

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA PUPA ESTERILIZADA CON CESIO 137 EN
LA CALIDAD DE LOS ADULTOS DE MOSCA DEL MEDITERRANEO,
Ceratitis capitata Wiedemann

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

POR

OSCAR EFRAIN ALVAREZ CONTRERAS

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
"INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS
DE PRODUCCION AGRICOLA"

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, ABRIL DE 1991

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

DL
01
-(1143)

GUATEMALA, ABRIL DE 1991

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
R E C T O R
DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

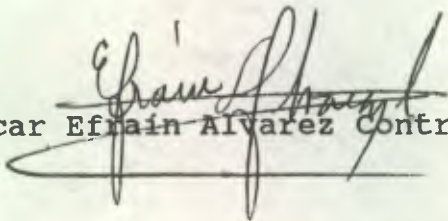
DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martinez M.
VOCAL 1o.	Ing. Agr. Mynor Estrada
VOCAL 2o.	Ing. Agr. Efraín Medina
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez Estrada
VOCAL 4o.	P. Agr. Alfredo Itzep M.
VOCAL 5o.	P. Agr. Marco Tulio Santos
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo establecido por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA PUPA ESTERILIZADA CON CESIO 137 EN LA CALIDAD DE LOS ADULTOS DE MOSCA DEL MEDITERRANEO, Ceratitis capitata, Wiedemann.

En espera de que el mismo merezca vuestra aprobación, me es grato presentarles mi respetuoso saludo.

Atentamente,


Oscar Efraín Álvarez Contreras

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

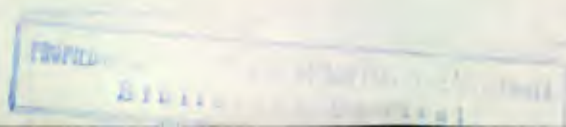
A LA XII PROMOCION DE AGRONOMOS DEL CURSO DE ADIESTRAMIENTO
EN PRODUCCION AGRICOLA (CAPA), INSTITUTO DE CIENCIA Y
TECNOLOGIA AGRICOLA (ICTA), 1989

A MIS COMPAÑEROS DE FACULTAD

Herbert Zambroni, Julio
Abugarade, Jayron Zaldaña,
Efrén Vicente, Erick Véliz,
Juán Carlos Ruiz, Juán Carlos
Granados Friely, Gérman Scheel
Sergio Morales, Marco T. Duarte
Hemner Leonel López, Gustavo
Hernández, Julio Lee, Estuardo
Rivera y Byron Páz.

A LOS DEPARTAMENTOS DE RETHALULEU Y JUTIAPA

A LOS AGRICULTORES DE GUATEMALA



ACTO QUE DEDICO

A DIOS, CREADOR DE LA VIDA EN EL UNIVERSO

A MIS PADRES

Lic. Obdulio Arnoldo Alvarez M. (Q.E.P.D.)
Maria Magdalena Contreras L.
Por todo el amor infinito que me
brindaron, especialmente mi abnegada
MADRE

A MIS HERMANOS

Obdulio Arnoldo Alvarez Contreras
por su apoyo irrestricto hacia mi
persona
Carlos Enrique Alvarez C. (Q.E.P.D.)
Rossana Lavinia Alvarez Contreras
Por su amor y comprensión

A MIS ABUELOS

Eugenio Contreras Vázquez (Q.E.P.D.)
Victoria López de Contreras (Q.E.P.D.)

A MIS TIOS Y TIAS

A MIS PRIMOS

E N G E N E R A L

A MI NOVIA

Cristina Taracena Gonzalez
por su amor y dedicación

A MIS AMIGOS

Con mucho cariño y agradecimiento por su
valiosa y sincera amistad demostrada en
en todo momento

AGRADECIMIENTOS

DESEO EXPRESAR MI SINCERO AGRADECIMIENTO

- A: Ing. Agr. Msc. Joel Calderón Vielman, por su acertada dirección en la ejecución del presente estudio.
- A: Ing. Agr. Salvador Sánchez Loarca, por sus enseñanzas y sabia asesoría durante la realización del presente trabajo.
- A: Ing. Agr. Msc. Flavio Linares, por brindar sus conocimientos para el enriquecimiento de éste estudio.
- A: Ing. Agr. Msc. Carlos Cáceres, por compartir su experiencia durante la realización de ésta investigación.
- A: Ing. Agr. Carlos Rodríguez, por su desinteresada cooperación
- A: Ing. Agr. Alberto Chamorro, por su ayuda durante la ejecución de éste trabajo.
- A: Ing. Agr. Msc. Juan González, por su amistad y ayuda durante mi formación profesional.
- A: EL PROGRAMA MOSCAMED de Guatemala, por toda la ayuda y el apoyo absoluto para la realización de esta tesis.
- A: Las secciones de control de calidad y de mantenimiento de la Planta de Producción de Mosca Estéril del PROGRAMA MOSCAMED, por su colaboración.
- A: Ing. Agr. Msc. Marco T. Aceituno, por su valiosa asesoría.
- A: Mi madre y hermanos, por todo el apoyo que me dieron durante mi carrera profesional.

CONTENIDO

Tema: pagina:

RESUMEN

I.	INTRODUCCION	1
II.	JUSTIFICACION.....	2
III.	OBJETIVOS.....	3
IV.	HIPOTESIS.....	3
V.	REVISION DE LITERATURA	4
	Importancia de la mosca del Mediterráneo.....	4
	Programa de erradicación de la mosca del	
	Mediterráneo.....	5
	Producción de mosca estéril en Guatemala.....	7
	Antecedentes.....	18
VI.	MATERIALES Y METODOS	20
VII.	RESULTADOS Y DISCUSION	31
VIII.	CONCLUSIONES	39
IX.	RECOMENDACIONES	41
XI.	BIBLIOGRAFIA CITADA.....	42

ANEXO

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS:

PAGINA:

1. ANDEVA para porcentaje de emergencia	32
2. ANDEVA para porcentaje de vuelo	32
3. ANDEVA para I.A. en laboratorio	33
4. Medias de I.A. en laboratorio	34
5. ANDEVA de I.A. en campo	36
6. Medias de I.A. en campo	36
7. Condiciones Ambientales	38

ANEXO

8. Medias de I.A. (no transformadas)	46
9. Resultados promedio, peso y sexo	46

FIGURAS:

PAGINA:

ANEXO

1. Correlación entre el peso de pupa y el peso de adulto de Moscamed	47
2. Correlación entre el diametro y peso de pupa de Moscamed	48
3. Porcentaje de emergencia y voladoras de Mosca estéril	49
4. Correlación entre habilidad de vuelo e I.A. a nivel de campo para machos	50
5. Correlación entre habilidad de vuelo e I.A. a nivel de campo para hembras	51
6. Medias de los I.A. a nivel de campo, por peso y sexo	52
7. Medias de los I.A. a nivel de laboratorio por peso y sexo	53
8. Correlación entre habilidad de vuelo e I.A. a nivel de campo, machos 5-6 mg	54
9. Media de los I.A. en laboratorio	55
10. Media de los I.A. en campo	56
11. Correlación entre datos de campo y laboratorio	57

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PUPA ESTERILIZADA CON CESIO 137 EN LA CALIDAD DE LOS ADULTOS DE MOSCA DEL MEDITERRANEO (Ceratitis capitata, Wiedemann)

PUPAL SIZE EFFECT ON THE QUALITY OF MEDITERRANEUM FRUIT FLY (Ceratitis capitata, Wiedemann) ADULTS STERILIZED WITH CESIUM 137.

