	51
4.	Porcentaje de emergencia, prueba de evaluación de azúcar	53
5.	Porcentaje de moscas voladoras, prueba de evaluación de azúcar	55
6.	Comparación de tratamientos para la variables peso de pupa y recuperación larval	57
7.	Comparación de tratamientos evaluados en prueba de porcentaje de azúcar, para las variables % de emergencia y voladoras	58
8.	Indice de recuperación larval, prueba de evaluación de germen de trigo	63
9.	Peso de pupa, prueba de evaluación de germen de trigo .	65
10.	Comparación de porcentaje de emergencia, prueba de evaluación de germen de trigo	67
11.	Comparación de porcentaje de voladoras, prueba de evaluación de germen de trigo	70
12.	Comparación de los tratamientos evaluados en la prueba de germen de trigo para las 4 variables respuesta	72
13.	Comparación de las variables peso de pupa y recuperación larval para la prueba de germen de trigo	74
14.	Comparación de las variables porcentajes de emergencia y porcentaje de moscas voladoras, para la prueba de germen de trigo	75
15.	Comparación de los costos de producción de una tonelada de dieta a base del tratamiento 12% de azúcar y 5% de germen, y dieta normal	77

"DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE SACAROSA Y EVALUACION DE GERMEN DE TRIGO COMO FUENTE DE ESTEROLES EN LA DIETA ARTIFICIAL DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (Ceratitis capitata Wied.) PRODUCIDA EN GUATEMALA".

"DETERMINATION OF BEST SACCHAROSE PERCENTAGE AND EVALUATION OF WHEAT GERM, LIKE STEROL SOURCE, IN THE ARTIFICIAL DIET OF THE MEDITERRANEAN FLY (Ceratitis capitata Wied.) PRODUCED IN GUATEMALA"

RESUMEN

La presente investigación s llevó a cabo en el laboratorio de cría y esterilización masiva de la Mosca del Mediterraneo, del programa Moscamed, localizada en San Miguel Petapa, Guatemala. La prueba constó de dos fases, en la primera se evaluó cinco porcentajes de azúcar como fuente de energia en la dieta artificial de la Moscamed, siendo estos 8, 10, 12, 14, y 16,7% de azúcar, siendo el último el que utiliza la planta de producción y que para la prueba fué el tratamiento testigo, arregladas bajo un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones, realizándoles para determinar la significancia, la prueba no paramétrica de Friedman y los estandares internacionales de control de calidad, para la producción de Moscamed estéril, atraves de las variables respuesta, peso de pupa, índice de recuperación larval, porcentaje de moscas voladoras y porcentaje de emergencia.

Al evaluar los tratamientos para las cuatro variables mencionadas, no se encontraron diferencia estadísticamente significativas, pero por los resultados obtenidos, los tratamientos 10 y 12% de azúcar fueron los mejores, basados en los estandares de

control de calidad.

La segunda fase constó en la evaluación de tres porcentajes de germen de trigo, en sustitución del afrecho de trigo que utiliza la planta, combinados con los 'dos' mejores porcentajes de azúcar obtenidos en la primer fase de la prueba, siendo siete los tratamientos evaluados que son:

- 1) 10% de azúcar y 5% de germen,
- 2) 10% de azúcar y 7% de germen,
- 3) 10% de azúcar y 9% de germen,
- 4) 12% de azúcar y 5% de germen,
- 5) 12% de azúcar y 7% de germen,
- 6) 12% de azúcar y 9% de germen,
- 7) 16.7% de azúcar y 9.9% de afrecho, tratamiento testigo.

Los tratamientos estuvieron arreglados en bloques al azar y se determinó en igual forma la significancia que como en la primera fase de la prueba, obteniéndose que para esta fase, no existió diferencia significativa entre tratamientos evaluados, lo cual significa que la dieta puede ser susceptible de cambios, mientras que por los resultados obtenidos los mejores fueron para el tratamiento de 12% de azúcar y 5% de germen.

Se realizó una comparación de costos entre la dieta normal y la dieta a base de 12% de azúcar y 5% de germen, siendo la que además de ofrecer mejores resultados de calidad, la que ofrece un costo más bajo, de Q76.62 por tonelada de dieta producida, lo que en base a la producción de la planta significa un ahorro anual de aproximadamente Q76,620.00, además de obtener una mosca de calidad que sobrepasa los estándares internacionales.

I. INTRODUCCION:

La mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.), es una de las plagas que mayor daño económico causa a la fruticultura nacional y a la de los países donde se localiza, causando pérdidas estimadas en varias decenas de millones de dólares anualmente.

Se han desarrollado programas de prevención del ataque de la mosca, así como de su control y erradicación. En Guatemala y en algunos otros países se ha establecido una barrera de liberación de moscas sexualmente estériles tratando de impedir que la mosca emigre hacia otras áreas.

Así en nuestro país se ha tratado de evitar que la mosca llegue a países como México y Estados Unidos. El Programa de la Mosca del Mediterráneo utiliza una diversidad de estrategias y tácticas para el control y erradicación de la plaga. El proceso se inicia con la detección y localización del insecto, en zonas potenciales, mediante el trampeo y muestreo de frutos susceptibles de ser afectados.

Se utilizan otros métodos de control como:

El control Químico, Legal, Cultural, Mecánico, Biológico e Integrado utilizados integralmente para bajar las poblaciones de la mosca a los niveles mínimos. La técnica más utilizada en México y Guatemala es la Técnica del Insecto Estéril (TIE), o Control Autocida. La TIE consiste en liberar en áreas afectadas moscas que han sido esterilizadas sexualmente, criadas masivamente bajo un sistema de producción con normas estrictas de calidad.

La TIE permite obtener moscas estériles que compitan en el campo con moscas del mediterráneo silvestres que causan daño a las

plantaciones de frutas, para que disminuyan sus poblaciones.

La mosca ha sido criada y colonizada artificialmente a partir de moscas del mediterráneo silvestres, es decir se adaptó el insecto a una alimentación artificial, para su reproducción, crianza masiva y para poder esterilizarlas en grandes cantidades.

La dieta artificial debe proveer al insecto de los requerimientos nutricionales que le permitan desarrollarse igual o mejor que como lo haría en las mejores condiciones de su nicho ecológico. La dieta artificial de calidad será la base para una producción de mosca que cumpla con la función que la TIE espera de ella.

La dieta que se utiliza en la actualidad fue elaborada basándose en experiencias de laboratorios de México y Hawaii que se dedican a la crianza masiva de la Moscamed.

Es necesario hacer una evaluación de la dieta que actualmente se utiliza para la producción masiva de mosca del mediterráneo para conocer si puede ser susceptible a cambios que la puedan mejorar. También debe evaluarse ingredientes de la dieta y hacerle modificaciones, para que la calidad del insecto mejore o bien para que los costos actuales de la dieta disminuyan.

La Planta de producción y esterilización de Mosca del Mediterráneo de San Miguel Petapa, Guatemala utiliza actualmente 16.7% de azúcar granulada como fuente de carbohidratos en la dieta artificial del insecto. Sin embargo debido a estudios que se han llevado a cabo en otras plantas de producción, han llegado a la conclusión de utilizar una menor proporción, así en México utilizan 14.4% (17), y en Hawaii 12.7% (16). Por tal razón se hace

necesario evaluar una dosis menor al 16.7% a la usada en la Planta de San Miguel Petapa que proporcione un insecto de buena calidad lo cual además implica de ser factible una reducción en los costos de producción de la dieta.

La técnica de dietas iniciadoras en la producción masiva de moscas de la fruta ha tomado en la actualidad gran auge a nivel mundial. Esta técnica consiste en elaborar dietas con el doble del contenido de los nutrientes que componen la dieta original, unicamente que en menores cantidades y donde el insecto desarrolla sus primeros estadios para luego ser trasladado a la dieta normal, para que culmine en ella su desarrollo.

Ha sido implementada la técnica de dietas iniciadoras en la planta de San Miguel Petapa a un nivel del 20% (500 kg diarios de dieta) del total de la producción (2500 kg diarios de dieta) (6). Sin embargo la calidad del insecto producido y específicamente el peso de pupa no se ha podido estandarizar.

La técnica de dietas iniciadoras combinada con el reciclaje o reprocesamiento de dietas puede disminuir los costos de producción hasta en un 50%.

La calidad del insecto se ha visto afectada últimamente, ya que esta no se mantiene estandarizada, debido a que se manifiestan altibajos en los parámetros de calidad que periódicamente se evalúan en la planta de producción.

La evaluación y determinación del porcentaje óptimo de azúcar como fuente energética de la dieta redundará en una reducción en el costo de producción de la dieta. Según el análisis realizados en el laboratorio físico-químico de la planta de San Miguel Petapa, se

determinó que la contaminación que se manifiesta en la dieta en algunas ocasiones es debida al afrecho de trigo, que además contiene un elevado contenido de agentes oxidantes que provocan que la dieta se descomponga con mayor facilidad, y ello causa que la mosca producida disminuya su calidad. Evaluar otros ingredientes que puedan sustituir al afrecho de trigo es básico, y dado sus características físicas similares se evaluó el germen de trigo como sustituto del afrecho de trigo como fuente de esteroides, con el fin de poder mejorar la calidad del insecto.

II. MARCO TEORICO

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. LA MOSCA DEL MEDITERRANEO:

La Mosca del Mediterraneo (*Ceratitis capitata* Wied.) es un insecto de suma importancia, especialmente para los países productores de frutas del mundo. Es originaria de Africa, pero en la actualidad además de presentarse a diversas latitudes y áreas de ese continente se localiza en zonas del Mediterráneo, Oceanía, Centro y Sur América y los Estados Unidos. Se ha encontrado principalmente en zonas cafetaleras infestando plantaciones de café, guayaba, mandarina, zapote, caimito, carambola, toronja, naranja dulce, tangelos y mango. Se considera al café como su hospedero primario (11).

El daño que causa la mosca del mediterráneo es provocado por las hembras que ovipositan dentro de los frutos. Las hembras ovipositan a través de la cáscara de la fruta, poniendo sus huevos uno por uno o en grupos (masas). Al eclosionar las larvas se alimentan del fruto, provocando un engusanado lo cual es manifiesto al abrir el fruto, esto a la vez permite la entrada de hongos y bacterias que provocan pudrición del fruto (15).

La mosca del mediterráneo se considera una plaga perjudicial de los frutales, y el peligro mayor estriba en que tiene muchos hospederos entre los que se incluyen

frutas y hortalizas. La Mosca del Mediterráneo tiene una gran capacidad de aclimatación, soporta condiciones sumamente variables, que por lo general otras especies de moscas de la fruta no resisten. El fruto del café se considera como su principal hospedero, aunque infesta grandemente los cítricos, siendo estos donde mayor daño ocasiona. Es por ello que los países productores de fruta tratan por todos los medios de impedir que se introduzca y se establezca en su territorio (9).

1.2. METODOS DE CONTROL DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO:

Para evitar que la mosca del mediterráneo ingrese y se establezca en los países productores de frutas se han utilizado diversos métodos de prevención, control y erradicación, siendo los más utilizados los siguientes:

1.2.1 CONTROL LEGAL O REGULADOR:

Los principios fundamentales del control regulador son evitar la entrada y establecimiento de la mosca del mediterráneo en áreas y/o países, así como erradicar, contener o suprimir las que se han establecido en áreas limitadas. A este mecanismo de control se le conoce como Control Legal, Cuarentena ó control Regulador. Se conoce como Legal porque se emiten leyes específicas y se instauran programas oficiales de control, como el caso de Moscamed.

El control legal tiene como finalidad impedir que las plagas potenciales ingresen a determinado territorio, a la vez de colaborar con la eliminación de las ya existentes. Se considera como líneas de defensa, para impedir el ingreso de la plaga a otras regiones, confiscando frutas que puedan contener al insecto para que no entre a zonas donde la plaga no existe. Las restricciones de la cuarentena según la dirección técnica de Sanidad Vegetal varían dependiendo de su objetivo, en el caso de Guatemala el objetivo es impedir o bien retardar la emigración de la Mosca del Mediterráneo hacia el hemisferio norte. La cuarentena se suprime cuando ya no cumple con sus objetivos (13).

1.2.2 CONTROL QUIMICO:

Este control se efectúa mediante la aplicación de insecticidas, y puede ser utilizado conjuntamente con el sistema de cuarentena, por ejemplo en la fumigación de vehículos y barcos en los puertos y áreas limítrofes. Los insecticidas también se han aplicado a las plantaciones de frutales donde se localiza el insecto para bajar poblaciones a niveles inferiores del nivel de daño económico, pero este método de control tiene sus objeciones, ya que desde el punto de vista

ecológico, los insecticidas pueden causar severos daños, al igual causa daños a la salud del hombre y de los animales (13).

1.2.3 TECNICA DEL INSECTO ESTERIL O CONTROL AUTOCIDA:

Knipling en 1955, fue el primero en proponer la liberación de insectos estériles para erradicar las poblaciones de insectos. La erradicación de poblaciones puede ser teóricamente lograda, a un costo mucho más bajo que la de aplicaciones de insecticidas químicos con la gran ventaja de no causar ningún tipo de daño ecológico colateral a las áreas donde se utilice este tipo de control. Además se puede utilizar en un área mucho más grande que la de la infestación para actuar como una barrera contra la emigración (9).

La TIE (Técnica del Insecto Estéril) fue utilizada contra la Mosca del Mediterráneo por primera vez en las islas italianas de Capri y Procida en 1966 y 1967 donde las poblaciones fueron reducidas en un 99% pero la inmigración proveniente de tierra firme previno la erradicación. La TIE fue utilizada exitosamente en California en 1976, 1980 y en 1990.

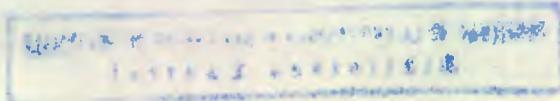
El programa más grande de actividad de la TIE comenzó en México y Guatemala a finales de la década de los años '70 (11).

El programa Moscamed ha empleado varias metodologías o técnicas de control y manejo de la plaga de la Mosca del Mediterráneo, como son el rociado de insecticidas, instalación de puestos de cuarentenas y la liberación de moscas estériles logrando con ello una barrera en la frontera con México. El éxito de la TIE se basa en una detección temprana de la plaga y principalmente la producción de insectos estériles de alta calidad para la liberación (5).

1.3. PROCESO DE CRIANZA MASIVA EN LA PLANTA DE PRODUCCION DE MOSCA ESTERIL DE SAN MIGUEL PETAPA.

En la planta de producción del programa Moscamed, localizada en San Miguel Petapa, Guatemala, se producen las moscas estériles que se utilizan por el programa, para el control de la plaga de la mosca de la fruta. Inició sus actividades de producción de insectos estériles el 5 de agosto de 1984, y tiene en la actualidad una producción promedio de 175 millones de pupa estéril por semana, para su posterior liberación.

La planta está diseñada en dos módulos que tienen



las secciones de Cría, Irradiación, Mantenimiento, Administración y Control de Proceso. Esta última incluye los laboratorios de Control de Calidad, Microbiología y Físico-Química.

El sistema de cría utilizado por la planta de Moscamed es el sistema conocido como "Popping", en el cual la larva se separa en forma natural de la dieta artificial en donde se ha desarrollado, saltando de las bandejas de cría cuando ha alcanzado la madurez larval, para iniciar el proceso de pupación en un ambiente diseñado para ello.