RESUMEN

El programa MOSCAMED de Guatemala creado para la prevención y control de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata, Wiedemann), utiliza varias técnicas integradas dentro de las cuales se encuentra la Técnica del Insecto Estéril (TIE), que consiste en la cría, esterilización y liberación de moscas en el campo, para lo cual se cuenta con una Planta de Producción de mosca estéril. En la Planta de Cría y esterilización de Mosca del Mediterráneo, ubicada en el municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala, constantemente se efectúan estudios con el objetivo de lograr que el insecto que se produce y esteriliza sea de la mejor calidad y desempeñe su función en el campo en forma eficiente.

En el presente estudio se evaluaron tres diferentes rangos de peso de pupa de mosca del Mediterráneo: 5-6 mg, 6.01-7 mg y 7.01-8 mg, frecuentemente encontrados en las pruebas de control de calidad que diariamente se realizan.

El objetivo de esta investigación fue conocer el efecto que tiene el peso de la pupa en la calidad de la mosca producida, lo cual se manifiesta a través de su habilidad de vuelo y su propensión a aparearse. El estudio se realizó debido a que se necesita conocer dentro del Programa MOSCAMED, el tamaño más adecuado de pupa que al ser liberado sea hábil para dispersarse y copular, de esta forma se puede orientar la producción de moscas en la obtención de un tamaño uniforme lo que constituye la optimización de los recursos.

Para cumplir con los objetivos planteados en el estudio se efectuaron pruebas de porcentaje de emergencia, habilidad de vuelo, y propensidad a la cópula. La metodología empleada para esta investigación se basó en el manual de procedimientos de control de calidad utilizado por la Unidad de Producción de Guatemala. Además, se llevaron a cabo dos estudios de correlación para determinar el grado de asociación entre algunas relaciones corporales de la mosca del Mediterráneo. Los resultados de las pruebas de porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo reflejaron que no hubo efecto del tamaño de la mosca en cuanto al porcentaje de moscas emergidas y a la habilidad para dispersarse. En las pruebas de propensidad al apareamiento, se encontró un efecto marcado del peso; en pruebas de campo como de laboratorio, el peso que tuvo los más altos índices de propensidad al apareamiento fue el de 6.01-7 mg, tanto para machos como para hembras. En segundo lugar se ubicaron los individuos de 7.01-8 mg y por último, los individuos de 5-6 mg.

En éste estudio se concluye en algunos aspectos de preferencia de machos y hembras en relación al apareamiento y también se recomienda el peso de 6.01-7 mg de peso como el más competitivo en aspectos sexuales que es lo que se busca en la liberación de insectos estériles en el campo.

I. INTRODUCCION

La comisión tripartita México-Guatemala-Estados Unidos de America (comisión MOSCAMED) fue creada con el objeto de planificar y realizar las estrategias para la erradicación de la mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata Wiedemann.) (14). El propósito de erradicar la plaga de Guatemala, fue la de formar una barrera que impidiera su avance hacia el sur de México y los Estados Unidos de Norteamérica.

La erradicación de esta plaga unicamente se logra por medio de la Técnica del Insecto Estéril (TIE), que consiste en la cría, esterilización y liberación masiva de insectos adultos en el campo. Para lograr éste objetivo se construyó una planta de cría y esterilización de mosca del Mediterráneo, en Guatemala en 1984, ubicada en el municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala. Con el propósito de hacer más eficiente la mosca producida en Guatemala, se dedicó una serie de estudios tendientes a evaluar y mejorar la calidad de la misma (19). Dentro de estos estudios se incluyó determinar si el tamaño de las moscas criadas en laboratorio influye en el apareamiento, ya que actualmente no se tiene información originada en éste, acerca del comportamiento sexual de los diferentes tamaños de moscamed producidos por la unidad de producción de Guatemala.

Este estudio pretendió comprobar si insectos de mayor tamaño son más competitivos sexualmente, por lo que se evaluaron 3 pesos de pupa (5-6, 6.01-7 y 7.01-8 mg) y los dos sexos en el apareamiento, pesos que frecuentemente se encuentran al realizar los controles de calidad rutinarios.

II. JUSTIFICACION

Dentro de un programa de control integrado de la mosca del Mediterráneo con fines de erradicación, el control autocida (TIE) es el más apropiado, ya que en esta forma se tiene escaso riesgo para el medio ambiente (15). El programa MOSCAMED de Guatemala ha tratado de que el control autocida sea cada vez más eficiente tanto a nivel de campo como a nivel de costos (19), para lo cual, el material producido se somete a pruebas de control de calidad. Dentro de las pruebas de control de calidad, se determina la distribución del peso de las pupas de los lotes producidos. El peso de la pupa es un indicador de algunas características de comportamiento de la mosca adulta (2).

La importancia del peso ó tamaño de las moscas producidas en laboratorio con respecto a su actividad sexual, al ser liberadas en el campo para un control efectivo ha sido determinada en Hawaii, donde se tienen planes de erradicación de la Moscamed. Debido a que las condiciones de cría de la Moscamed y la ecología donde se liberan es diferente a la nuestra, no se puede inferir que el comportamiento de la Moscamed sea similar en diferentes hábitats, por lo tanto, es de importancia comprobar esta teoría en nuestro país. La determinación del peso de pupa más competitivo, tiene una influencia a nivel de costos de producción ya que se orienta la producción para obtener un peso de pupa uniforme y se regula la densidad de mosca a liberar por área, con lo cual se logra una optimización de los recursos.

III. OBJETIVOS

III.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el efecto del peso de las pupas de Mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata Wiedemann.) irradiadas con Cesio 137 sobre la calidad de los adultos producidos en Guatemala.

III.2 Objetivos específicos:

III.2.1 Evaluar el efecto del peso de las pupas de mosca del Mediterráneo irradiadas con Cesio 137 en la habilidad de vuelo de los adultos producidos en el laboratorio.

III.2.2 Evaluar la competitividad sexual entre tres pesos de pupa de Mosca del Mediterráneo irradiadas con Cesio 137 en el apareamiento.

IV. HIPOTESIS:

IV.1 Por lo menos uno de los tres pesos de pupa a evaluar presentará diferencia en cuanto a su calidad en estado adulto.

IV.2 No existe diferencia en la propensidad al apareamiento entre los tres pesos de pupa de mosca del Mediterráneo irradiadas con Cesio 137.

V. REVISION DE LITERATURA

5.1 Importancia de la mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedemann).

La mosca de la fruta del Mediterráneo (Moscamed) está considerada como una de las plagas más perjudiciales para la fruticultura y horticultura. Su origen se ha establecido en el Africa Occidental, pero se le dio ese nombre por habersele encontrado haciendo daño en la cuenca del Mediterráneo. En la actualidad se encuentra en Europa, Oceanía, sur y Centroamérica y Hawaii (10). Se tiene una lista de más de 250 plantas hospederas entre frutas, hortalizas y plantas silvestres.

Su capacidad destructiva es enorme, se reporta que en algunos casos causa hasta el 80 % de pérdidas (26). En 1929 se introdujo por primera vez en los Estados Unidos y la erradicación requirió enormes y costosos esfuerzos. A la fecha, los gastos estatales y federales destinados a los programas de detección y erradicación en cada introducción en ese territorio totalizan unos 500 millones de dolares americanos (26). En 1955, la Moscamed se estableció en Costa Rica y en 1977 ya se había diseminado por Centroamérica y el sur de México. En ese año, los gobiernos de Estados Unidos de América, México y Guatemala iniciaron un programa de cooperación conocido como MOSCAMED, cuyos objetivos son erradicar la plaga en México y Guatemala, y detener su avance hacia las zonas Norte de estos países (10).

5.2 Biología

La Moscamed pertenece a la familia Tephritidae de las moscas de la fruta, éste grupo está compuesto por unas 4000 especies distribuidas en los países tropicales, subtropicales y templados del mundo (18).