1.3.1 DESCRIPCION DE LA OPERACION TECNICA:

a). PRODUCCION DE HUEVOS:

La colonia madre fue formada de especímenes silvestres colectados de plantaciones de café de dos áreas diferentes (Costa Sur y Tierras Altas) de Guatemala en 1983. Luego el insecto se ha colonizado y adaptado a condiciones de producción masiva. El área de producción de huevos es mantenida a una temperatura de 25 ± 1 °C, y a una humedad relativa del 60-70%. Las moscas adultas se colocan en jaulas de reproducción de 200 X 200 X 40 cm durante 13 días que dura el período de oviposición. Dentro de cada

jaula de oviposición se colocan cuatro canales especiales donde se distribuyen aproximadamente 500,000 pupas fértiles que serán las reproductoras.

Las moscas reproductoras se alimentan de unos panecillos especiales que se colocan dentro de las jaulas los cuales están elaborados de azúcar y proteína hidrolizada a una relación de 3:1. Las moscas depositan sus huevos a través de unas mantas de algodón que cubren los lados de la jaula, los huevos caen en un canal de agua situado en el exterior y en la parte más baja de la jaula de donde son colectados cada 12 horas, y son medidos volumétricamente, para ser colocados en botellones plásticos que los contienen en solución de agua estéril (6).

Es importante mencionar aquí el fotoperiodo al que es sometida la colonia, el cual es de 18 hr : 6 hr (Luz : Oscuridad). El cual es utilizado por la conveniencia en la colecta de los huevos, ya que esta se realiza en las primeras horas de la mañana. Pasados los trece días que dura el período de oviposición se eliminan las moscas con agua

caliente, se sacan y se eliminan los desechos de las jaulas. Las jaulas se lavan para ser utilizadas nuevamente, las mantas se lavan y esterilizan al hervirlas con agua y pueden utilizarse nuevamente, hasta por tres meses (6).

b) AREA DE INCUBACION DE HUEVOS:

Los botellones de plástico contienen una mezcla homogénea de agua-huevos a una relación 21:1, la cual es sometida a un burbujeo de aire durante 48 horas, a 60 libras/pulgada² que un compresor graduado provee. El propósito del burbujeo es oxigenar los huevos y reducir la necesidad de espacio, para acelerar la eclosión. El área de incubación se mantiene a 27 +/-1 °C. (6).

c) **INGREDIENTES Y PREPARACION DE DIETA ARTIFICIAL:**

La dieta que se utiliza actualmente en la planta de producción del programa Moscamed es la siguiente:

Cuadro 1. Ingredientes de dieta artificial para la Moscamed, Sn. Miguel Petapa, septiembre de 1991.

INGREDIENTE	FUNCION	PORCENTAJE
BAGAZO DE CAÑA	MATERIAL INERTE TEXTURIZANTE	9.9% p/p
LEVADURA DE TORULA	FUENTE DE PROTEINA	9.9% p/p
AFRECHO DE TRIGO	FUENTE DE ESTEROLES	9.9% p/p
AZUCAR GRANULADA	FUENTE DE ENERGIA (CARBOHIDRATOS)	16.7% p/p
BENZOATO DE SODIO	PRESERVANTE (anti-fungoso)	0.287% p/p
ACIDO CITRICO	ACIDIFICANTE (pH=4 a 4.5)	0.5% p/p
AGUA	SOLVENTE	52.87% p/p
T O T A L		100% p/p

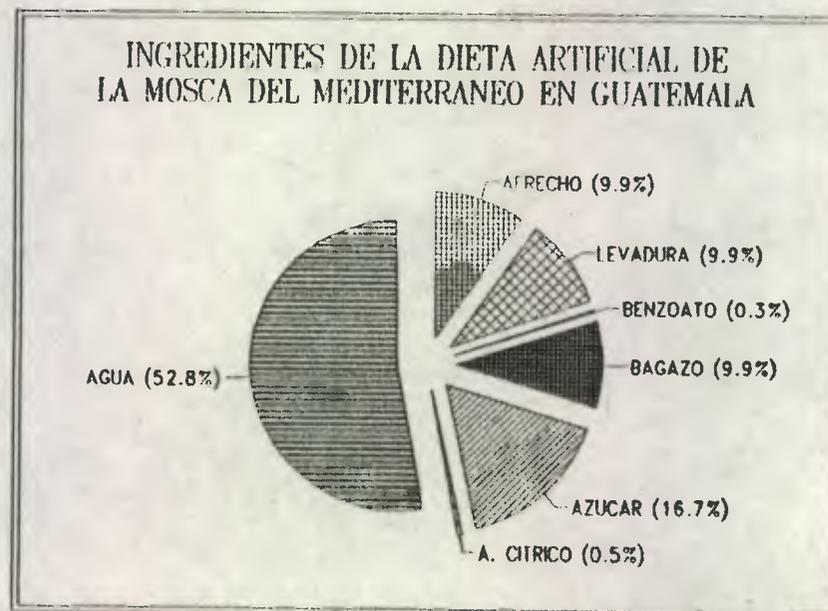


Figura No. 1: Ingredientes de la Dieta artificial de la Moscamed, sept. 1991.

La mezcla se prepara en una mezcladora mecánica con capacidad para 800 kg de dieta durante 45 minutos hasta que la dieta tiene una consistencia adecuada y los ingredientes están debidamente mezclados para que la larva pueda alimentarse y movilizarse dentro de la misma (6).

d) SIEMBRA DE HUEVOS:

Los huevos inician la eclosión y están listos para ser sembrados en la dieta artificial pasadas 48 horas de burbujeo constante. El porcentaje de eclosión no debe ser mayor del 20% en este momento. La densidad de siembra varía de 17 a 20 huevos por mg de dieta dependiendo de las recuperaciones larvales obtenidas.

Los huevos son depositados en bandejas de plástico que miden 77.4 X 40.5 X 4 cm que contienen 5 kg de dieta. Los huevos son depositados por medio de un dosificador automático que dispensa exactamente la densidad indicada (6).

e) AREA DE INCUBACION:

Luego de la siembra de los huevos en las bandejas se colocan estas en anaqueles especiales y se trasladan a un cuarto de incubación en donde tiene lugar el primer estadio larval. El período de incubación dura 48 horas bajo condiciones de temperatura de 29 ± 1 °C y de 95-100% de Humedad Relativa (6).

f) AREA DE MADURACION LARVAL:

Esta área se divide en tres diferentes cuartos con diferentes condiciones ambientales en donde la larva completa su desarrollo y maduración. El primer cuarto se mantiene a 26 ± 1 °C y 85% ± 5 % de humedad relativa, durante 12 horas, luego se traslada a otro cuarto a 23 ± 1 °C y 70% ± 5 % de humedad relativa, donde permanecen por 48 horas, para finalmente colocarlos en un último cuarto a 20 ± 1 °C y 70% ± 5 % de humedad relativa hasta que las larvas completan su maduración (6).

g) AREA DE SEPARACION Y RECOLECCION DE LARVAS:

Al finalizar el quinto día de desarrollo larval, el insecto está listo para empupar. La larva empieza a salir de la dieta y el proceso

de recolección se inicia. Se colocan cajas de madera de 180 X 58 X 17 cm que contienen aserrín, bajo las bandejas que contienen la dieta con las larvas, de manera que estas saltan al aserrín e inician el proceso de pupación.

Las larvas son colectadas dos veces al día cada 12 horas durante tres días y son colocadas en bandejas especiales de 48 X 56 X 11 cm antes de ser separadas del aserrín. La separación se hace por medio de un flujo de aire en una separadora-limpiadora especial que separa la larva del aserrín. Luego al estar la larva limpia se coloca en bandejas de 71 X 40 X 25 cm (6).

h) AREA DE PUPACION (Cuarto obscuro):

La larva colectada se mide volumetricamente en litros y se depositan dos litros de larva en bandejas de pupación. Las bandejas se colocan en anaqueles especiales y se trasladan a un cuarto obscuro. Al transcurrir 48 horas de oscuridad la larva cambia al estadio pre-pupal y luego al pupal (6).

i) AREA DE MADURACION PUPAL:

Las pupas recién formadas se trasladan a un cuarto donde ocurre la maduración pupal. Las condiciones ambientales de esta área son de una temperatura de $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y 65-75% HR.

La maduración se completa en 10 días, la edad de la pupa se determina observando el color de los ojos el cual varía según el grado de madurez, iniciando con un color naranja al trasladarse al cuarto de maduración, luego un color rojo, tornándose posteriormente en color café, que es cuando la pupa está lista para ser irradiada para su esterilización, finalmente antes de emerger, la pupa tiene los ojos negros (6).

j) AREA DE EMPACADO Y MARCADO:

Las pupas al madurar se marcan con 6 g de un colorante fluorescente por kg de pupa lo cual se mezcla con la pupa cuidadosamente. Luego la pupa se empaca en bolsas de polietileno que pueden contener 3.8 litros de pupa cada una, las cuales son selladas con el fin de inducir hipoxia y son llevadas a un cuarto frío a 16°C por dos horas lo que disipa el calor metabólico y el daño a las

células somáticas que pudiera resultar por la radiación Gamma del Cesio 137 (6).

k) AREA DE LAVADO DE BANDEJAS:

En esta área se lavan las bandejas utilizadas, se desinfectan con una solución de hipoclorito de calcio al 0.1% en agua durante tres minutos, luego se desaguan para eliminar el cloro (6).

l) AREA DE IRRADIACION:

Finalmente la pupa es esterilizada por medio de radiación, utilizando un irradiador tipo Hussman equipado con Cesio 137 como fuente de radiación Gamma. Una dosis mínima de 14.5 Kilorads es administrada a los insectos. Después de irradiada la pupa se encuentra lista para ser llevada a los centros de recepción para luego ser liberada (6).

1.4. CONTROL DE PROCESO:

El control del proceso es una rutina que se lleva a cabo en todas las etapas de desarrollo del insecto. La sección de control de calidad es la sección técnica central que provee información numérica del proceso, que controla la temperatura y humedad relativa, así como factores microbiológicos, químicos y físicos.

El laboratorio de control de calidad tiene como objetivo evaluar la calidad de los insectos resultantes del proceso de producción. Se ha determinado ya una calidad estándar de insecto producido en la cual se pretende mantener la producción (3).

Existen procedimientos estándares para los requerimientos de las pruebas de control de calidad, así como para proporcionar especificaciones de los insectos estériles del programa de control de la mosca del mediterráneo. Se han dado rangos de valores que permiten considerar la aceptabilidad del insecto producido. Al haber una desviación de los rangos, ello nos puede indicar que la calidad de la mosca se ha reducido (3).

Se evalúan periódicamente varios parámetros tales como: Peso de pupa, relación numérica entre sexos, número de pupas por kg, porcentaje de pupación a las 24 horas, porcentaje de eclosión máxima, prueba de longevidad, Ph

de la dieta, porcentaje de eclosión al momento de la siembra, porcentaje de emergencia y de voladoras, prueba de cópula, dosimetría biológica, así como otra serie de mediciones químicas y físicas del proceso productivo. Los parámetros que se consideran los más importantes son los siguientes:

1.4.1 RECUPERACION LARVAL:

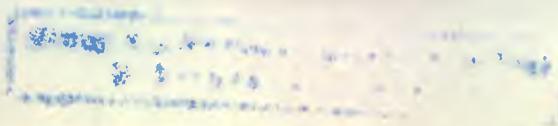
Es una prueba sumamente importante y es la cuantificación de larva producida por kg de dieta expresado volumetricamente. El índice aceptado por el programa es de 0.15 l de larva por kg de dieta sembrado (3).

1.4.2 PESO DE PUPA:

El peso de las pupas oscila entre 6 y 8 mg pero se acepta como optimo un peso de 7 mg con un diámetro promedio de 1.7 mm. El peso de pupa es un indicativo de lo que ha sido la nutrición de la larva (3).

1.4.3 PORCENTAJE DE EMERGENCIA PUPAL:

Son las moscas que eclosionan y salen del puparium. Una emergencia mayor al 85% se considera como aceptable, debajo del 85% es un indicativo de problemas que deben corregirse en la producción y la mosca debe ser rechazada. Actualmente la planta



ha logrado un 93% de emergencia pupal (3).

1.4.4 PORCENTAJE DE MOSCAS VOLADORAS:

Es el porcentaje de la población de moscas que pueden volar fuera de la cámara de pruebas. Cuando un 80-90% de las pupas producen insectos adultos que pueden volar fuera del contenedor de pruebas , la población se considera normal. La habilidad de vuelo de las moscas producidas en la planta de Petapa actualmente presenta un promedio de 89% (3).

1.5. NUTRICION DEL INSECTO:

Desde hace cinco décadas se ha venido investigando acerca de la nutrición de los insectos, y se ha llegado al punto de determinar los requerimientos nutritivos de muchos insectos en dietas artificiales las cuales les proporcionan un buen crecimiento y desarrollo. Es necesario continuar con este tipo de investigación especialmente con especies que económicamente son importantes como es el caso de la mosca del mediterráneo.

Las dietas artificiales tratan de proveer al insecto de sus requerimientos nutricionales, para que pueda crecer y desarrollarse igual o mejor que como lo haría en su ambiente natural bajo las mejores condiciones (6).



El valor de la dieta se basa en la composición química de sus componentes, así como en el balance adecuado de los mismos, además de los procesos metabólicos del insecto. Sin embargo existen algunos componentes que se consideran indispensables en la dieta artificial para la producción masiva de la mosca del mediterráneo, estos son:

1.5.1 CARBOHIDRATOS (Fuente de Carbono):

Son fuente de energía para el insecto y éste además puede almacenarlos en forma de grasa como reservas energéticas. Los carbohidratos son esenciales en la dieta artificial, y son necesarios en grandes cantidades, siendo generalmente aportados por la sacarosa (azúcar granulada común), que es una fuente apropiada y económica de carbohidratos, de fácil manejo y obtención. Los carbohidratos pueden ser sustituidos por proteínas y grasas, lo que depende de la habilidad del insecto para convertirlos en productos energéticos y a la velocidad con que lo logre realizar (8).

La utilización de diferentes carbohidratos depende también de la habilidad para hidrolizar polisacaridos, 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 cantidad 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 (5).

La presencia de azúcares en la dieta artificial de la larva de la mosca del Mediterráneo favorece su utilización por el adulto, la cual puede provocar una mayor actividad de este, al estar agregadas en concentraciones adecuadas (12).

1.5.2 AMINOACIDOS:

Son requeridos para la producción de enzimas y proteínas estructurales. Son comúnmente adicionados a las dietas en forma de proteína, y 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 solo 10 son esenciales en la



para la producción de proteína, (los insectos son capaces de sintetizar a los otros) y ellos son, la arginina, lisina, leucina, isoleucina, triptófano, histidina, fenilalanina, metionina, valina y treonina. La glicina es esencial para las especies de dípteros (8).

Los aminoácidos son componentes estructurales de las proteínas que a su vez constituyen el principal componente de cualquier organismo vivo, en este caso los insectos, que están formados por más de un 50% de proteína (2).

La mosca del mediterráneo necesita de un suplemento especial de aminoácidos, lo que se debe a que le son útiles para tener una buena fecundidad (10).

1.5.3 GRASAS:

La grasa es la forma en que la energía es almacenada, y la habilidad para almacenar esta grasa es generalizada en los insectos, pero excepto en pequeñas cantidades las grasas no son necesarias 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 ser almacenada, lo que implica un gasto energético del insecto, que algunas veces reduce su calidad (8).

1.5.4 (FACTOR LIPOGENICO) LIPIDOS:

Son estéres 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 carbohidratos, 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 alas y para la emergencia del insecto. Son importantes también para la formación de las membranas celulares. También se forman lípidos acetílicos los que son esenciales para la transmisión neural (14).

1.5.5 ESTEROLES.

Los insectos necesitan de esterolees para el crecimiento y desarrollo normal, así como para su reproducción. Los dípteros pueden utilizar variedad de esterolees y convertirlos en colesterol o 7-dehidrocolesterol. Algunos insectos necesitan esterolees específicos que en su ambiente natural se

encuentran solamente en algunas plantas, mientras que en dietas artificiales son producidos sintéticamente, como es el caso del escotanol, que no puede ser reemplazado por el colesterol. No existe ninguna evidencia que indique que los insectos sean capaces de sintetizar los esteroides. Algunas sustancias agregadas a la dieta pueden reemplazar al colesterol, pero no cumplen su función, si no solamente una función estructural en los componentes, lo cual no satisface los requerimientos metabólicos del insecto, produciendo con ello insectos más pequeños y anormales (5).

Son muchas las funciones que los esteroides realizan en los insectos siendo las más importantes las siguientes:

- Promueven la ovogénesis.
- Participan directamente en el desarrollo y crecimiento larval.
- Son responsables de la esclerotización de la cutícula.
- Tienen un papel metabólico y anti-infeccioso.
- Son precursores de las hormonas esteroides.
- Cumplen una función estructural de la membrana celular.
- Son importantes para el transporte de lipoproteínas (14).

1.5.6 VITAMINAS:

Son sustancias orgánicas, que son necesarias en la dieta en pequeñas cantidades, ya que el insecto no es capaz de sintetizarlas. Las vitaminas entre otras funciones que cumplen, son 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 insectos, en cambio la biotina y el ácido fólico son requeridos solamente por algunos insectos.

Para algunos insectos las vitaminas del complejo "B" les son proveídas por la asociación con algunos microorganismos, que ayudan a estos a sintetizarlas durante simbiosis intracelulares.

El ácido ascórbico (vitamina C), puede ser sintetizada 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 que la mosca tiene cierta preferencia por los cítricos.

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 (5).

1.5.7 ACIDOS NUCLEICOS:

No son necesarios para ningún insecto, ya que ellos son capaces de sintetizarlos, pero al agregarse un suplemento en la dieta se observa un mayor crecimiento de las larvas. El ácido nucleico o sus componentes nucleotidos pueden ser utilizados por el insecto (8).

1.5.8 SALES INORGANICAS:

Un complemento de sales inorgánicas es necesario pero en pequeñas cantidades, ya que se detectan trazas de sales como impurezas en otros componentes de la dieta. Su importancia estriba en el mantenimiento del balance iónico en la actividad de las células vivas, así mismo son cofactores de algunos sistemas enzimáticos y son parte integral de otros. Los elementos traza más importantes para los insectos son el hierro, cobre, yodo, manganeso, cobalto, zinc y níquel (5).

1.6. BALANCE DE NUTRIENTES:

El desarrollo óptimo de los insectos requiere de un balance adecuado de los diferentes nutrientes. Las larvas de Díptera crecen muy bien si se les adiciona a las dietas niveles adecuados de aminoácidos pero sin descuidar los otros factores.

El óptimo balance de nutrientes probablemente varíe continuamente en relación a los estados de desarrollo de los insectos. Durante los primeros estadios de desarrollo de larvas la mayor cantidad de proteína es aprovechada. Al llegar al período pre-pupal el insecto necesita mas carbohidratos los cuales son almacenados para ser utilizados como una reserva durante el período de pupación.

Lo más importante es proveer al insecto de elementos básicos como proteínas, esteroides, carbohidratos y vitaminas, así como un medio adecuado del que se puedan obtener estas sustancias (8).

1.7. NUTRICION Y MORFOLOGIA.

La coloración puede ser afectada por la nutrición debido a la ausencia de algunos constituyentes de los pigmentos o bien por la interferencia en el metabolismo del pigmento.

El caroteno o provitamina "A", es un constituyente indispensable del carotenoide amarillo, el cual le da ese color a las larvas, y en su ausencia la melanización es reducida.

Si la dieta es adecuada pero solo en los límites mínimos aceptados, resulta que los adultos tendrán un menor tamaño, lo contrario sucede si se adecua la dieta sobre las necesidades mínimas establecidas. Las dietas desbalanceadas pueden inducir al poliformismo en las moscas de la fruta, ya que se ha observado especímenes con ovipositores y con aparato reproductor masculino (hermafroditas) siendo infértiles y con el ovipositor atrofiado, otros insectos desarrollan mayor tamaño pero son muy inactivos, lo que los hace poco competitivos con los normales. También se han observado trastornos en los sistemas de secreción glandular que causa alteraciones generales al insecto y es debido a la mala nutrición (8).

Una dieta artificial aceptable debe contener la mayoría de los elementos que el insecto necesita, deben ser de magnífica calidad, para que el insecto criado cumpla con su particular propósito. En algunos casos si la dieta es imperfecta el insecto puede adaptarse a ella rápidamente. (4).

1.8. GERMEN DE TRIGO:

Se han realizado pruebas y análisis de los contenidos nutricionales que el germen de trigo puede proporcionar a las dietas artificiales, en primer término el germen puede ser monitoreado con el fin de conocer si está contaminado por pesticidas, lo cual se realizó en el laboratorio de Petapa antes de realizar las pruebas.

El germen de trigo según análisis realizados por Brewer y Linding (4), aporta proteínas, y puede ser utilizado como un suplemento protéico en la dieta, además aporta grasas y es una de las fuentes de esteroides y colesterol más utilizadas en las dietas artificiales, además en ensayos biológicos y químicos se comprobó que aporta fibra al insecto.

El germen aporta además sales minerales necesarias para el crecimiento y desarrollo, aporta todo el complejo B, vitaminas A y D. (4)

Basados en esta información podemos decir que el germen de trigo es un ingrediente completo que puede ser utilizado en la dieta artificial de la mosca del Mediterráneo (12).

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. DESCRIPCION DE LA LOCALIDAD:

El estudio SE realizó en la planta de producción y esterilización de la Mosca del Mediterráneo, localizada en el municipio de San Miguel Petapa, Guatemala, a 23 km de la Ciudad Capital (4).

2.2. CONDICIONES AMBIENTALES:

el ambiente en el cual se llevo a cabo el experimento fueron condiciones del laboratorio, donde la temperatura y humedad del ambiente se mantuvieron bajo control todo el tiempo que duró la prueba, de acuerdo a los requerimientos de cada una de las etapas de desarrollo del insecto, como ya fueron descritas en la sección anterior de este documento.

III. OBJETIVOS

- A. Determinar si un porcentaje menor que el 16.7% de azúcar granulada común, en la dieta artificial de la mosca del mediterráneo no altera la calidad del insecto producido.

- B. Determinar el porcentaje óptimo de germen de trigo como ingrediente de dietas artificiales de la mosca del mediterráneo.

- C. Evaluar las diferencias en calidad de mosca producida utilizando germen de trigo y afrecho de trigo como fuentes de esteroides.

IV. HIPOTESIS

A. No existen diferencias en la calidad de la mosca producida al reducir el porcentaje de azúcar granulada común, en la dieta artificial para Ceratitis capitata Wied.

B. El uso de germen de trigo en sustitución del afrecho de trigo en la dieta artificial, no altera la calidad de la mosca del mediterráneo producida.



V. METODOLOGIA

1. MATERIAL EXPERIMENTAL:

1.1 INSECTOS:

Se utilizaron los huevos producidos por las moscas adaptadas a la dieta artificial, que utiliza el programa para la crianza masiva.

1.2 TRATAMIENTOS:

a). EVALUACION DE PORCENTAJE OPTIMO DE SACAROSA:

Se evaluaron diferentes porcentajes de azúcar granulada común (sacarosa) como fuente de energía, tomando como máximo porcentaje el que utiliza la planta de producción.

Los diferentes porcentajes a evaluar se determinaron en base a los utilizados en las plantas de producción de México y Hawaii, los cuales son porcentajes de azúcar más bajos que los que en Guatemala se utilizan También se basa el porcentaje en una prueba preliminar que fue realizada en la planta de producción de San Miguel Petapa, los otros ingredientes utilizados en la dieta no fueron alterados.

Los diferentes tratamientos de porcentajes de azúcar granulada evaluados fueron:



Cuadro 2. Tratamientos evaluados en la prueba de determinación de % óptimo de azúcar, Sn, Miguel Petapa, 1991.

a).	16.7%	Tratamiento 1. (Testigo, Guate)
b).	14.0%	Tratamiento 2. (México)
c).	12.0%	Tratamiento 3. (Hawaii)
d).	10.0%	Tratamiento 4.
e).	8.0%	Tratamiento 5.

b). EVALUACION DE GERMEN DE TRIGO SUSTITUYENDO AL AFRECHO DE TRIGO EN COMBINACION CON PORCENTAJES OPTIMOS DE SACAROSA:

Luego de evaluar el porcentaje óptimo de sacarosa a utilizar en la dieta, se evaluó la fuente de Esteroles, al cambiar el afrecho de trigo por germen de trigo. Esto porque al realizar la prueba para determinar los porcentajes de sacarosa que produjeron los mejores resultados se combinaron con 3 porcentajes de germen de trigo. Actualmente la planta de Petapa utiliza un 9.9% de afrecho de trigo y un 16.7% de azúcar granulada común como fuente de sacarosa, estos fueron utilizados como tratamiento testigo.

Tanaka et. al. (16), recomiendan en un estudio donde evaluaron germen de trigo para dieta de mosca del Mediterráneo, que en investigaciones posteriores se evaluará porcentajes de 7 y 9. Por lo que los tratamientos a evaluar de germen de trigo en combinación con los porcentajes adecuados de azúcar son:

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en la prueba de evaluación de germen de trigo, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

a).	10% azúcar y	5% germen	T10A5G.
b).	10% azúcar y	7% germen	T10A7G.
c).	10% azúcar y	9% germen	T10A9G.
d).	12% azúcar y	5% germen	T12A5G.
e).	12% azúcar y	7% germen	T12A7G.
f).	12% azúcar y	9% germen	T12A9G.
g).	16.7% azúcar	9.9% Afrecho	T16.7A0G.

Se evaluó por separado cada experimento por razones de espacio dentro de la planta de producción, y porque es importante determinar en primer lugar el contenido de azúcar óptimo que el insecto requiere, ya sea el utilizado actualmente o un porcentaje menor, sin alterar la calidad del mismo.

Conociendo el porcentaje adecuado de azúcar que la dieta necesita, se evaluó, si la sustitución de germen de trigo en lugar de afrecho como fuente de esteroides provoca alguna diferencia en la calidad del insecto.

Las dos pruebas, la de azúcar y la de germen, conformaron el experimento, se realizaron separadamente por las razones ya expuestas, utilizando la misma metodología para cada una de ellas.

2. MANEJO DEL EXPERIMENTO:

2.1 PREPARACION DE LA DIETA:

La dieta se preparó en una mezcladora mecánica con capacidad para 25 kg de dieta, siendo la secuencia de elaboración para cada tratamiento la siguiente:

- a) Se disolvió el ácido cítrico en una quinta parte del agua a utilizar.
- b) Se adicionó seguidamente el benzoato de sodio disuelto en otra quinta parte del total del agua que se utilizó.
- c) Se adicionó el azúcar para que se disolviese con la mezcla de ácido cítrico y benzoato.
- d) Se agregó la levadura usualmente utilizada en la dieta.
- e) Se agregó el afrecho (o germen) en la cantidad requerida para la prueba.
- f) Se adicionó posteriormente el bagazo de caña que se utiliza como medio de la dieta.
- g) Se agregó el resto del agua para que la dieta tuviera la consistencia deseada.
- h) Se mezcló por 15 minutos más.
- i) El pH se midió con un potenciómetro marca Corning mod. 7.
- j) Se distribuyó la dieta en bandejas de 5 kg de capacidad.

2.2 SIEMBRA DE HUEVOS:

- a) Se seleccionó un botellón que contenía huevos de Los lotes que se utilizan normalmente, a una eclosión del 5 al 10 por ciento.
- b) Para evitar el desarrollo de hongos se le agregó benzoato de sodio (4 gr/lt) a la suspensión de huevos lista para ser aplicada a la dieta.
- c) La siembra de huevos se efectuó para obtener 17 larvas por gramo de dieta (85,000 huevos/bandeja), por medio de un dosificador automático que depositó la cantidad exacta de suspensión agua + huevos.
- d) Las bandejas se colocaron en anaqueles de hierro.

2.3 PERIODO LARVARIO:

Para el desarrollo larvario se pasaron las bandejas por los diferentes cuartos de crecimientos y maduración, que requieren diferentes condiciones de Humedad Relativa y Temperatura, por un período de 5 días.

Los anaqueles se colocaron en varios ambientes, siendo estos:

El área de iniciación larvaria, luego a desarrollo larvario I y II, hasta que la larva estuvo lista para ser separada de la dieta.

2.4 SEPARACION DE LARVAS:

Este proceso se realizó al quinto día de haber sembrado los huevos, la separación de la larva de la dieta se efectuó por el método "Popping", el cual consiste en colocar cajas con aserrín bajo las bandejas, donde las larvas caen a ellas por sí mismas.

2.5 PUPACION:

Para simular las condiciones naturales de pupación de las larvas, estas fueron trasladadas a un cuarto oscuro, por un período de 48 horas. Para el proceso de maduración de las pupas ya no es necesario la obscuridad, por lo que fueron trasladadas a otro cuarto con iluminación controlada donde permanecieron por un espacio de 10 días, que es cuando se aproxima la emergencia pupal.

Aquí finalizó el proceso de producción de la Mosca del Mediterráneo, y se inicia el proceso de Control de Calidad.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL:

Las condiciones de la planta de producción para cada lote de mosca producida se mantienen lo más homogéneo posible, ya que al sufrir alteraciones en la humedad relativa y la temperatura, la mosca producida sería de calidad inferior a la esperada.

Debido a estas condiciones homogéneas el diseño utilizado fue el de Bloques al Azar. La evaluación se realizó en dos etapas. En la primera se evaluó el porcentaje de azúcar óptimo, con un total de 5 tratamientos y 4 repeticiones, en donde cada una de las repeticiones constó de 2 bandejas de 5 kg de dieta cada una, como unidad experimental.

En la segunda etapa se evaluaron porcentajes de germen de trigo en lugar del afrecho de trigo en combinación con los dos mejores tratamientos de porcentaje óptimo de azúcar, la prueba constó entonces de 7 tratamientos y 4 repeticiones, teniendo como unidad experimental 2 bandejas.

4. MODELO ESTADISTICO:

El modelo estadístico del diseño de Bloques al Azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}; \text{ donde:}$$

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

μ = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j = Efecto de j -ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental de la ij -ésima unidad experimental.

La prueba de significancia fue determinada bajo la prueba de Friedman, siendo la formula:

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

Donde:

Xr^2 = Valor de la Prueba.

n = Número de bloques.

k = Número de tratamientos.

R_j = Suma de rangos dentro de cada tratamiento.

El valor de la prueba se consulta con la tabla de probabilidad de Friedman (P_a), se analiza de la forma siguiente:

$p < 0.05$ = Diferencia significativa entre tratamientos.

$p > 0.05$ = No existe diferencia entre tratamientos.

5. VARIABLES RESPUESTAS:

Las variables respuestas evaluadas son:

- 5.1 Recuperación larval:** Se expresa volumetricamente en litros por kilogramo de dieta. La cual se obtuvo midiendo la cantidad de larva de cada una de las unidades experimentales al llegar a su etapa de maduración larval. La medición se efectuó en beakers plásticos que fueron diseñados especialmente para el efecto por el laboratorio, principalmente por el manejo al que son sometidos diariamente.