Sus larvas se alimentan dentro de las frutas y ocasionan su caída, por eso representa una de las más graves plagas agrícolas (8). Los diferentes estados por los que pasa la Mosca med son: huevo, larva, pupa y adulto, que en nuestro medio se lleva a cabo en un período promedio de 28 días (18).

La hembra deposita sus huevecillos dentro de la fruta bajo la cáscara, cuando ésta madura. Dependiendo de la temperatura del medio ambiente, la incubación puede tardar de 2 a 30 días (18). Al eclosionar el huevecillo, la larva resultante excava hacia el interior de la fruta hospedera, hace galerías en todas direcciones en busca de alimento, actividad que produce la descomposición de la fruta y provoca más tarde su caída del árbol. El desarrollo larvario se completa en 6-11 días, abandona posteriormente la fruta para pasar al suelo donde se entierra a una profundidad de 1-3 cm y se transforma en pupa (18). En el suelo, la larva pierde su movilidad forma una cápsula generalmente de color café que se conoce como pupa. El estado de pupa puede permanecer de 9 días a varios meses, según la temperatura del medio, posteriormente emerge una mosca adulta (18). De acuerdo con las condiciones ecológicas, la mosca en estado adulto puede vivir varios meses. Normalmente, su período de vida es de 1 a 2 meses en climas cálidos, pero puede alcanzar hasta 10 meses en climas templados o fríos. La madurez sexual de los adultos se alcanza a los 4-5 días de edad y se aparean los sexos en función reproductiva (18).

5.3 Programa de erradicación de la mosca del Mediterráneo en Guatemala (Programa MOSCAMED)

Las actividades del programa MOSCAMED han estado encaminadas hacia la erradicación de la Mosca med en Guatemala. Dentro de las acciones de detección se puede mencionar el trampeo y muestreo de la fruta, para detectar presencia de mosca y proceder a su control (18).

En lo que se refiere al control, se ha utilizado el control químico, el cual se lleva a cabo efectuando aspersiones aéreas y terrestres de cebo tóxico formado por Malathion y proteína hidrolizada, el control mecánico, que consiste en coleccionar fruta dañada y enterrarla, el control legal, que consiste en cuarentenas situadas en aeropuertos, puertos marítimos y carreteras. Para complementar, el control autocida que ha tenido bastante éxito en nuestro medio (14). El control autocida o sistema de liberación de insectos estériles fue aceptado como método práctico en la lucha contra plagas en la década de 1950 con la erradicación del gusano barrenador Cochliomya homnivorax (Coquerel) de la isla de Curazao. A partir de ese éxito se realizaron estudios con otras especies, siendo los ensayos relacionados con las moscas Tephritidae los más viables (15).

En Guatemala, la técnica del insecto estéril (TIE) se inició a finales de 1977. En esta época se efectuaron liberaciones de especímenes estériles por vía terrestre (15). En 1978 se inició la liberación aérea, para la cual fue necesario construir un laboratorio para la recepción y emergencia de la Mosca med proveniente de los centros de producción ubicados en Costa Rica y Austria, así como contratar aviones y adquirir el equipo para la liberación (15). En la actualidad, Guatemala cuenta con un laboratorio de cría masiva de mosca estéril, el cual está ubicado en San Miguel Petapa, Guatemala, Guatemala. En la planta de San Miguel Petapa se produce un promedio semanal de 150 millones de pupa de mosca estéril, los cuales se liberan vía aérea o terrestre en la barrera biológica establecida en las zonas de la costa suroccidental del país, Norte, Noroccidente y Nororiente (19).

5.4 Producción de mosca estéril en Guatemala

La planta de cría y esterilización de Moscamed en Guatemala, está localizada en San Miguel Petapa, Guatemala, fue fundada en agosto de 1984 y fue diseñada inicialmente para producir 100 millones de moscas estériles por semana bajo el sistema de producción de tombolas o Nadel (19). A partir del año de 1986 se amplió utilizando el sistema "Popping" o de Hawaii que es el unico que funciona en la actualidad (19). Los sistemas de cría Nadel y "Popping" tienen similares procedimientos para la producción de Moscamed, difiriendo unicamente en lo que respecta a la separación de la larva antes de su maduración. Las etapas por las que pasa la Moscamed dentro de estos sistemas para su cría masiva se llevan a cabo en diferentes salas de la planta (19): sala de reproductores, sala de burbujeo, sala de recepción y siembra de dietas, sala de iniciación larval, sala de maduración larval I, sala de maduración larval II, sala de maduración larval III, cuarto oscuro, maduración de pupas, sala de colecta natural (sistema Hawaii) y sala de colecta mecánica (Sistema Nadel), sala de pintado e irradiación, sección de control de calidad.

5.4.1 Sala de reproductores

En la sala de reproductores se encuentra la colonia de insectos adultos fértiles que proporcionan los huevecillos necesarios para mantener la producción a los niveles requeridos. Esta colonia consta de 20 jaulas de aluminio y tela, con una capacidad para medio millón de moscas cada una. En cada jaula se colocan 500 mil pupas de 9 días de edad, que al llegar a adultos y reproducirse, ovipositan sobre una tela que cubre la jaula, los huevecillos son removidos de la tela por la parte exterior y recolectados en canales ubicados en la parte inferior de la jaula y despues de la colecta son trasladados a la sala de burbujéo, previa desinfección (19).

5.4.2 sala de burbujéo

Después de ser colectados y desinfectados los huevecillos, se colocan en botellones de 5 lts de capacidad. En cada botellón de burbujeo se coloca una proporción huevecillo-agua desinfectante de 1:21 respectivamente (1 ml de agua contiene aproximadamente 27,000 huevecillos en suspensión). En esta área permanecen los huevecillos por un período de 48 horas (19).

5.4.3 sala de recepción y siembra de dietas

De la sala de burbujéo el huevecillo pasa a esta sala. En esta sala se recibe la dieta que servirá para la alimentación de las larvas que eclosionan de los huevecillos sembrados en ella. La dieta que se brinda a las larvas está compuesta de la siguiente forma (19): bagazo de caña (9.9 % en peso), levadura de torula (9.9 % en peso), afrecho de trigo (9.9 % en peso), azúcar (16.7 % en peso), benzoato de sodio (0.5 % en peso), ácido cítrico (0.5 % en peso) y agua 52.6 %.

La utilización de diferentes sustratos de bagazo (caña o remolacha) se debe a su disponibilidad en los lugares de producción de Moscamed. El bagazo de caña mezclado con la dieta absorbe el agua, provee una distribución de nutrientes y sirve como un sustrato alimenticio para las larvas (27). La función del sustrato en la dieta larvaria de mosca del Mediterráneo, es la de proporcionarle un ambiente adecuado para su desarrollo, como aireación dentro del medio, buena absorción de nutrientes y humedad, adecuada consistencia de la mezcla de ingredientes, temperatura dentro del medio no muy alta (6). La levadura de torula por su parte constituye la fuente proteínica del medio, el afrecho de trigo provee fibra cruda y ácidos grasos, el azúcar es una fuente alta de carbohidratos y el benzoato de sodio como preservante e inhibidor de microorganismos en la dieta (27).

Por último, el ácido cítrico se utiliza como regulador del pH del medio. El agua, por su parte es el solvente en el que se encuentran disueltos los demás componentes de la dieta (27).

Ya que se han recibido los huevecillos de la sala de burbujeo y se tiene preparada la dieta, se procede a la siembra de éstos. La siembra se lleva a cabo por medio de un dosificador "Filamatic", colocando la solución huevecillo-agua sobre una capa de 5 kg de dieta fresca. La solución que se utiliza para la siembra se calcula de la siguiente forma:

$$\text{solución} = \frac{100 \times \text{Cantidad de huev.en ml disponible} \times 27,000}{\text{densidad de siembra}} *$$

* 27,000 = número de huevecillos en 1 ml de agua

Las densidades de siembra que se utilizan frecuentemente en la planta de San Miguel Petapa son de 85,000 huevecillos por charola de dieta de 5 kg, lo que equivale a 17 huevecillos por gramo de dieta rindiendo un peso de pupa promedio de 7 mg (19), la densidad mencionada ha sido establecida en base a varias pruebas realizadas en la planta en las que se determinó que a mayor densidad de siembra mayor número de huevecillos y menor peso de pupa, y su relación directa con la afección a propiedades del insecto adulto como fecundidad y supervivencia.

Los resultados obtenidos coinciden con los resultados por Peters & Barbosa (1977) en estudios efectuados con Lymantria dispar (palomilla gitana) que fue de los primeros insectos objeto de control biológico, y también en especies como Drosophila sp., Plusia gamma y pieris brassicae, en donde se determinó una densidad de siembra apropiada, tras estudios con densidades de siembra bajas comparada con densidades altas.

Manoukas & Tsiropoulos (1976), por su parte hicieron un estudio en la mosca de la fruta del olivo, Dacus oleae (Gmelin) y determinaron que en las densidades de siembra más altas (80 y 100 huevos/gramo de dieta), se obtuvieron las menores cantidades de larva, además los pesos de pupa más bajos y los porcentajes de mortalidad más altos, casi comparables en estos aspectos fueron las densidades más bajas (5, 10 y 20), mientras las densidades intermedias (40 y 60) tuvieron los mejores resultados (20).

5.4.4 área de iniciación larval

Las charolas sembradas se trasladan a esta área en la cual permanecen durante 48 horas bajo condiciones ambientales de 29° C y 95-100 % humedad relativa (19).

5.4.5 areas de maduración larval

En el sistema Hawaii son 3 áreas en donde el insecto madura gradualmente para no exponerlo a cambios ambientales bruscos. En el área I las larvas permanecen por un período de 12 horas a 24° C y 75 ± 5 % humedad relativa. En el área II el material permanece durante 36 horas a 22° C y 75 ± 5 % de humedad relativa. El tiempo de permanencia en el área III es de aproximadamente 36 horas, dependiendo de cuando la larva alcance su madurez fisiológica, después es trasladado a la sala de colecta (19). En el sistema Popping la maduración pupal se da en el área de colecta donde las larvas maduras saltan en forma natural desde charolas (ubicadas en anaqueles) hacia un recipiente de madera con aserrín en donde empupan. Después de ser colectadas, las pupas pasan a un cuarto oscuro por un período de 48 horas hasta completar su pupación, luego son separadas del aserrín por medio de una máquina y finalmente ser trasladada al cuarto de maduración de pupas donde las pupas son colocadas en cribas de aluminio, éstas últimas a su vez en anaqueles identificados con números correlativos de fecha de siembra y de colecta, aquí permanecen durante 8 días antes de ser irradiadas (19).



Del material que se dirige a el área de irradiación se selecciona una parte de pupa de buena calidad (en base a su tamaño) que se utilizará en el área de reproductores é iniciar de nuevo el proceso y otra parte para el área de control de calidad.

5.4.6 sala de pintado e irradiación

En esta sección se lleva a cabo el proceso de esterilización del material biológico que será liberado posteriormente en el campo. Las pupas que se encuentran en el cuarto oscuro son seleccionadas por personal de la sección de irradiación de acuerdo a la edad que tienen según su identificación, esto es, cuando hayan acumulado de 210 a 240 horas de pupación (22). Se selecciona el material a ser irradiado en base a la coloración de los ojos de las pupas, basado en una escala creada por Ruhm y Calkins que indica la edad más adecuada para que la pupa pueda ser irradiada, normalmente 48 horas antes de la emergencia (25). Además, se escoge una muestra al azar que se envía a la sección de control de calidad (22). Ya que se ha seleccionado el material a ser irradiado, éste se pesa y luego se coloréa. Seguidamente, con fines de envasado, la pupa se deposita en bolsas plásticas. Al envasarse la pupa se provoca el fenómeno llamado anoxia (carencia total de oxígeno), al cerrarse los envases. Esto último se lleva a cabo con el fin de disminuir el daño a la pupa en órganos somáticos, al disminuirse al mínimo las actividades metabólicas del insecto al cerrar la bolsa (16).

Cada bolsa debe ir numerada en forma correlativa, las bolsas se depositadan en cilindros calados de acero inoxidable y luego se procede a introducir las al irradiador (22), que induce Completa esterilidad. La esterilidad heredada aún no ha sido estudiada lo suficiente y en moscas de la fruta se desconoce el riesgo que podría representar la liberación de individuos parcialmente estériles (8).

Después de ser irradiado cada cilindro se le incorpora la información proporcionada por la sección de control de calidad, para fines de envío (22).

5.4.7 área de control de calidad

Esta área tiene como objetivo evaluar la calidad de los insectos resultantes del proceso de producción (19). Las pruebas que se realizan en esta área se basan en procedimientos desarrollados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), como en trabajos realizados por los laboratorios de producción de la Mosca del Mediterráneo, localizados en México, Guatemala, Hawaii y Viena, Austria (9). Boller et al. (1981) describió los detalles técnicos de las series de pruebas de calidad aceptadas internacionalmente, combinadas dentro de un paquete de procedimientos de normas de control de calidad (2). Este fue desarrollado en Suiza a solicitud de la Agencia Internacional de energía atómica (4).

Los componentes del sistema son:

- a. calibración del tamaño de pupa
- b. pruebas de habilidad de vuelo y prueba multicomponente que incluye mortalidad pupal, clasificaciones de emergencia y capacidad del adulto para ejecutar un funcionamiento definido de vuelo
- c. prueba de alarma que mide la irritabilidad y reacción de hembras vírgenes y finalmente
- d. la prueba de propensidad al apareamiento.

Dentro de estas pruebas, fueron de interés para éste estudio, las pruebas de calibración pupal (determinación de los pesos de las pupas producidas), porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo y propensidad a la cópula, descritas a continuación.

5.4.7.1 Calibración del tamaño de pupa

Esta prueba se utiliza para conocer la distribución del tamaño de las pupas que se están produciendo. El tamaño de la pupa es un indicador del peso de la misma, y se correlaciona bien con parametros de tamaño de los adultos (2). La calibración de la pupa se lleva a cabo colocando una muestra de 200 a 500 pupas en un aparato calibrador similar a los utilizados para la selección de semillas (2). Este aparato consiste en dos barras de metal las cuales giran, lo que ocasiona que las pupas vayan de un extremo a otro y caigan fuera de éste. La separación entre ambos cilindros va de menor a mayor, lo que selecciona las pupas en 11 categorías de acuerdo a su diametro (23). Los diferentes diametros de pupa que resultan de la separación son iguales en todas las máquinas, cuando éstas están bien calibradas (21).

5.4.7.2 Porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo

Estos parametros se evalúan simultáneamente y su procedimiento es como sigue:

- dentro de una jaula de plexiglas de 0.40 x 0.30 x 0.30 m se colocan 4 cajas de petrí con 100 pupas cada una, de 7 días de edad (48 horas antes de la emergencia). Sobre cada caja petri, se coloca un tubo negro de plexiglass de 0.10 x 0.09 m con un diametro de 90 mm. Una vez que emergen las moscas, éstas vuelan através del tubo. Se procede a calcular los porcentajes hasta que todas las moscas que emergen hayan escapado o muerto (2 ó 3 días). Una vez completada la prueba, se utiliza un formulario para registrar los datos necesarios del material dejado en la caja. Para calcular los porcentajes de emergencia y habilidad de vuelo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% E = 100 - (\text{pupas no emergidas} + \text{adulto parcialmente emergido})$$

$$\% V = \% E - (\text{adulto deforme} + \text{adulto no volador})$$

Las jaulas deben ser colocados en un cuarto mantenido a 25° C y una humedad relativa de 60 %. La intensidad de luz debe promediar a 1,500 lux con iluminación por 14 horas y un período de obscuridad de 10 horas (9).