- 5.2 Peso de Pupa:** Se expresa en miligramos, y se evaluó determinando el peso promedio de 100 pupas tomadas al azar dos días antes de su emergencia, pesando 4 grupos de 100 pupas, para determinar un promedio, para cada una de las unidades experimentales. Cada grupo de pupas se pesó en una balanza analítica.
- 5.3 Porcentaje de Emergencia Pupal:** Se expresa en porcentaje, y lo da el número de moscas que salen del pupario de la pupa. Se colocaron de 100 pupas en un tubo de plexiglás de 9 cm de diámetro y 10 cm de alto, colocando en la base del tubo una caja de petri con las pupas. Dentro del tubo se colocó también, papel doblado para que las moscas tengan donde pararse. La prueba duró 4 días, y se colocaron 4 tubos con 100 pupas dentro de una caja de plexiglás, con alimento y agua y las moscas que emergieron fueron contadas al cuarto día, algunas moscas no son capaces de emerger totalmente por lo que se toman como moscas medio emergidas y se contabilizan como moscas no emergidas. Las cuales al cuarto día se encuentran muertas generalmente.
- 5.4 Porcentaje de voladoras:** Se expresa en porcentaje, y lo da el número de moscas capaces de volar. La obtención de estos porcentajes se basó en la prueba anterior, ya que se contó el número de moscas que tuvieron capacidad de volar fuera de los tubos, durante los cuatro días que

duró la prueba. Las moscas que no tienen habilidad voladora mueren por inanición en el fondo de los tubos.

6. PATRONES DE CALIDAD OPTIMA:

Además del análisis estadístico, se utilizó como discriminante para cada una de las variables respuesta, los patrones o estándares de calidad establecidos para la producción masiva de la mosca del Mediterráneo según el manual de control de calidad APHIS 81-51 (3).

Los valores para cada una de las variables respuesta, son los siguientes:

6.1 PESO DE PUPA:

Para el peso de pupa el valor mínimo aceptado es de 6.5 mg, 48 horas antes de emerger del pupario, siendo este el momento en el que se mide este parámetro en la planta de san Miguel Petapa.

6.2 RECUPERACION LARVAL:

El índice mínimo de recuperación larval aceptado es de 0.155 que se obtiene de dividir litros de larva recuperada entre la cantidad de kilos de dieta de donde proviene la larva (litros de larva/kilogramo de dieta).

6.3 PORCENTAJE DE EMERGENCIA:

Se expresa en porcentaje, es el número de mosca que sale de la vaina pupal, siendo el mínimo aceptado el 80%.

6.4 PORCENTAJE DE MOSCAS VOLADORAS:

Es el número de moscas capaces de volar al emerger de la vaina pupal, siendo el mínimo aceptado un rango de 65 a 75% del total de moscas de cada tubo.

7. ANALISIS DEL EXPERIMENTO:

7.1 ANALISIS ESTADISTICO:

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con criterios de evaluación por rangos de Friedman, el cual es un método análogo al método tradicional de análisis de Bloques al Azar, difiriendo en que el método de Friedman es un método no paramétrico y clasifica con dos criterios, mientras que el ANDEVA tradicional lo hace con uno solo (18).

Se efectuó este análisis debido a que el comportamiento de las poblaciones de insectos tienden como en este caso a salirse de la curva normal, además que la prueba de Friedman es un indicador más preciso de diferencias entre tratamientos para una prueba como la realizada, en la cual las variables respuestas son representadas por características de organismos vivos (Insectos).

El análisis se realizó para cada una de las pruebas desarrolladas durante el experimento, (Determinación de % óptimo de azúcar y evaluación de germen de trigo), utilizando los resultados de los 5 tratamientos y 4 repeticiones con sus respectivas unidades experimentales para la determinación del porcentaje óptimo de azúcar.

Además del análisis de los 7 tratamientos y 4 repeticiones para la evaluación de germen de trigo. El ANDEVA de Friedman se realizó para cada una de las variables respuesta.

El ANDEVA de Friedman consiste en que al realizar la prueba se obtiene un resultado o valor de la prueba el cual se compara en una tabla de probabilidad, el resultado de la probabilidad debe ser menor de 0.05 para que exista diferencia significativa entre los tratamientos(18).

Finalmente se tomó como discriminante, a los valores mínimos establecidos o patrones de calidad óptima, tomando en cuenta los valores máximos obtenidos de los 2 mejores tratamientos para cada evaluación realizada, debido que lo importante es producir mosca con los más altos parámetros de calidad.

7.2 MODELO ESTADISTICO:

El modelo estadístico para la prueba de Friedman es el siguiente:

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

Donde:

Xr^2 = Valor de la Prueba.

n = Número de bloques.

k = Número de tratamientos.

R_j = Suma de rangos dentro de cada tratamiento.

El análisis se describe en el capítulo 4 de la sección I.

7.3 ANALISIS DE COMPARACION DE COSTOS:

Se realizó la comparación de los costos de los ingredientes de la dieta normal a base de afrecho de trigo, y el costo de los ingredientes que componen la dieta que mejores resultados obtuvo (de las evaluadas).

El método utilizado es de comparación, basado en los precios de los ingredientes a la fecha (octubre/1991).

VI. RESULTADOS

1. FASE I: DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE AZUCAR EN LA DIETA ARTIFICIAL DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO.

1.1 RECUPERACION LARVAL:

A continuación se presentan los datos obtenidos para la variable Recuperación Larval:

Cuadro 4. Lecturas de recuperación larval de prueba de determinación de porcentaje de azúcar, San Miguel Petapa, 1991.

Datos de INDICE DE RECUPERACION LARVAL				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
8% AZUCAR	0.19	0.21	0.18	0.19
10% AZUCAR	0.18	0.18	0.18	0.18
12% AZUCAR	0.19	0.23	0.18	0.19
14% AZUCAR	0.21	0.21	0.18	0.19
16.7% AZUCAR	0.18	0.20	0.20	0.20

Con los datos obtenidos de recuperación larval se procedió a efectuar una prueba de Friedman, a los tratamientos evaluados, para dicha variable. A continuación se presenta el resultado del análisis.

Cuadro 5. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman para la variable recuperación larval, San Miguel, Petapa, agosto, 1991.

J	Tratamiento	Rj	Rj/N	Rj ²
1	8% azúcar	9.5	2.375	90.25
2	10% azúcar	19.0	4.75	361.00
3	12% azúcar	9.5	2.375	90.25
4	14% azúcar	8.5	2.125	72.25
5	16.7% azúcar	13.5	3.375	182.25
Total				796
Número de bloques (N) = 4		Número de tratamientos (k) = 5		
Valor de $Xr^2 = 7.5999$		Grados de libertad = 4		
Probabilidad = 0.1074 N.S.				

El resultado de la probabilidad es de 0.1074 la cual es mayor de 0.05, lo que significa que estadísticamente no existe diferencia estadística entre la dieta normal y las dietas que se evaluaron a diferentes porcentajes de azúcar para la variable Recuperación Larval. A continuación se presenta la figura 2 con los resultados de la variable recuperación larval.

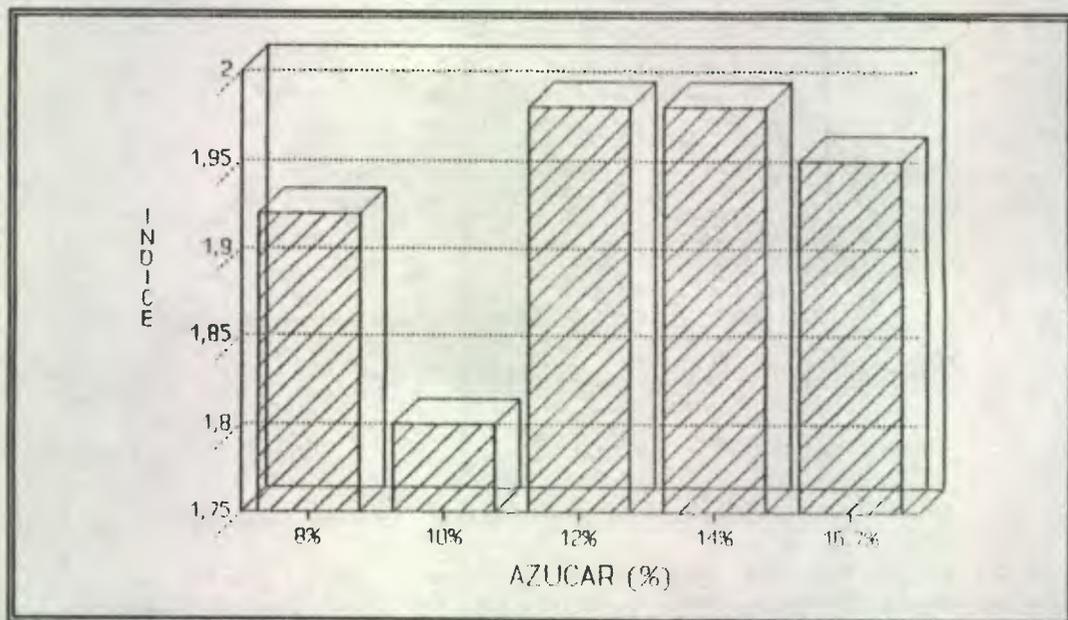
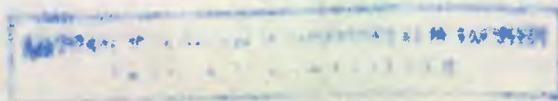


Figura 2. Índice de recuperación larval, prueba de evaluación de azúcar, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

1.2 PESO DE PUPA:

Los resultados obtenidos para la variable **Peso de pupa** son los siguientes:



Cuadro 6. Datos de peso de pupa, de la prueba de determinación de porcentaje de azúcar, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

Datos de PESO DE PUPA				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
8% AZUCAR	5.91	6.11	7.94	7.41
10% AZUCAR	6.96	6.32	7.96	7.85
12% AZUCAR	7.31	7.16	8.01	8.04
14% AZUCAR	6.91	7.22	7.23	7.98
16.7% AZUCAR	6.65	7.61	7.38	7.23

Con los datos presentados anteriormente se procedió a efectuar la prueba de Friedman para la variable **Peso de Pupa**, presentándose a continuación los resultados de la misma.

Cuadro 7. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman para la variable peso de pupa, San Miguel Petapa, Agosto, 1991.

j	Tratamiento	Rj	Rj/N	Rj ²
1	8%	7	1.75	49
2	10%	13	3.25	169
3	12%	18	4.5	324
4	14%	12	3.0	144
5	16.7%	10	2.5	100

786

Número de bloques (N) = 4 Número de tratamientos (k) = 5
 Valor de Xr^2 = 6.5999 Grados de libertad = 4
 Probabilidad = 0.1586 N.S.

El resultado de la probabilidad para la variable **Peso de Pupa** es de 0.1586 lo que significa que no existe diferencia estadística entre cada uno de los tratamientos evaluados **en** esta prueba, por ser mayor dicha

probabilidad a 0.05.

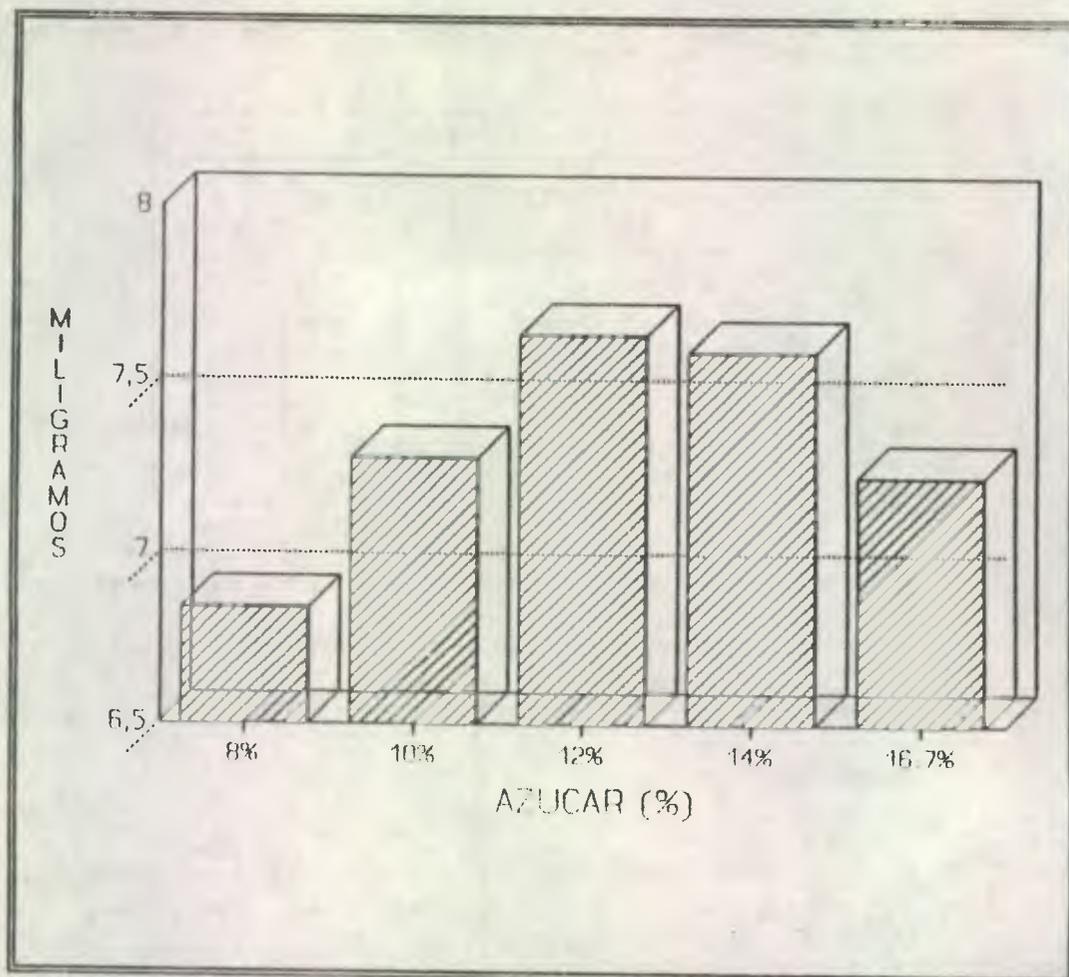


Figura 3. Peso de pupa de la prueba de evaluación de azúcar, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

Como puede observarse en la figura 3 los datos obtenidos se encuentran para todos los tratamientos por encima de los mínimos recomendados internacionalmente, pero el tratamiento 12% de azúcar resultó el que mejor resultado obtuvo en relación al peso de pupa.

1.3 Porcentaje de Emergencia:

Para la evaluación de esta variable se obtuvieron los datos que a continuación se presentan:

Cuadro 8. Datos de Porcentaje de Emergencia de la prueba de determinación de azúcar óptima, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

Datos de PORCENTAJE DE EMERGENCIA				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
8% AZUCAR	93.25	94.00	97.00	97.50
10% AZUCAR	95.00	96.00	97.75	97.75
12% AZUCAR	94.75	94.75	97.00	96.50
14% AZUCAR	94.25	95.00	96.00	97.00
16.7% AZUCAR	95.50	95.75	96.75	97.00

Los datos anteriores también fueron evaluados con la prueba de Friedman y presentaron los resultados siguientes:

Cuadro 9. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman para la variable porcentaje de emergencia, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

j	Tratamiento	R _j	R _j /N	R _j ²
1	8%	9.5	2.375	90.25
2	10%	19	4.75	361
3	12%	9.5	2.375	90.25
4	14%	8.5	2.125	72.25
5	16.7%	13.5	3.375	182.25

Total 796
 Número de bloques (N) = 4 Número de tratamientos (k) = 5
 Valor de $Xr^2 = 7.5999$ Grados de libertad = 4
 Probabilidad = 0.1074 N.S.

Como puede apreciarse, la probabilidad de esta prueba también es mayor de 0.05, ya que casi se aproxima a .11 Lo que significa que para la variable **Porcentaje de Emergencia** no existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados.