5.4.7.3 pruebas de cópula

Estas pruebas se han adaptado a Ceratitis capitata Wied. despues de que dieron buenos resultados en Rhagoletis cerasi y se utiliza para medir algunas características dentro del comportamiento sexual de la Moscamed (2), aunque en algunos casos se han utilizado para hacer selección de individuos dentro de un programa de mejoramiento genético (3). Dentro de las pruebas de cópula que se utilizan para medir el comportamiento sexual de las moscas de la fruta están: Competitividad sexual, frecuencia de apareamiento y propensidad a la cópula (velocidad) (4). La prueba de competitividad sexual se ha usado para medir el vigor o competitividad, al mezclar moscas criadas en laboratorio con moscas silvestres. La prueba de frecuencia de apareamiento consiste en medir el número de apareamientos realizados por una mosca individual durante un período de tiempo definido (4). Por último, la prueba de propensidad a la cópula (velocidad) mide la actividad de apareamiento de parejas individuales, en relación al lapso entre encontrarse sexualmente las parejas y la iniciación de apareamiento (3). Esta ultima prueba es la que se utiliza en el laboratorio de control de calidad de Guatemala y se efectúa de la siguiente forma. Se colectan 5,000 pupas de un lote a ser evaluado justo antes que se lleve a cabo la irradiación en el sitio de producción é inmediatamente despues de su recibo en el sitio de la liberación (9).

Las pupas son colocadas en jaulas de plexiglass de 0.30 x 0.30 x 0.40 m, con un agujero en la parte superior de 0.20 m de diametro cubierto con malla y otro agujero en la parte frontal con un diametro de 0.15 m cubierto con malla de nylon fino, con comida y agua.

Los machos y las hembras son separados después de 8 horas de haber emergido y son mantenidos así en compartimientos apropiadamente etiquetados. Cada compartimiento individual debe tener 30 machos o hembras (9). Deben prepararse un total de 6 compartimientos por cada sexo. Esto permitirá tener una caja extra ya que la prueba consiste de cinco réplicas. Cualquier compartimiento de hembras que se encuentre posteriormente que contiene uno o más machos debe ser desechado (9). Los compartimientos de los machos deben ser inspeccionados periódicamente y cualquier hembra o pareja de apareamiento descubierta debe ser removida (9). Los sexos deben mantenerse separados por seis días, ya que la edad más propicia para que estos copulen es de 7 días (2). Las moscas son mantenidas en un cuarto con las siguientes condiciones una temperatura de 25° C, un porcentaje de humedad relativa de 60 % y un fotoperíodo de luz de 14 horas alrededor de 1,500 lux y 10 horas de obscuridad completa (9).

La prueba se debe iniciar al 70. día de edad de los adultos, en las primeras horas de la mañana y debe efectuarse inmediatamente después de 10 horas de obscuridad (4). Se transfieren 25 machos a una jaula de plexiglas durante un período de 5 minutos en luz, posterior a éste período se transfieren las 25 hembras (9). La jaula preparada es entonces expuesta a luz total y las moscas deben estar listas para aparearse. La prueba debe realizarse bajo las mismas condiciones climatológicas y de luz a las que se ha mantenido a las moscas (9). Una vez que las jaulas han sido preparadas, se acciona un contador de tiempo y las parejas son removidas según se aparean, en intervalos de 10 minutos (2). Se debe mantener un registro de las parejas que copulan, según Farias (1971) el tiempo mínimo para que haya transferencia de esperma en una cópula de individuos de *Moscamed* es de 4 minutos; de acuerdo a un ensayo efectuado por él con *Moscamed*, donde también determinó que a mayor tiempo de cópula, mayor transferencia de esperma y

mayor número de huevos ovipositados (11). Ya que después de 60 minutos no hay formación de parejas (2), el número de machos y hembras que no están obviamente deformadas o lisiadas en cada jaula deben ser contadas. De la prueba de propensidad a la cópula, se obtiene información que puede expresarse como porcentaje de cópula por cada período de 10 minutos, pero esta no se presta a ser analizada estadísticamente, por lo tanto los datos deben transformarse a términos de Índice de apareamiento (I.A.) (2).

El cálculo de índice de Apareamiento (cópula), se lleva a cabo utilizando el formulario descrito en la página siguiente.

La prueba se divide en seis períodos de 10 minutos (columna A), según las parejas se forman en la jaula, éstas son removidas y registradas en la columna B. El número de parejas para cada período (B) se multiplica por el factor de peso (D) y se ingresa como el índice de valor (E).

Al finalizar los 60 minutos, las moscas que no copulan y que quedan en la jaula, se cuentan y el número de machos o hembras, el que sea menor, se registra como (F). Este número, sumado al número de parejas acumulado (C) dará el número de parejas (N) que pudieron haber participado en la prueba (10).

Generalmente el I. A. será de 25 pero ocasionalmente es más bajo cuando las moscas han muerto o escapado durante la prueba. El índice de apareamiento (I. A.) es calculado por el total del valor índice (T) y dividiendo esta suma por (N). El I.A. para las cinco réplicas es entonces promediado para obtener el Índice Medio de Apareamiento (IMA) para el lote que ha sido sometido a la prueba (9).

(A) Tiempo	(B) # de parejas	(C) parejas acumuladas	(D) peso	(E) valor Indice
0-10	7	7	100	700
10-20	8	15	50	400
20-30	5	20	33	165
30-40	2	22	25	50
40-50	1	23	20	20
50-60	0	23	15	0
	F = 1	N = 24	1	1
			t = 1,336	

$$\frac{1,336}{24} = 55.66 \text{ por lo tanto, el I. A. sería } 55.66$$

Cuando se tiene la información de la prueba de propensidad al apareamiento expresada en términos de Índice de cópula, es fácil de ser analizada estadísticamente, si éste resultado nos da = 100, significa que todas las parejas han copulado (2), pero usualmente en las pruebas de calidad, se presenta un índice promedio de 25-30 (19). En cuanto a las pruebas de campo, el procedimiento es muy similar a la prueba de laboratorio con la única diferencia de que aquí se emplean 100 moscas por cada sexo y se capturan las parejas formadas en intervalos de tiempo de 15 minutos, tomando en consideración las condiciones ambientales (5), por lo que la prueba se prolonga hasta 2 horas. Esta prueba se realiza en las primeras horas del día utilizando jaulas de malla plástica de tres metros de diámetro por dos metros de altura. Ya que las condiciones en el medio ambiente cambian constantemente, no es posible realizar repeticiones en diferentes tiempos, por lo que se llevan a cabo todas las repeticiones simultáneamente; el mínimo son tres y puede ser más si se dispone de equipo y personal; cada jaula en el campo requiere de una o dos personas durante el período de prueba (23).

5.5 Antecedentes

De los trabajos realizados en Mosca del Mediterráneo acerca de comportamiento sexual, se cita un ensayo realizado en el laboratorio de cría de Moscamed en California-Hawaii, Honolulu, donde se hicieron pruebas para conocer la importancia del tamaño de la Moscamed en el apareamiento (7). Los tamaños evaluados fueron 4,6,7,8 y 9 mg. Las variables respuesta estudiadas fueron, porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo, y porcentaje é índice de cópula. Las pruebas de cópula se llevaron a cabo a los siete días después de la emergencia, utilizando el procedimiento de control de calidad RAPID, Boller (1977). Tanto los machos como las hembras mostraron un patrón similar de porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo, conforme el tamaño se incrementó de 4 a 9 mg. La mortalidad de las moscas fue afectada por el tamaño de las pupas y hubo una relación inversamente proporcional entre los tamaños de pupa y los porcentajes de mortalidad por día.