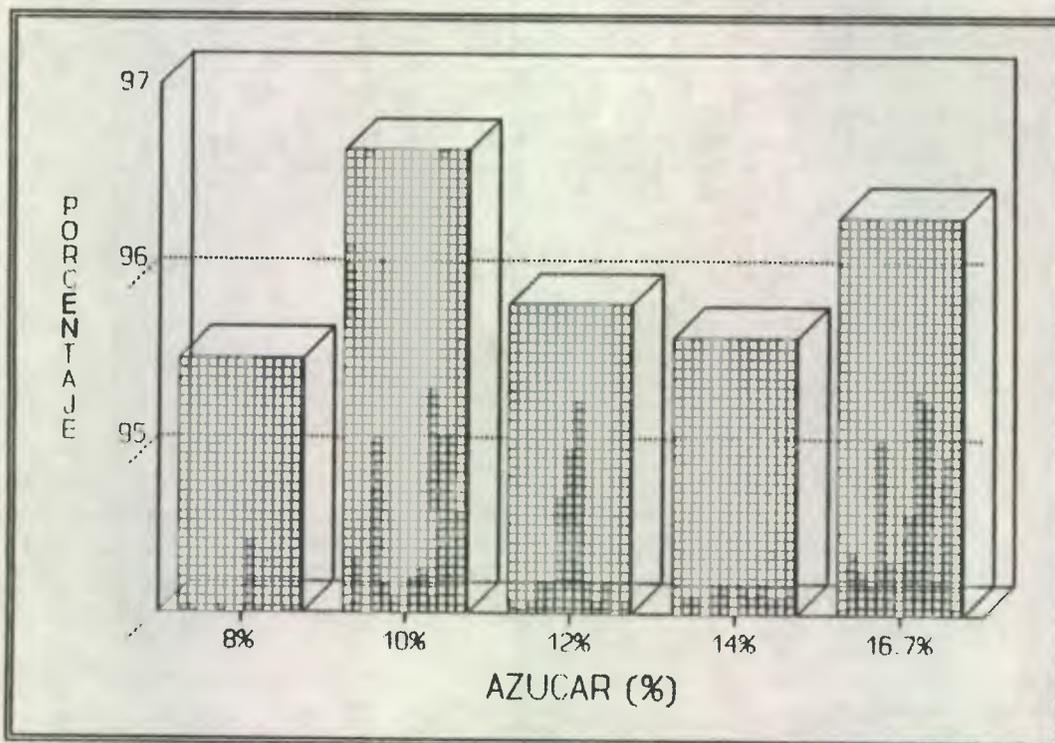


Figura 4. Porcentaje de emergencia de prueba de azúcar, San Miguel Petapa, Agosto, 1991.

La figura 4, nos muestra que para la variable % de emergencia el tratamiento 10% de azúcar se obtuvo el mejor valor.

1.4 Porcentaje de moscas voladoras ó Habilidad de Vuelo:

Los datos que fueron obtenidos para la variable **Porcentaje de mosca voladoras** para la prueba de determinación de azúcar son:

Cuadro 10. Datos de Porcentaje de moscas voladoras para la prueba de determinación de porcentaje óptimo de azúcar, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

Datos de PORCENTAJE DE MOSCAS VOLADORAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
8% AZUCAR	82.75	89.00	92.75	93.00
10% AZUCAR	87.75	88.00	94.25	92.25
12% AZUCAR	88.75	90.00	89.75	91.50
14% AZUCAR	88.50	90.50	90.25	90.25
16.7% AZUCAR	90.00	90.50	91.00	88.00

A los datos anteriores les fue realizada la prueba de ANDEVA de Friedman, la cual presentó los resultados siguientes:

Cuadro 11. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman para la variable porcentaje de voladoras, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

j	Tratamiento	Rj	Rj/N	Rj ²
1	8%	12	3	144
2	10%	12	3	144
3	12%	11	2.75	121
4	14%	11.5	2.875	132.25
5	16.7%	13.5	3.375	182.5

723.5

Número de bloques (N) = 4 Número de tratamientos (k) = 5
 Valor de Xr^2 = 0.3499 Grados de libertad = 4
 Probabilidad = 0.9864

El porcentaje de esta prueba es de 0.9864 lo que significa que no existe ninguna diferencia significativa entre los tratamientos evaluados para la variable **Porcentaje de moscas voladoras (Habilidad de Vuelo)** incluso en esta prueba según se manifiesta es donde menos diferencia estadística existe entre tratamientos.

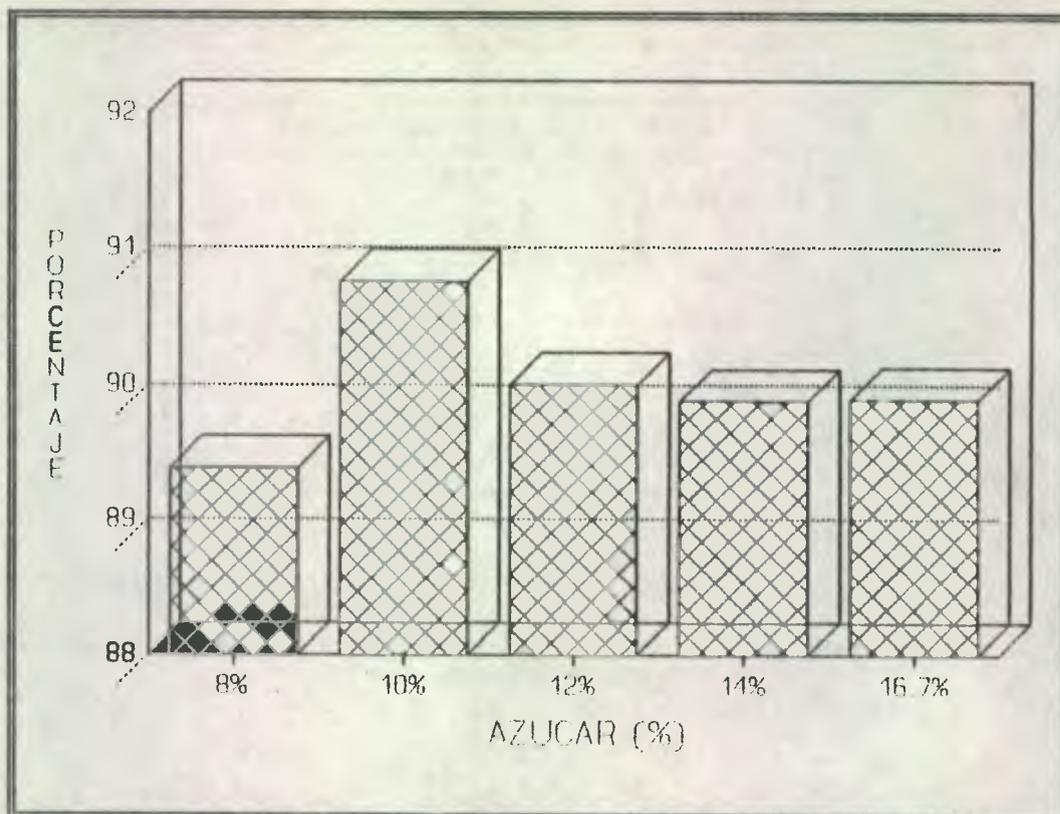


Figura 5 Porcentaje de moscas voladoras o habilidad de vuelo, para la prueba de azúcar, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

Como puede observarse para la habilidad de vuelo, el tratamiento 10% de azúcar obtuvo los mejores resultados.

1.5 ANALISIS DE EVALUACION DE PORCENTAJE OPTIMO DE AZUCAR:

De las cuatro variables que fueron analizadas para la determinación del porcentaje óptimo de sacarosa en la dieta artificial de la mosca del Mediterráneo producida en Guatemala, podemos decir que no existe diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos evaluados. Estadísticamente no es posible, para este caso, determinar cual tratamiento es mejor, pero podemos determinarlo de acuerdo a los estándares internacionales

de control de calidad para la producción de mosca del Mediterráneo estéril (3).

A continuación se presenta la tabla de resultados promedio de los tratamientos evaluados para las cuatro variables respuesta.

Cuadro 12. Promedio de las variables respuesta, evaluados para la determinación del porcentaje de sacarosa óptimo para la Moscamed, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

Datos promedio de las variables respuesta				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	RECUPERACION LARVAL	PESO DE PUPA	PORCENTAJE DE EMERGENCIA	PORCENTAJE DE VOLADORAS
8% AZUCAR	0.1925	6.8425	95.4375	89.375
10% AZUCAR	0.18	7.2725	<u>96.625</u>	<u>90.75</u>
12% AZUCAR	<u>0.1975</u>	<u>7.63</u>	95.75	90
14% AZUCAR	0.1975	7.335	95.5625	89.875
16.7% AZUCAR	0.195	7.2175	96.25	89.887

Como puede observarse en el cuadro 12, los datos con los valores más altos (Resaltados y subrayados), pertenecen al tratamiento 10 % de azúcar para las variables recuperación larval, peso de pupa y para las variables porcentaje de emergencia y porcentaje de voladoras ó habilidad de vuelo el mejor tratamiento fue de 12% de azúcar.

Lo anterior nos explica que la dieta actual utilizada para la cría masiva de Moscamed, esta sobreutilizando azúcar granulada común, como fuente de

que los que representan 10% y 12% respectivamente, lo que indica que entre estos tratamientos se encuentra el rango óptimo de azúcar que el insecto necesita para mantener su calidad, e incluso mejorarla, como puede apreciarse en los resultados obtenidos.

A continuación se presenta una figura comparativa de las variables en las que el tratamiento 12% de azúcar ofrece los mejores resultados.

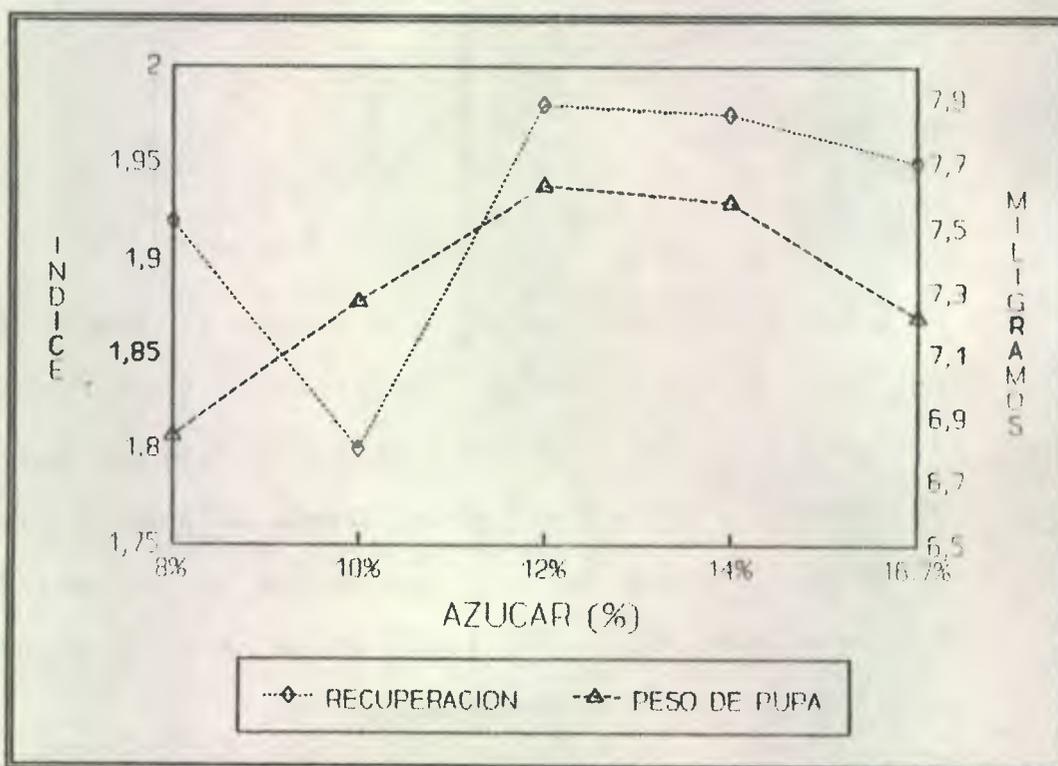


Figura 6. Comparación de tratamientos para las variables, peso de pupa y recuperación larval, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

La figura 6, nos muestra que para las variables peso de pupa y recuperación larval, el tratamiento 12% de azúcar fue el que mayores resultados obtuvo durante la prueba, para la prueba de peso de pupa, el tratamiento 14% tuvo valores similares al 12%, lo mismo se puede apreciar para la variable recuperación larval, siendo entonces 12% de azúcar una cantidad apropiada para obtener pupa de mayor peso y para obtener mayor cantidad de larva por kilogramo de dieta elaborado.

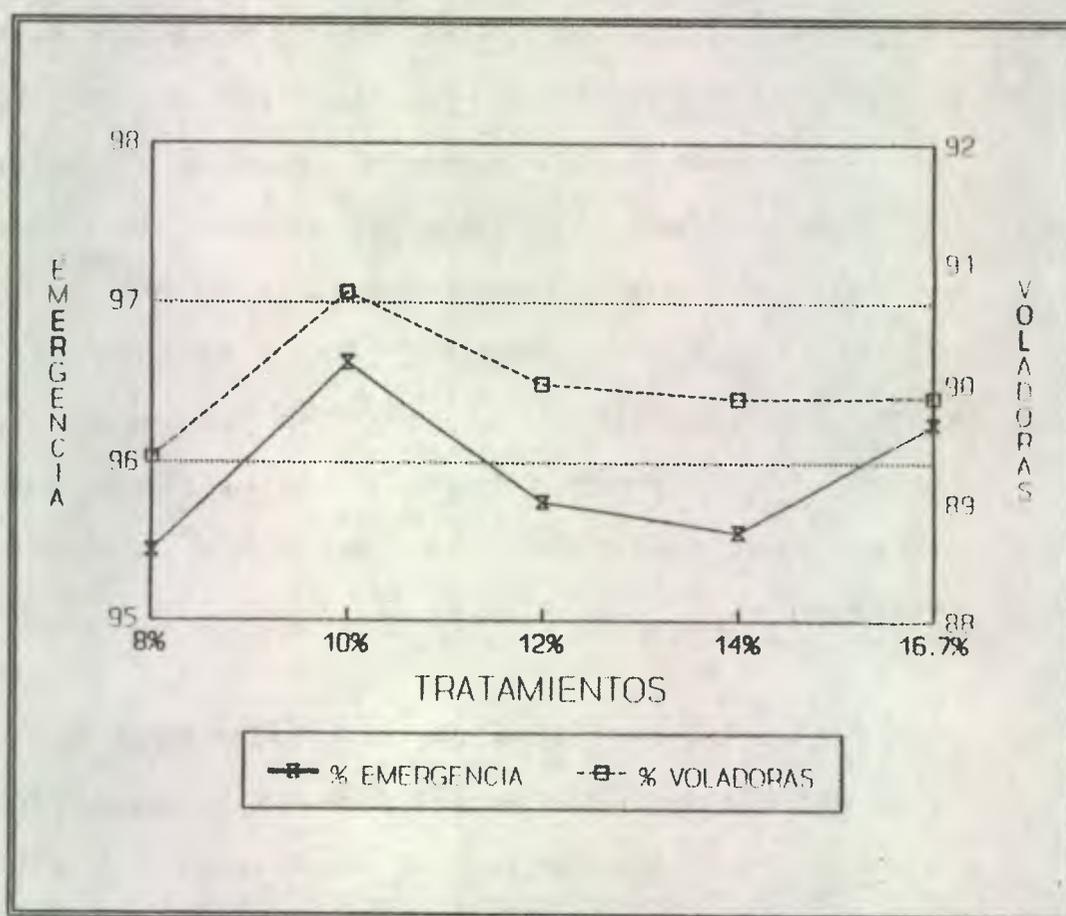


Figura 7. Comparación de tratamientos evaluados en prueba de porcentaje de azúcar, para variables porcentaje de emergencia y voladoras, San Miguel Petapa, agosto, 1991.