El porcentaje de apareamiento se redujo cuando las hembras fueron más grandes que los machos. Cuando los machos fueron más grandes que las hembras, el porcentaje de apareamiento se incrementó en comparación a los apareamientos entre moscas de igual tamaño, aunque no mucho. El porcentaje de apareamiento para machos de 8 y 9 mg fue significativamente más alto que para machos de 4 mg, sin embargo, para las hembras no hubo diferencia significativa en cuanto a las clases de tamaño. El índice de apareamiento para machos se incrementó hasta los pesos de 6-9 mg, pero las diferencias no fueron significativas. Las hembras no tuvieron ningún patrón particular y no difirieron apreciablemente de los machos para ninguno de los tamaños (7). La duración del apareamiento fue significativamente más prolongada para machos y hembras de los tamaños de 8 y 9 que para individuos de 4 mg.



El tiempo más largo de apareamiento fue de 175 minutos entre un macho de 9 mg y una hembra de 8 mg, el más corto con transferencia de esperma fue de 42 minutos entre un macho de 4 mg y una hembra de 9 mg. (7). Churchill et al., concluyen de su investigación; que al incrementarse el tamaño de pupa, se aumentó los porcentajes de emergencia, de habilidad de vuelo y de cópula. Los machos de 9 mg tuvieron valores significativamente más altos que las hembras de 9 mg para porcentaje de apareamiento y duración del mismo y por ultimo, hubo una correlación positiva entre porcentaje de apareamiento é índice del mismo, y entre porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo para todos los tamaños. Los machos más grandes tuvieron mejor ejecución de apareamiento que las hembras grandes, y éstas, aparearon menos que las pequeñas (7).

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 Descripción del área de trabajo

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Planta de Producción y Esterilización de mosca del Mediterráneo, situada en el municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala, la cual está ubicada a $14^{\circ} 30' 06''$ latitud Norte y a $90^{\circ} 33' 37''$ longitud Oeste a una elevación de 1285 m snm (12) y con una precipitación de 987.5 mm (13) (sin registros de temperatura).

6.2 Materiales y equipo:

Los materiales y equipo utilizados fueron

Materiales:

- pupa irradiada con Cesio 137 proveniente de la planta de producción de Guatemala , jaulas de plexiglass de 0.40 x 0.30 x 0.30 m, proteína hidrolizada y agua, vasos parafinados de medio litro de capacidad, jaulas de campo 2.90 m de diametro por 2.00 m de altura, vasos plasticos de 250 ml , mallas algodón, hules, tubos de acrílico 0.20 x 0.9 cm y 3 colorantes fluorescentes para pupa.

Equipo:

- máquina separadora o clasificadora de pupas, balanza analítica, succionadores, contador manual, agujas de disección y pinzas, fotometro, lámpara de luz ultravioleta , reloj marcador, camara fotográfica y computadora.

6.3 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con 9 tratamientos y 17 repeticiones. El factor evaluado fue el Indice de Apareamiento (cópula), el modelo estadístico del diseño fue:

$$Y_{ijk} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ijk} = variable respuesta

donde: M = efecto de la media general

T_i = " del i -ésimo tratamiento

B_j = " del j -ésimo bloque

E_{ij} = error experimental

6.4 Descripción de la investigación

Parte de la investigación que se llevó a cabo a nivel de laboratorio y a nivel de campo (en las instalaciones de la planta de producción) consistió en evaluar el factor Índice de Cópula. Los tratamientos evaluados consistieron en las parejas que se forman de la combinación de 3 pesos de pupa y dos sexos, los pesos y sexos son los siguientes:

A	- Machos	5-6	(Peso en mg)	a	- hembras	5-6	mg
B	- "	6.01-7		b	- "	6-01-7	mg
C	- "	7.01-8		c	- "	7.01-8	mg

Al efectuar todas las combinaciones posibles entre machos y hembras de los tres diferentes pesos, se generan 9 combinaciones que quedaron de la siguiente forma:

Aa	= machos de 5-6 mg y hembras de 5-6 mg
Ab	= " " y " de 6.01-7 mg
Ac	= " " y " de 7.01-8 mg
Ba	= " de 6.01-7 mg y hembras de 5-6 mg
Bb	= " " y " de 6.01-7 mg
Bc	= " " y " de 7.01-8 mg
Ca	= " de 7.01-8 mg y hembras de 5-6 mg
Cb	= " " y " de 6.01-7 mg
Cc	= " " y " de 7.01-8 mg

El número de tratamientos obtenido es el número de combinaciones formadas entre machos y hembras de los tres pesos de interés y los

dos sexos, los cuales se sometieron a la evaluación con el objetivo de conocer cuales son las combinaciones que presentaron mayores índices de cópula, lo que dio un indicador acerca de los machos más competitivos y las hembras más preferidas por los machos.

6.5 Metodología general

La metodología utilizada en la evaluación se basó en el manual de procedimientos de control de calidad utilizado por la Planta de producción de San Miguel Petapa (9) y (23). La metodología seguida se dividió en cuatro etapas: Determinación de la relación entre peso de pupa y peso de mosca adulta, determinación de la relación entre diametro y peso de pupa, prueba de habilidad de vuelo y prueba de propensidad al apareamiento. En términos generales, el procedimiento realizado fue el siguiente. Préviamente a la definición de los tratamientos se llevó a cabo un estudio de correlación entre peso de pupa y peso del adulto, con el fin de determinar si era válido tomar el peso de pupa como parámetro del peso de adulto, determinado para el efecto 5 rangos de peso:

1. 4.75-5.249 mg.
2. 5.25-5.749
3. 5.75-6.249
4. 6.25-6.749
5. 6.75-7.25

Se pesaron 10 pupas en una balanza electrónica para cada rango cuyo peso estuviera dentro de los valores establecidos y luego se colocaron en cajas de petri identificadas con su peso (una pupa en cada caja) las cuales se trasladaron a una sala con temperatura de 24° C y humedad relativa del 60 % .

Cuarenta y ocho horas más tarde, cuando emergieron la mayoría de las moscas, éstas se introdujeron en un congelador a una temperatura de -10°C por un período de dos horas. Después de sacarlas del congelador, las moscas fueron pesadas una por una y los datos se registraron de acuerdo a la identificación previa de peso que tenían en estado de pupa, ésta prueba se repitió tres veces y los datos se sometieron a un análisis de correlación.

Posteriormente, se llevó a cabo una prueba para determinar si existía correlación entre el diametro de la pupa y su peso. En la máquina clasificadora (ver calibración del tamaño de pupa, Rev. de Literatura), se separan a las pupas en base a su diametro en 9 categorías. Cada categoría está calibrada para proporcionar un diametro diferente de pupa, y cada diametro a la vez, corresponde a un peso de pupa diferente. Todas las máquinas clasificadoras de pupa están calibradas de la misma manera para separar a éstas en 9 ó más categorías. Esto último significa que en todas las máquinas, en la categoría 4, las pupas aquí ubicadas tienen un diametro de 1.39 mm y un peso entre 4 y 5 mg, la categoría 5 da un diametro de 1.52 mm y un peso entre 5 y 6 mg, etcetera.