Como puede apreciarse en la figura 7, el tratamiento de 10% de azúcar presenta los datos mas altos para las variables porcentaje de emergencia y porcentaje de moscas voladoras, tal comportamiento se debe a que para obtener mosca con mayor capacidad de vuelo y mayor emergencia, su peso deberá ser un poco menor, aunque no estadísticamente significativo, en relación a el tratamiento 12%, porque como puede apreciarse la diferencia entre ambos no es alta.

Debido a que los tratamientos 10% y 12% de azúcar presentaron los mas altos resultados fueron seleccionados para evaluarse en la segunda fase del experimento, basándonos en que para la producción de mosca estéril, mientras más altos los resultados del control de calidad mejor será la mosca producida, y las moscas obtenida bajo estos dos tratamientos fueron las que mejor calidad tenían, lo que puede deberse a que el rango óptimo de azúcar que necesitan se encuentra entre estos tratamientos.

Esto a la vez indica que cantidades mayores a un 12% ya no son aprovechadas por el insecto de forma adecuada, lo que se constituye en una sobreutilización de azúcar en la dieta que actualmente se elabora, pues el 16.7% es más alto de lo que realmente el insecto necesita.

Es importante mencionar que todos los tratamientos obtuvieron datos mayores que los establecidos internacionalmente para el control de calidad de la Mosca del Mediterráneo estéril producida bajo condiciones de crianza masiva.

El tratamiento 8% de azúcar no fué considerado, porque sus valores para las variables peso, Habilidad de vuelo y porcentaje de emergencia fueron los más bajos, principalmente el peso, el cual esta en el límite critico máximo permitido.

El tratamiento 14% obtuvo buenos resultados para las cuatro variables, pero más bajos que los dos seleccionados, además de tener un costo mayor que estos, por lo que se optó por descartarlo para la segunda fase.

Concluyentemente los tratamientos 10% y 12% de azúcar son los que conjuntamente con tres niveles de germen de trigo, se evaluaron en la segunda fase de la prueba.

2. FASE II: EVALUACION DE LA SUSTITUCION DE AFRECHO DE TRIGO POR GERMEN DE TRIGO

En la segunda etapa de la prueba se evaluaron dos niveles de azúcar con tres niveles de germen de trigo, así como un tratamiento testigo, siendo este la dieta que se utiliza en la planta de Petapa. En total se evaluaron 7 tratamientos, los cuales se expusieron en el capítulo anterior.

Los resultados obtenidos se describen a continuación para cada una de las variables.

2.1 RECUPERACION LARVAL:

Para esta variable respuesta se obtuvieron los datos que se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 13. Recuperación larval de la prueba de evaluación de germen de trigo, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

Datos de INDICE DE RECUPERACION LARVAL				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
T10A5G	0.16	0.14	0.15	0.18
T10A7G	0.17	0.15	0.17	0.18
T10A9G	0.17	0.15	0.17	0.17
T12A5G	0.17	0.14	0.17	0.19
T12A7G	0.18	0.16	0.17	0.18
T12A9G	0.18	0.15	0.17	0.18
T16.7A0G	0.18	0.15	0.15	0.16

Con los datos del cuadro 13 se procedió a realizar la prueba de Friedman para la variable **Recuperación Larval**, la cual obtuvo los resultados siguientes:

Cuadro 14. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman para la variable recuperacion larval para la prueba de evaluacion de germen de trigo, San Miguel Petapa, Septiembre, 1991.

j	Tratamiento	Rj	Rj/N	Rj ²
1	10A5G	8.5	2.125	72.25
2	10A7G	17	4.25	289
3	10A9G	14.5	3.625	210.25
4	12A5G	16.5	4.125	272.25
5	12A7G	22.5	5.625	506.25
6	12A9G	20	5	400
7	16.7A	13	3.25	169

Total	1919
Número de bloques (N) = 4	Número de tratamientos (k) = 7
Valor de Xr^2 = 6.8036	Grados de libertad = 6
Probabilidad = <u>0.3394</u> N.S.	

El resultado de la probabilidad para la variable **recuperación larval** fue de 0.3394, siendo este mayor de 0.05, lo que significa que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados y el tratamiento testigo.

La gráfica 8 se presenta a continuación con los resultados obtenidos para la variable **Recuperación Larval**, en la cual se puede observar de mejor forma el comportamiento de cada tratamiento.

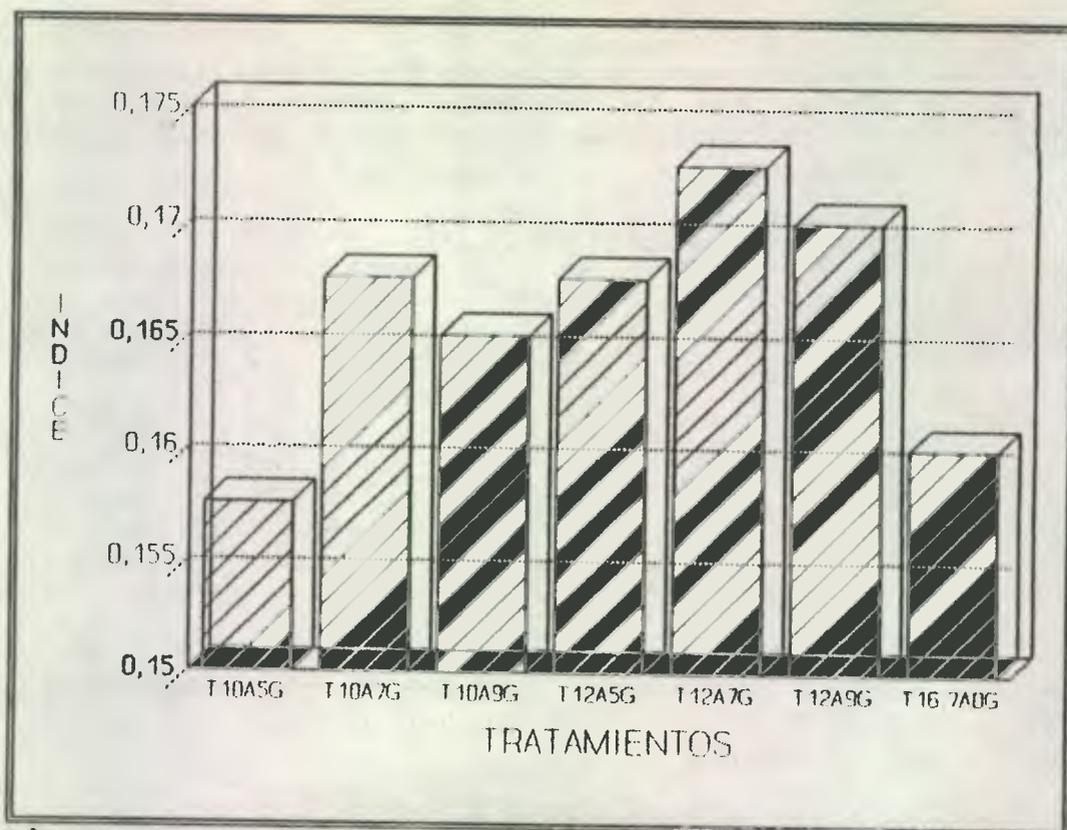


Figura 8. Índice de recuperación larval para la prueba de evaluación de germen de trigo, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

Para la variable **Recuperación Larval** se observa que el tratamiento T12A7G (12% de azúcar y 7% de Germen) es el que mejores resultados ofrece. Aunque el tratamiento T10A5G (10% de azúcar y 5% de germen) se encuentra en los límites mínimos permitidos para esta variable, los demás tratamientos se encuentran con valores por encima de los estándares de calidad.

2.2 PESO DE PUPA:

Para la variable **peso de pupa** se obtuvo los resultados que se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 15. Peso de pupa de la prueba de evaluación de germen de trigo, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

Datos de PESO DE PUPA				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
T10A5G	8.12	7.56	7.71	7.22
T10A7G	8.37	7.56	7.34	8.01
T10A9G	8.14	7.68	7.58	7.65
T12A5G	8.21	7.84	7.98	7.75
T12A7G	8.25	7.88	7.50	7.81
T12A9G	8.21	7.48	7.75	7.77
T16.7A0G	7.96	7.80	7.81	7.42

Con los datos anteriores se procedió a efectuar la prueba de Friedman la cual se presenta a continuación.

Cuadro 16. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman para la variable peso de pupa, San Miguel Petapa, septiembre de 1991.

j	Tratamiento	Rj	Rj/N	Rj ²
1	10A7G	9.5	2.375	90.25
2	10A7G	17.5	4.375	306.25
3	10A9G	13	3.25	169
4	12A5G	21.5	5.375	462.25
5	12A7G	21	5.25	441
6	12A9G	15.5	3.875	240.25
7	16.7A	14	3.5	196
Total				1905
Número de bloques (N) = 4		Número de tratamientos (k) = 7		
Valor de $Xr^2 = 6.0536$		Grados de libertad = 6		
Probabilidad = <u>0.4172</u> N.S.				

El análisis de Friedman nos muestra que para la variable respuesta, peso de pupa, para la evaluación de Germen de Trigo, no existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, debido a que la probabilidad

obtenida de 0.4172, es mayor que 0.05, la mínima esperada para determinar diferencia entre los tratamientos.

En la figura 9, podremos observar el comportamiento de los tratamientos.

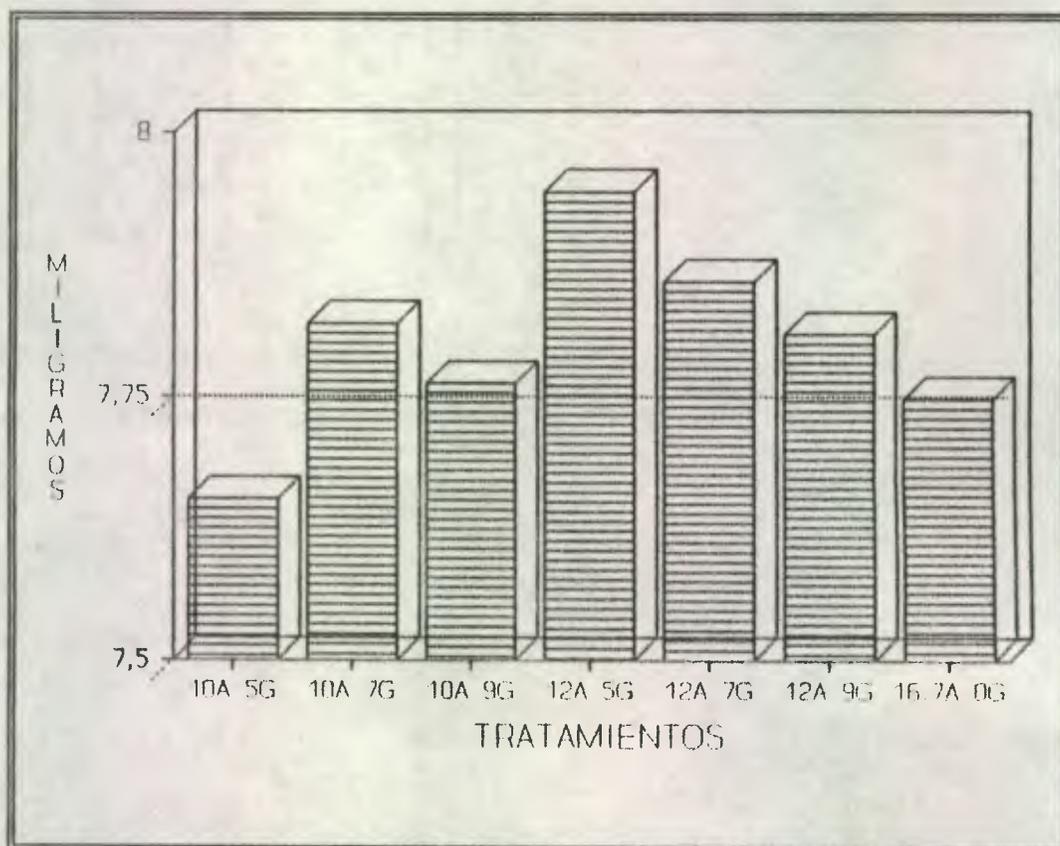


Figura 9. Comparación de el peso de pupa en la prueba de evaluación de germen de trigo, San Miguel Petapa, Septiembre, 1991.

Es importante mencionar que para el peso de pupa todos los tratamientos evaluados presentaron pesos muy por encima de los estándares de calidad, siendo el tratamiento T12A5G (12% de azúcar y 5% de germen) el que mejores resultados aportó, como puede apreciarse en la gráfica 9.

2.3 PORCENTAJE DE EMERGENCIA:

Para esta variable, se obtuvo los datos que se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 17. Porcentaje de emergencia para la prueba de evaluación de germen de trigo, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

Datos de PORCENTAJE DE EMERGENCIA				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
T10A5G	96.50	97.25	96.25	98.75
T10A7G	96.50	96.25	96.00	97.00
T10A9G	97.25	96.75	95.75	95.50
T12A5G	96.50	97.00	97.25	96.75
T12A7G	96.75	95.75	95.50	97.00
T12A9G	95.50	95.25	96.00	96.75
T16.7A0G	95.50	96.50	94.25	95.25

A los datos del cuadro anterior se les realizó la prueba no paramétrica de Friedman, la cual se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 18. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman para la variable porcentaje de emergencia, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

	Tratamiento	R _j	R _j /N	R _j ²
1	10A5G	24	6	576
2	10A7G	18	4.5	324
3	10A9G	15	3.75	225
4	12A5G	20.5	5.125	420.25
5	12A7G	15.5	3.875	240.25
6	12A9G	10.5	2.625	110.25
7	16.7A	8.5	2.125	72.25

Total 2618
 Número de bloques (N) = 4 Número de tratamientos (k) = 7
 Valor de Xr^2 = 9.4286 Grados de libertad = 6
 Probabilidad = 0.1509 N.S.

La interpretación del cuadro 18 nos dice que, para la variable **porcentaje de emergencia** la probabilidad obtenida es de 0.1509, lo que significa que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, por ser esta mayor de 0.05.

Para poder observar claramente el comportamiento de los tratamientos evaluados para la variable % de voladoras, se presenta a continuación la figura 10, con los resultados obtenidos

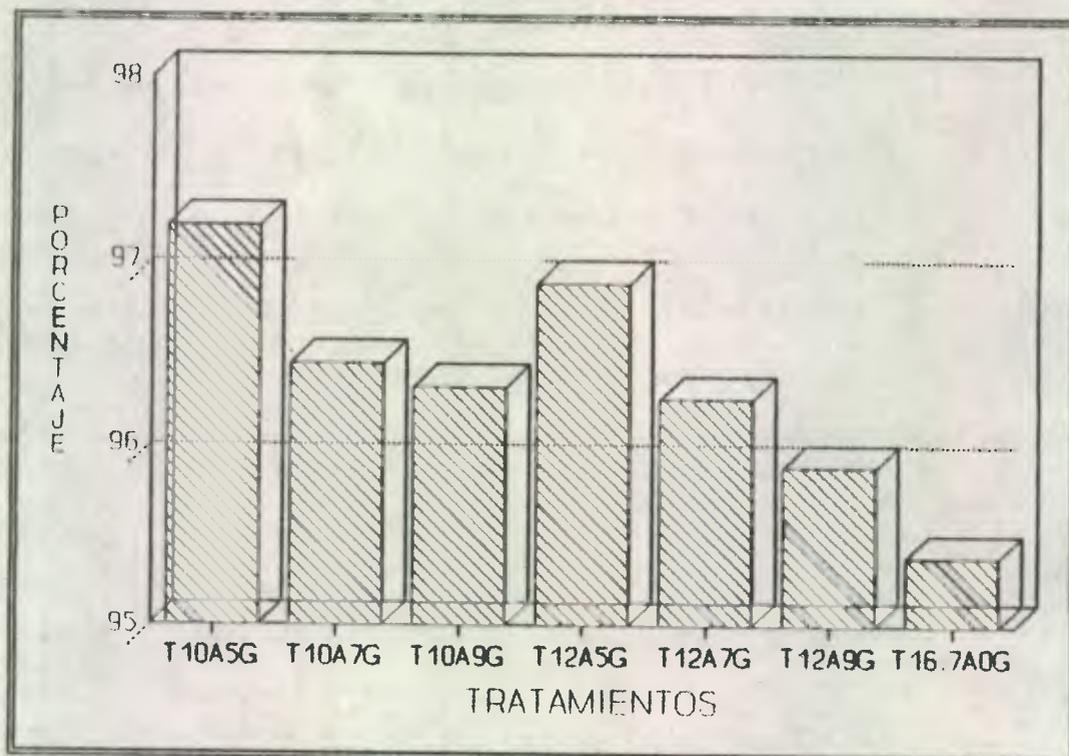


Figura 10. Comparación de porcentaje de emergencia para la prueba de germen de trigo, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

En relación a la gráfica 10, podemos observar que también todos los tratamientos se encuentran con valores mayores a los de los estándares internacionales, pero el tratamiento T10A5G (10% de azúcar y 5% de germen), obtuvo los valores más altos, seguido por el tratamiento T12A5G (12% de azúcar y 5% de germen), el que tuvo valores muy cercanos al primero, según puede apreciarse en la gráfica y resultados obtenidos.