Por lo tanto, se determinó si la máquina de la Planta de Producción está calibrada de esta forma, y si existe la relación corporal entre peso y diametro de pupa para la mosca producida en San Miguel Petapa. Para efectuar la prueba de correlación entre categoría de la máquina (diametro) y su respectivo peso, se tomó un kilo de pupa y se hizo pasar por la máquina separadora, luego, se tomó de las categorías 4, 5, 6, 7 y 8; cinco muestras de cada categoría (100 pupas por muestra) cada muestra se pesó y se registraron los datos de acuerdo a su categoría. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de correlación entre el diametro de la pupa y su peso, repitiendo, esta prueba tres veces.

Las pruebas de porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo y de propensidad a la cópula se realizaron con pupa proveniente del mismo número de lote, utilizando lotes diferentes en cada prueba. El procedimiento utilizado es el siguiente: se colectó 2 kg de pupa de una edad de 48 horas a la emergencia en la sección de irradiación, antes de que ésta fuera esterilizada. Este material de pupa fue llevada a la máquina clasificadora y después que la máquina hubo separado el material en las 9 diferentes categorías de diametro, se seleccionó el material que se ubicaba dentro de los rangos de peso propuestos para el estudio. El material seleccionado y pesado correspondió a las categorías 5, 6 y 7. En la determinación del peso para cada categoría por separado, se estandarizaron 100 g de pupa para cada una, ya que la máquina ubicó más de 100 g en cada categoría, el resto fue desechado. Una vez obtenidos los 100 g de pupa, se marcaron con un color diferente para cada peso (6 g de colorante por un kg de pupa), quedando distribuidos los colores de la siguiente forma:

- A = color naranja (5-6 mg)
- B = " azul (6.01-7)
- C = " rosado (7.01-8)

El material pesado se introdujo a bolsas plasticas de 3.8 litros de capacidad en las cuales se agregó la cantidad de colorante y se procedió a mezclar la pupa con el colorante para su marcaje.

Al finalizar el marcado de la pupa se trasladó a la sala de irradiación para su esterilización. Después de haber irradiado el material se tomaron 400 pupas de cada peso ó categoría y se pro edió a realizar las pruebas de porcentaje de emergencia y habilidad de vuelo (de la forma como se explicó en pruebas de control de calidad, Rev. de Literatura, 5.5.6.2).

Las pupas seleccionadas para las pruebas de emergencia y habilidad de vuelo, se colocaron en una jaula de plexiglass, una para cada peso, efectuando las lecturas cuatro días después de su colocación. La cantidad de pupa restante se colocó en una jaula de plexiglas para cada peso previa identificación, cada jaula contenía agua y alimento para adultos (proteína hidrolizada y azúcar en una relación de 3:1) (27), el cual se colocó sobre la malla de la jaula. Los adultos obtenidos en esta fase posteriormente se utilizaron para realizar las pruebas de cópula respectivas.

Cuarenta y ocho horas más tarde se efectuó el sexado de las moscas. El sexado consistió en extraer de cada jaula los machos y hembras necesarios para las pruebas de cópula tanto de laboratorio como de campo y su colocación en vasos parafinados, identificando cada vaso con datos de peso y de sexo correspondiente a cada categoría. En la prueba de laboratorio se utilizaron 10 machos y 10 hembras de cada peso por jaula (réplica) y como se realizaron 3 réplicas por día en la que se realizó la prueba, se utilizaron en total 30 machos y 30 hembras de cada peso. En tanto que, para las pruebas de campo, se requirieron 50 machos y 50 hembras de cada peso por cada réplica y se usaron 3 réplicas por cada día que se realizó la prueba, lo cual requirió un total de 150 machos y 150 hembras de cada peso.

Considerando que la prueba se realizó 7 días después del sexado, tiempo en el cual mueren algunos individuos, se tuvo cuidado de separar un mayor número de individuos de cada peso para usarlos como reposición en caso de que hubieran individuos faltantes en el momento de realizar la prueba. La cantidad de individuos sexados para cada peso en cada día de prueba fue la siguiente:

a) Pruebas de laboratorio:

30 individuos (de cada sexo) en 6 vasos (10 por vaso)

repuesto: 20 individuos (de cada sexo) en 2 vasos (10 por vaso)

b) Pruebas de campo:

150 individuos (de cada sexo) en 12 vasos (25 por vaso)

repuesto: 50 individuos (de cada sexo) en 2 vasos (25 por vaso).

Conteniendo cada vaso agua y alimento para adultos.

Después de preparar el material para las pruebas de cópula, se colocaron los vasos en dos cuartos diferentes, uno para machos y otro para hembras, ámbos cuartos contaron con las mismas condiciones ambientales: temperatura 26° C y humedad relativa de $65 \pm 5 \%$ y los individuos permanecieron aquí por un período de 7 días. Durante el período previo a la prueba de cópula se inspeccionaron los vasos a diario con el objeto de observar que en cada recipiente no hubiese ningún individuo ajeno al mismo, es decir, un macho entre los vasos de las hembras o viceversa.

La prueba de propensidad al apareamiento se llevó a cabo simultáneamente para laboratorio y para campo, a partir de las ocho de la mañana, ya que las moscas empiezan su actividad diurna en las primeras horas de la mañana. La prueba en laboratorio se realizó de la siguiente forma: se utilizaron 3 réplicas, es decir 3 jaulas de plexiglas en laboratorio. Se introdujeron 10 machos de cada peso en cada réplica, permaneciendo así por un período de 5 minutos. Pasados los cinco minutos, se introdujeron 10 hembras de cada peso en cada réplica. Se inició a tomar el tiempo por medio de un contador, y las parejas en cópula que se fueron formando se sacaron de la jaula en intervalos de 10 minutos y fueron colocadas dentro de tubos entomológicos de plástico de 15 ml de capacidad utilizando un tubo para cada pareja que se formaba. Los tubos de cada período eran colocados en recipientes identificados cada uno con una etiqueta que indicó en qué período de tiempo fueron extraídos y de que jaula provenían.

La prueba tuvo una duración de una hora. Después de la prueba, los recipientes que contenían a los tubos (con las parejas formadas) se introdujeron en un congelador a una temperatura de -10° C por un período de 4 horas para su posterior análisis. La intensidad de la luz y la temperatura fue registrada.

En la prueba a nivel de campo, se utilizó un procedimiento similar al de laboratorio, con la diferencia de que las réplicas fueron, jaulas de malla de 2 m de alto y 3 m de diámetro, con una planta de café dentro de ella y una persona que se encargó de capturar las parejas en cópula que se formaban. Los intervalos de tiempo fueron de 15 minutos y la duración de la prueba fue de dos horas. El número de individuos que participó en la prueba fue de 50 machos y 50 hembras de cada peso por réplica.

Al finalizar las cuatro horas de permanencia de las moscas en el congelador, se extrajeron para su análisis. El análisis se hizo para una pareja a la vez, se extraía la pareja de los tubos plásticos y ésta se colocaba en papel filtro, estando allí, se les cortó la cabeza a ámbos (macho y hembra) y se maceraban, para identificar el colorante que se aplicó a las moscas en estado de pupa. Puesto que cada peso tenía un color diferente, al identificar el color del macho y de la hembra, éstos se registraron según los tratamientos y los períodos de tiempo a que correspondía.

El Índice de Apareamiento se calculó al multiplicar el número de de parejas registradas (en columna B) en cada intervalo por un factor de peso (que es diferente para las pruebas de campo y las de laboratorio, columna C),
los factores de peso son los siguientes:

pruebas de laboratorio:

A	B	C
0-10		100
10-20		50
20-30		33
30-40		25
40-50		20
50-60		1

pruebas de campo

A	B	C
0-15		100
15-30		50
30-45		33
45-60		25
60-75		20
75-90		13
90-105		12
105-120		1

después de multiplicar el número de parejas en cada intervalo por su factor de peso correspondiente, se efectuó la sumatoria de la columna resultante de esta multiplicación y el resultado de esta suma se dividió entre el número menor de parejas que formó uno de los dos individuos que forman el tratamiento. Posteriormente, se calculó el Índice de apareamiento para cada peso y sexo individual.