2.4 Porcentaje de Voladoras ó Habilidad de Vuelo:

Para la variable porcentaje de Voladoras se obtuvo los resultados que se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 19. Porcentaje de moscas voladoras para la prueba de evaluación de germen de trigo, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

Datos de PORCENTAJE DE MOSCAS VOLADORAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
T10A5G	90.25	89.00	89.75	94.75
T10A7G	92.25	88.00	92.25	92.50
T10A9G	92.25	87.50	89.25	87.25
T12A5G	92.00	90.50	93.25	93.50
T12A7G	92.75	89.75	90.25	93.75
T12A9G	91.75	87.75	91.25	93.00
T16.7A0G	92.00	87.50	86.00	91.00

A los datos del cuadro 19, se les realizó la prueba de Friedman, la cual se presenta a continuación.

Cuadro 20. Análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman para la variable porcentaje de moscas voladoras ó habilidad de vuelo, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

j	Tratamiento	Rj	Rj/N	Rj ²
1	10A5G	16	4	256
2	10A7G	18.5	4.625	342.25
3	10A9G	10	2.5	100
4	12A5G	22.5	5.625	506.25
5	12A7G	23	5.75	529
6	12A9G	14	3.5	196
7	16.7A	8	2	64
Total		1993.5		
Numero de bloques (N) = 4		Numero de tratamientos (k) = 7		
Valor de $Xr^2 = 10.7946$		Grados de libertad = 6		
Probabilidad = <u>0.09493</u> N.S.				

El análisis de Varianza de Friedman del cuadro 20 nos indica que la probabilidad para la variable porcentaje de voladoras, tiene una probabilidad de 0.09493, la cual es la más baja de las obtenidas en toda la prueba, sin embargo estadísticamente no existe diferencia entre tratamientos, pues el máximo aceptado es de 0.05, por lo que para este caso tampoco podemos determinar estadísticamente que tratamiento fue mejor.

Pero con la figura 11, que a continuación se presenta, podemos saber que tratamiento obtuvo los valores más altos, para la prueba.

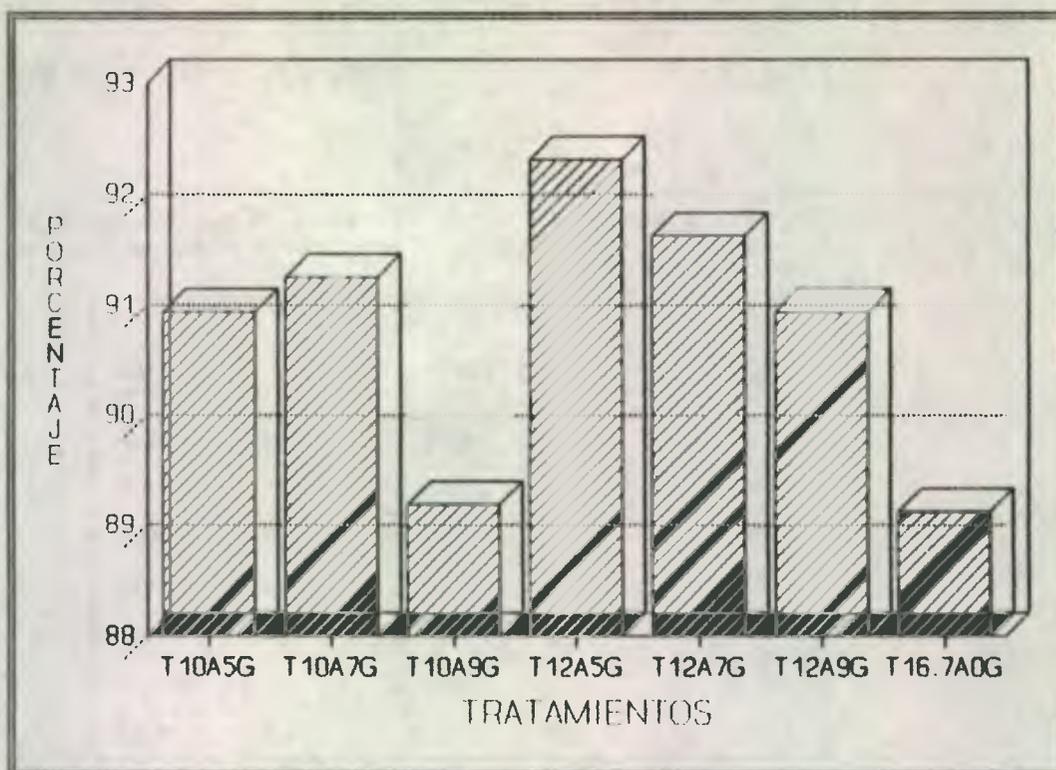


Figura 11. Comparación de porcentaje de moscas voladoras para la prueba de evaluación de germen de trigo, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

Podemos observar que para la variable porcentaje de moscas voladoras, el tratamiento que mejores resultados obtuvo fue T12A5G, aunque como se aprecia, todos los tratamientos se encuentran sobre los estándares de calidad aceptados internacionalmente.

2.5 ANALISIS DE PRUEBA DE EVALUACION DE GERMEN DE TRIGO:

Como en la fase inicial, estadísticamente no existe diferencias significativas entre los 7 tratamientos evaluados, por lo que para elegir el(los) mejor(es) tratamiento(s), se utilizaron los estándares de calidad de la mosca del Mediterráneo estéril producida masivamente, realizando una comparación de los valores

medios de cada tratamiento, para cada una de las variables respuesta evaluadas, las cuales se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 21. Datos promedio de las variables respuesta, de los tratamientos evaluados, para la evaluación de germen de trigo en sustitución de afrecho de trigo en la dieta de la mosca del Mediterráneo.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	RECUPERACION LARVAL	PESO DE PUPA	PORCENTAJE DE EMERGENCIA	PORCENTAJE DE VOLADORAS
T10A5G	0.1575	7.6525	<u>97.1875</u>	<u>90.9375</u>
T10A7G	0.1675	7.82	96.4375	91.25
T10A9G	0.165	7.7625	96.3125	89.0625
T12A5G	0.1675	<u>7.945</u>	<u>96.875</u>	<u>92.3125</u>
T12A7G	<u>0.1725</u>	<u>7.86</u>	96.25	91.625
T12A9G	<u>0.17</u>	7.8025	95.875	90.9375
T16.7A	0.16	7.7475	95.375	89.125

El cuadro 21 nos indica los mejores tratamientos para cada una de las variables respuesta de la evaluación de Germen de Trigo, para ello se tomó los valores más altos (Subrayados y Resaltados), que se obtuvo de la prueba, siendo el tratamiento **T12A5G** el que mejores resultados obtuvo para las variables peso de pupa y porcentaje de voladoras teniendo un valor alto en la variable Porcentaje de emergencia, ya que está a décimas de unidad del tratamiento que obtuvo el valor mayor.

Para la variable recuperación larval el tratamiento que obtuvo los valores más altos fue **T12A7G**, y para la variable porcentaje de emergencia el tratamiento de los valores más altos fue **T10A5G**.

De los tratamientos evaluados, los tratamientos que mejores resultados ofrecieron fueron aquellos en los que se evaluó un 5% de germen de trigo, siendo el mejor de estos el que tenía 12% de azúcar, ya que a nivel de las 4 variables, obtuvo en promedio los mejores resultados, debido a ello, se eligió al tratamiento **T12A5G**, como el que mejores resultados ofrece para la producción de mosca estéril de la MOSCAMED, como puede apreciarse en la figura siguiente.

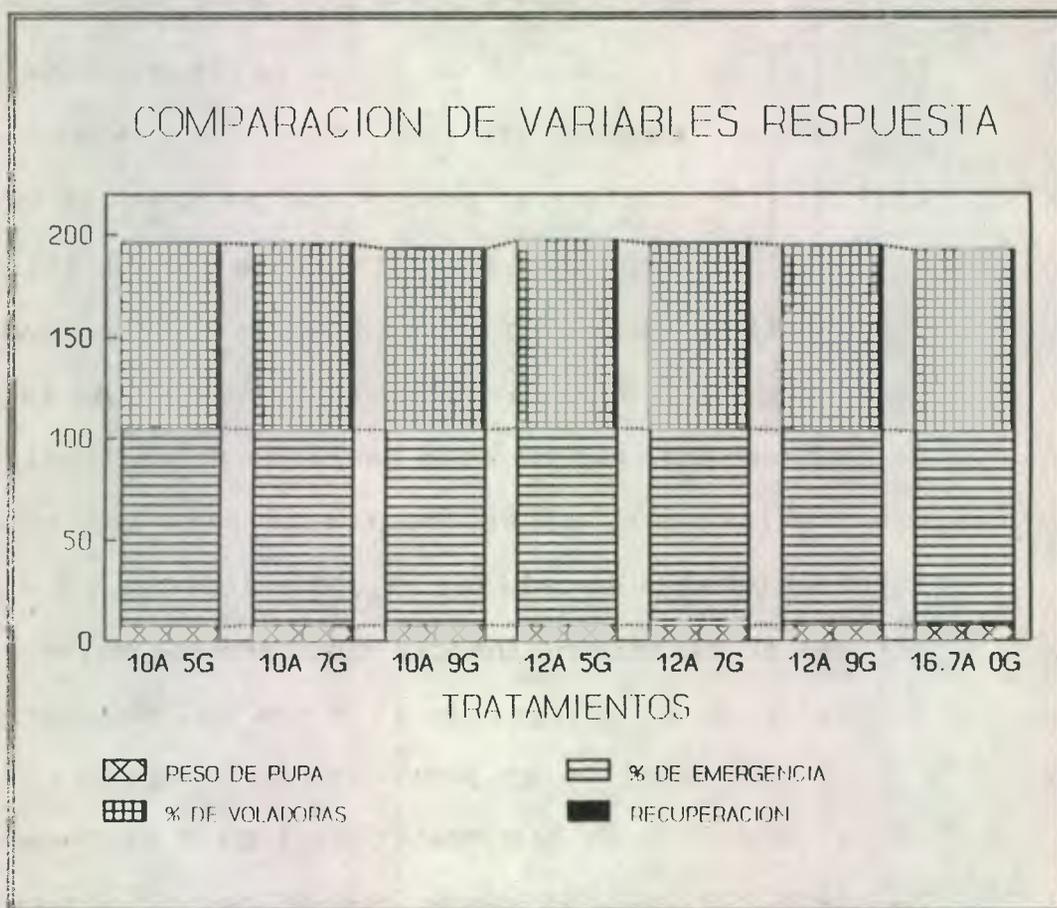


Figura 12. Comparación de los tratamientos evaluados en la prueba de germen de trigo, para las 4 variables respuesta, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

Los valores obtenidos para la determinación de un porcentaje de germen de trigo que sustituya al afrecho, y determinar el porcentaje de azúcar que sean utilizados en la dieta de la Moscamed, indican que el tratamiento T12A5G el cual obtuvo los mejores resultados, lo que significa que el insecto necesita en primer termino un porcentaje de azúcar de 12% como fuente de energía, ya que este es el porcentaje que aprovecha al máximo, y como pudo observarse, al disminuirlo, también disminuirá la calidad del insecto.

En lo que respecta al contenido de germen de trigo en la dieta utilizando un 5% se obtiene mosca de alta calidad, en lugar del 9.9% de afrecho que la dieta actual utiliza, se avaluaron porcentaje mayores al 5%, pero estos no son aprovechados totalmente por el insecto, lo que significa que sería desperdiciado un porcentaje mayor de germen, y se ve reflejado en el descenso de la calidad de la Moscamed, aunque este descenso no es significativo estadísticamente, si es importante para los estandares internacionales de calidad (3), que indican que a mayores valores de calidad el insecto cumplirá con mayor eficacia su misión en el control de la Mosca del Mediterráneo.

A continuación se presenta una comparación de los datos obtenidos de las cuatro variables respuesta entre la dieta normal y la dieta que se recomienda en base a los resultados obtenidos, lo cual da una idea clara de

las diferencias entre ambas dietas.

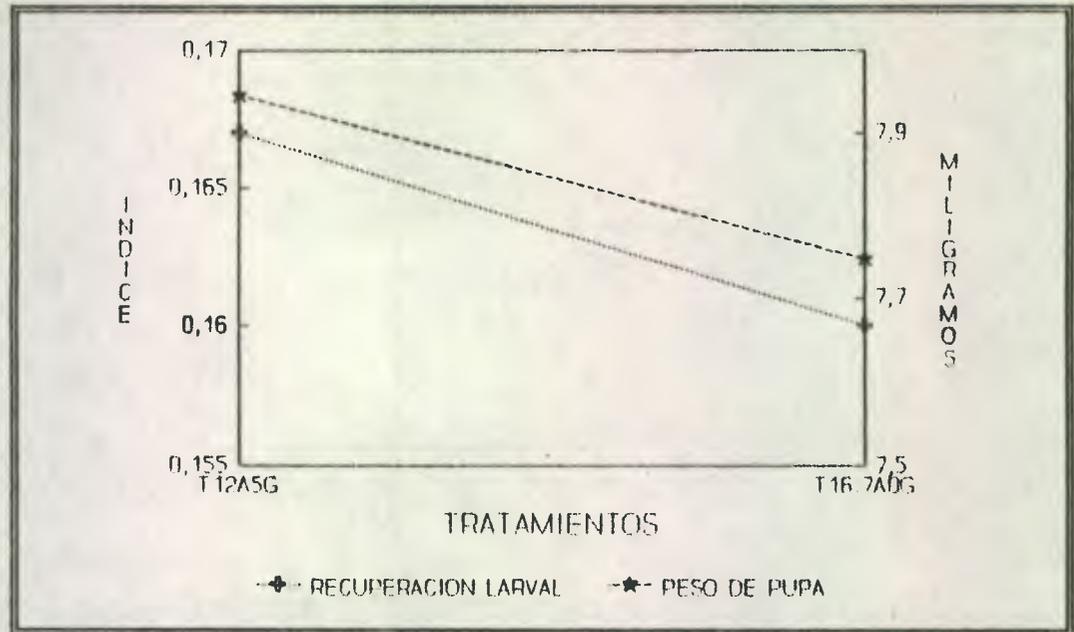


Figura 13. Comparación de las variables peso y recuperación larval de la prueba de germen de trigo, San Miguel Petapa, Septiembre de 1991.

Podemos apreciar en la figura 13 que la dieta a base del tratamiento recomendado (T12A5G), supera a la dieta normal, en lo que a peso de pupa y recuperación larval se refiere, ya que en ambas variables los resultados de la dieta normal resultaron menores a la dieta recomendada.

En la figura siguiente observaremos las diferencias entre la dieta normal y el tratamiento T12A5G, para las variables restantes.

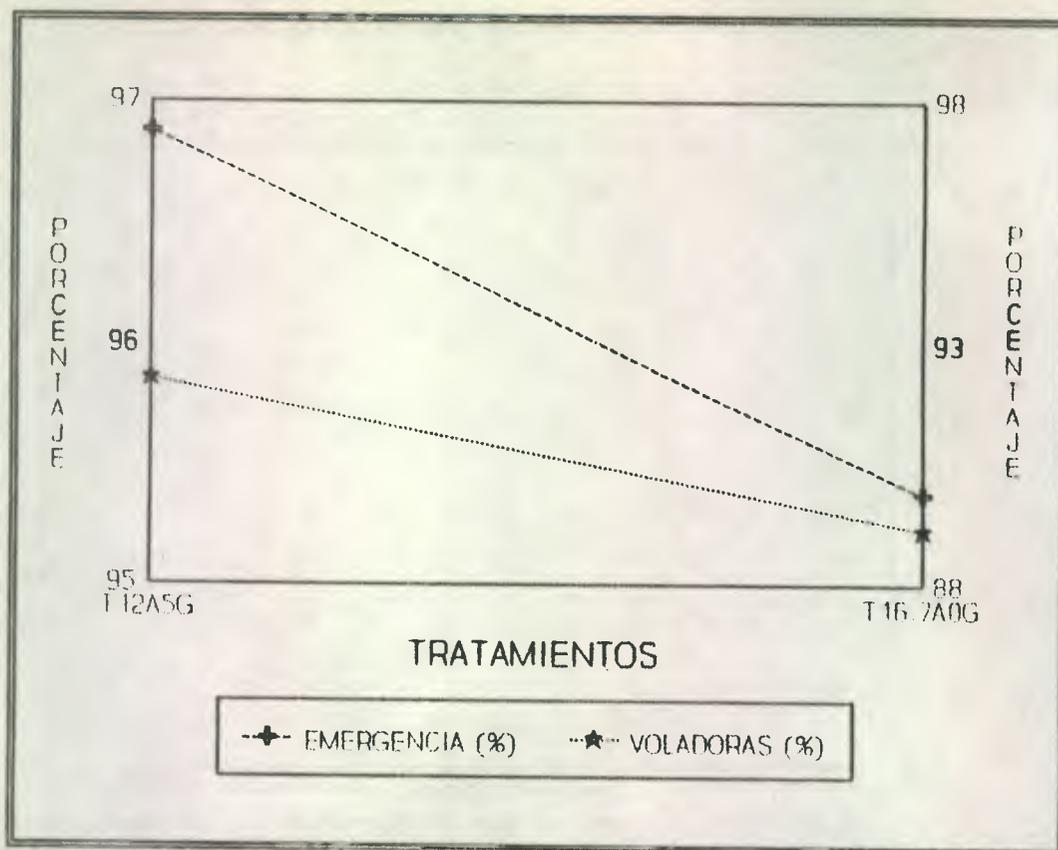


Figura 14. Comparación de las variables porcentaje de emergencia y porcentaje de moscas voladoras, para la prueba de germen de trigo, San Miguel Petapa, septiembre de 1991.

En la figura 14 puede apreciarse claramente que el tratamiento T12A5G obtuvo resultados mayores al tratamiento a base de la dieta normal, lo que indica que la dieta recomendada es mejor que la dieta del tratamiento testigo, para las cuatro variables respuesta analizadas, a continuación se presenta una comparación de costos de los tratamientos en mención.

2.6 COMPARACION DE COSTOS:

Es necesario realizar una comparación de los costos de la dieta normal y los costos de la dieta que contenga

un 5 % de germen de trigo y un 12% de azúcar, lo cual se presenta a continuación:

Cuadro 22. Análisis de costos de 1000 kg. de dieta actual y dieta con 5% de Germen de Trigo y 12% de azúcar, San Miguel Petapa, septiembre, 1991.

COSTO DE DE 1,000 KG. DE DIETA			
DIETA 9.9%AFRECHO 16.7AZ.		DIETA 5% GERMEN Y 12% AZUCAR	
INGREDIENTE	COSTO Q.	INGREDIENTE	COSTO Q.
AFRECHO DE T.	70.29	GERMEN DE T.	82.5
AZUCAR	315.63	AZUCAR	226.8
BAGAZO DE CAÑA	24.75	BAGAZO DE CAÑA	24.75
ACID. CITRICO	82.90	ACID. CITRICO	82.90
BENZ. DE SODIO	36.53	BENZ. DE SODIO	36.53
LEVADURA	895.95	LEVADURA	895.95
COSTO TOTAL	Q1426.05	COSTO TOTAL	Q1349.43
DIFERENCIA	+ Q76.62	DIFERENCIA	- Q76.62

El cuadro 22 nos muestra que el costo de producción de la dieta recomendada es de Q1349.43 por 1,000 kg. de dieta producidos, mientras que para la dieta utilizada actualmente el costo es de Q1426.05, lo que implica que al utilizar la dieta recomendada se obtendrá un ahorro de Q76.62 por cada 1000 kg de dieta producidos.

Este ahorro se obtiene de la reducción del porcentaje de azúcar, donde de gastar Q315.63 se reduce el gasto a q226.80, lo que significa una reducción de Q88.77, sin embargo comparando los costos de afrecho y germen tenemos que con al afrecho el costo es de Q70.29, mientras que el costo del germen es de Q82.50, lo que significa que el aumento es de Q12.21, pero al restarlo del aumento del azúcar tenemos que Q88.77 (ahorro de

azucar), menos Q12.21 (incremento en costo de germen), no da un ahorro de Q76.56.

Este dato es sumamente importante si se toma en cuenta que se elaboran de 2,500 a 3,000 kg/día de dieta, con un promedio anual de un Millón de kg de dieta producidos, esto significaría que con la nueva dieta habría un ahorro de Q76,620.00/año.

Los costos fueron calculados en base a los precios de la fecha actual (Octubre/1991).

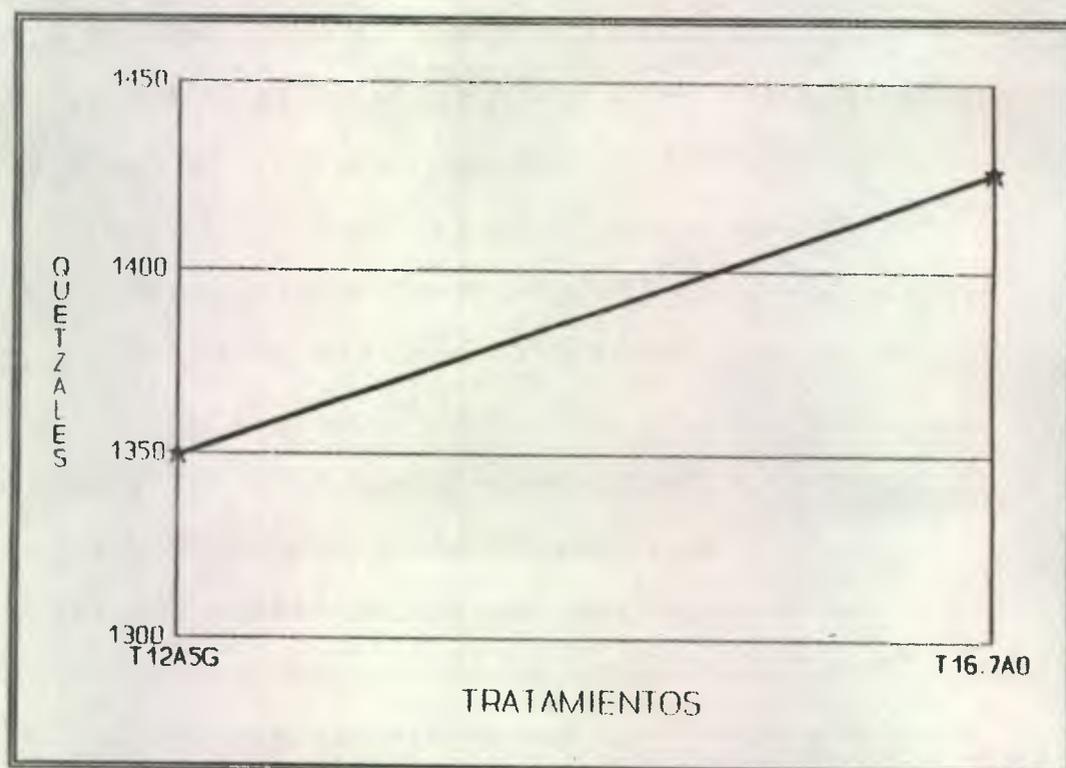


Figura 15. Comparación de los costos de producción de una tonelada de dieta a base de tratamiento 12% de azúcar y 5% de germen, dieta normal, San Miguel Petapa, septiembre de 1991.

La figura 15 compara las diferencias en cuanto al costo de la producción de una tonelada de dieta, basada en cada uno de los tratamientos (normal y el mejor según evaluación), en la cual puede apreciarse que también el tratamiento T12A5G tiene la ventaja de ser una dieta más económica, sumado a que la calidad de la mosca producida es mucho mayor a la que se produce con la dieta actual, con promedio de calidad más alto que el que los estándares internacionales permiten, se propone la dieta en base al tratamiento T12A5G como la más adecuada para utilizar en la planta de San Miguel Petapa, para producir mosca del Mediterráneo estéril.

VII. CONCLUSIONES

1. Al utilizar 12% de azúcar granulada en lugar de 16.7% en la dieta artificial de la mosca del Mediterráneo, no disminuye la calidad del insecto producido.
2. La mosca producida con un 12 % de azúcar granulada, en relación a la calidad de las cuatro variables evaluadas, es superior a la producida utilizando 16.7%.
3. El porcentaje de germen de trigo adecuado, como ingrediente de la dieta artificial de la mosca del Mediterráneo, es de 5%, ya que proporciona mejor resultado en las variables evaluadas.
4. La dieta con un 12% de azúcar y 5% de germen de trigo, produce mosca de mejor calidad que la dieta utilizada actualmente en la planta de San Miguel Petapa.
5. Los costos de la dieta de germen de trigo son 5% más económicos que la dieta producida a base de afrecho de trigo, lo que significa un ahorro de mas de Q76,000.00/año, basados en los volúmenes de dieta producidos anualmente.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar en la planta de producción masiva de mosca del Mediterráneo estéril de San Miguel Petapa, la dieta basada en un 5% de germen de trigo en sustitución del 9.9% de afrecho de trigo, y 12% de azúcar en lugar de 16.7% utilizados en la dieta que se elabora actualmente.

2. Se recomienda (cuando la situación económica de la planta lo permita, debido a su alto costo), efectuar un análisis de los contenidos nutricionales que la dieta normal y la dieta de germen de trigo proporcionan al insecto.

3. Se recomienda evaluar si el porcentaje de levadura utilizado es el adecuado para la dieta de la Moscamed, o puede ser susceptible a cambios como el azúcar y el germen de trigo.

IX BIBLIOGRAFIA.

1. ASHRAF, M.; TANAKA, N; HARRIS, E.J. 1978. Rearing of oriental fruit flies: a need for wheat germ in the larval diet containing bagasse, (a non-nutritive agent). *Annals of the Entomological Society of America (EE.UU.)* 71:674-676.
2. BURSELL, E. 1970. *An introduction to insect physiology.* London, Academic Press. 276 p.
3. BRAZZEL, J.R. *et al.* 1986. Required quality control test, quality specifications, and shipping procedures for laboratory produce mediterranean fruit flies for sterile insect control programs. United States Department of Agriculture. Animal and Plants Health Inspection Service. Handbook no. 81-51. 31 p.
4. BREWER, F.D.; LINDING, O. 1984. *Ingredientes for insect diets.* United States. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 25 p.
5. BURK, T.; CALKINS, C.O. 1985. *Conducta de apareamiento de la mosca del mediterráneo y estrategias de control.* Estados Unidos, Departamento de Agricultura. 10 p.
6. CALDERON, J. 1990. *Description of the mass rearing process of the mediterranean fruit fly (Ceratitis capitata Wied) at the plant San Miguel Petapa medfly mass production plant.* Guatemala, Comisión Moscamed. 6 p.
7. CHAPMAN, R.F. 1982. *The insects, structure and function.* 3th ed. United States, Harvard University Press. p 84-94.
8. DADD, R.H. 1973. *Insect nutrition: current developments and metabolic implications.* *Annual Review of Entomology.* (EE.UU.) 18:381-420.
9. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. 1984. *Developments of an alternative technology for quarantine treatment of fruits and vegetables.* Washington, D.C. 23 p.
10. ----- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. *Manejo y control de plagas de insectos.* México, LIMUSA. 522 p.
11. FRIEND, W.G. 1956. *Nutritional requirements of phytophagous insects.* *Annual Review of Entomology (EE.UU.)* 3:57-71.

12. GUTIERREZ S., J. 1976. La mosca del mediterráneo y los factores ecológicos que favorecen su establecimiento en México. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Sanidad Vegetal. 180 p.
13. HOUSE, H.L. 1961. Insect nutrition. Annual Review of Entomology (EE.UU.) 6:13-23.
14. PARRA J., R.P. 1980. Metodos para medir consumo e utilizacao da alimentos por insetos. Curso da Tecnicas de criacao e Nutricao de insetos (6., 1980, Campinas Sao Paulo Brasil). Anais congreso Brasileiro de Entomologia. Sao Paulo Brasil, Congreso Brasileiro de Entomologia. p. 77-102.
15. SANCHEZ L., S. 1980. Impacto económico de las moscas de la fruta en Guatemala. Guatemala, Programa Moscamed. p. 13-14.
16. TANAKA, N.; HARRIS, E.J.; ZUMREOGLU, A. 1979. The need for wheat germ in the larval diets of the mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera; trypetidae). Turk. Bit. Kor. Derg (Hawaii) 3(3):131-138.
17. VARGAS, R.I.; CHANG, H; WILLIAMSON, D.L. 1983. Evaluation of a sugar cane bagasse larval diet for mass production of mediterranean fruit fly (Diptera:Tephritidae) in Hawaii. Journal of Economic Entomology (Hawaii) 76(6):1360-1362.
18. WAINE, W.D. 1988. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. México, D.F., Limusa. p 539-544.

de Bo.
Petrucci





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

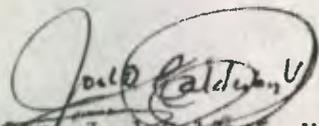
Ref: Sem.011-92
 009

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE SACAROSA Y EVALUACION DE GERMEN DE TRIGO COMO SUSTITUTO DEL AFRECHO DE TRIGO COMO FUENTE DE ESTEROLES EN LA DIETA ARTIFICIAL DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (Ceratitis capitata Wied.) PRODUCIDA EN GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JULIO FRANCISCO CRUZ URRUTIA

CARNET NO: 8630556

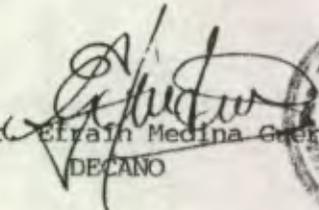
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


 Ing. Agr. Joel Calderón Vielman
 ASESOR


 Ing. Agr. Alvaro Hernández
 ASESOR


 Dr. Luis Mejía de León
 DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E:


 Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



/sler

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
 Biblioteca