El cálculo del Índice de Apareamiento para cada peso y sexo se calculó, multiplicando el número de parejas que se registraron de un peso determinado, en las diferentes combinaciones y en cada intervalo de tiempo por su factor de peso y luego sumando los valores de esta multiplicación. El valor obtenido de esta suma se dividió dentro del número más pequeño de parejas que el peso y sexo haya formado con otro peso y sexo, para obtener finalmente el I.A.

El número de parejas que formó cada tratamiento se pasó a otra hoja de registro que es como sigue: A la izquierda, la hoja que se usa para pruebas de laboratorio y a la derecha, las modificaciones que se le hacen a la hoja cuando se emplea en pruebas de campo.

tiempo	peso	A	B	C	a	b	c	Tiempo	peso
0-10	100							15	100
								30	50
10-20	50							45	33
								60	25
20-30	33							75	20
								90	15
30-40	25							105	13
								120	12
40-50	20								
50-60	1								

Ya que se tuvo los datos de Índice de Apareamiento para los tratamientos y para cada peso y sexo, la información se registró.

Las pruebas de propensidad a la cópula o apareamiento consistieron de 18 repeticiones, debido a que no se pudieron realizar simultáneamente, se hicieron pruebas en 6 días diferentes, utilizando en cada día 3 réplicas, por lo que se evaluó 6 lotes diferentes, cada lote con 3 repeticiones (un lote consiste en una cantidad de pupa producida en la planta, en un día) al tener el total de los datos se procedió a realizar el análisis de resultados.

En éste experimento se tomó cada jaula como una réplica, es decir como un bloque. Cada bloque fue una jaula de plexiglass para el trabajo de laboratorio y una jaula de malla para la prueba de campo.

Debido a la naturaleza del estudio, se realizaron análisis de varianza y pruebas de Medias para el Índice de Apareamiento (IA) en tanto que para las pruebas de porcentaje de emergencia y porcentaje de vuelo, solamente se realizó ANDEVA. A los datos resultantes de las pruebas de propensidad a la cópula se les aplicó un factor de transformación tanto a los datos de campo como a los datos de laboratorio, con el objetivo de que el análisis de

Varianza se hiciera sobre datos que tuvieran una distribución normal, ya que éste es un experimento de tipo biológico, y la variable respuesta estudiada es una variable discreta (1).

La transformación que se efectuó es la de raíz cuadrada de $x + 1$, que consistió en tomar el valor de Índice de Apareamiento de cada tratamiento en cada repetición y sumarle una unidad, al resultado de esta suma se le extrajo la raíz cuadrada y éste dato es el que se utilizó para el cálculo de ANDEVA y prueba de Medias de Tukey.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Correlación entre el peso de pupa y el peso de mosca adulta

El análisis de correlación determinó una alta correlación entre ámbos pesos, es decir, que es válido tomar el peso de pupa de una mosca como un indicador del peso que tendrá la misma en estado adulto. La figura 1 (anexo) muestra que la correlación es totalmente lineal y el índice de correlación respectivo.

7.2 Correlación entre el diametro y peso de pupa

El análisis determinó que existe alta correlación entre el diametro (o tamaño) de la pupa y su peso, es decir, que el diametro de la pupa nos indica el peso de la misma en una relación directamente proporcional (ver figura 2, anexo). El análisis demostró también que la máquina separadora de pupas está calibrada para proporcionar un peso de pupa de acuerdo a cada una de las cinco categorías evaluadas, es decir, que la categoría 4, proporciona un peso promedio entre 4 y 5 mg de peso al igual que las otras categorías evaluadas. Lo anterior fue comprobado por Churchill et al (7) y McInnis (21) en experimentos independientes, éste último incluso, generó varias ecuaciones para determinar relaciones corporales en Mosca del Mediterráneo, por ejemplo, determinar el peso a partir del diametro de la pupa y determinar el ancho de la cabeza a partir de el diametro dado por cada categoría de la máquina separadora.

7.3 Prueba de porcentaje de emergencia

El Análisis de Varianza que se realizó para esta prueba indicó que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, lo que indica que para ésta prueba no hubo

efecto del peso de la mosca (ver cuadro 1). En la figura 3 del anexo se presenta el comportamiento de los porcentajes de emergencia de cada peso para de cada prueba.

Cuadro 1, ANDEVA para porcentaje de emergencia

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado	F calc	Significancia
Bloque	5	442.79	88.55	4.651	0.0189 *
Trat.	2	88.28	44.14	2.318	0.1480 N.S.
error	10	190.42	19.04		
total	17	721.50			
coeficiente de variación = 4.82					

7.4 Prueba de porcentaje de habilidad de vuelo

Para esta prueba no hubo diferencia significativa entre los tres pesos evaluados (ver cuadro 2). Esto indica que todos los individuos tanto machos como hembras de los tres pesos diferentes tuvieron la misma capacidad de dispersión y que para esta prueba tampoco hubo efecto del peso. En la figura 3 del anexo, se muestran los valores de las medias generales.

Cuadro 2, ANDEVA para % de vuelo de los tres pesos evaluados

F.V	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Significancia
Bloque	5	1167.102	233.42	31.513	0.0001 *
Trat.	2	10.429	5.21	0.704	0.5210 N.S.
Error	10	74.073	7.40		
Total	17	1251.602			
coeficiente de variación = 3.35					

La habilidad de vuelo expresada en porcentaje fue correlacionada con el Índice de Apareamiento. En los valores observados para las pruebas de cópula de laboratorio, no se encontró correlación entre la habilidad de vuelo y el Índice de Apareamiento para ningún peso ni sexo. En tanto que para los valores observados en las pruebas de campo, se observó correlación para los machos de 5-6 mg y para machos y hembras de 6.01-7 mg (ver figura 4 y 5, anexo) de peso. Lo anterior indica que para el peso B tanto en machos como en hembras, al aumentar su habilidad de vuelo aumentó su capacidad de dispersión y de aparearse, lo que se observa en las figuras, 6 y 7, (anexo) en las que se nota que machos y hembras tuvieron los Índices más altos. Para el peso A, solo para los machos fue proporcional la habilidad de vuelo con el apareo (figura 8, anexo), en tanto que para el peso C, no se encontró ninguna correlación entre la habilidad de vuelo y la cópula.

7.5 Pruebas de propensidad a la cópula

7.5.1 A nivel de laboratorio

Para esta prueba, los ANDEVAS mostraron diferencias altamente significativas, entre tratamientos para los valores obtenidos a nivel de laboratorio (cuadro 3), lo cual nos indica que los 9 tratamientos se comportaron en forma diferente.

Cuadro 3, ANDEVA para I.A., en pruebas de laboratorio

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	cuadrado medio	F calculada	significancia
Bloque	17	53.69422	3.158	3.018	0.1535N.S.
Trat.	8	73.45972	9.182	6.061	0.0004 **
Error	136	310.37370	2.282		
Total	161	437.52770			
coeficiente de variación = 65.9787 %					

Debido a ello, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, cuyos datos se presentan a continuación:

cuadro 4, medias de Índice de Apareamiento pruebas a nivel de laboratorio

Trat	I.A.	prueba de Tukey	p e s o s (m g)	
			machos	hembras
Cc	4.020	A	7-8	7-8
Bb	2.890	AB	6-7	6-7
Bc	2.750	AB	6-7	7-8
Aa	2.020	B	5-6	5-6
Cb	1.980	B	7-8	6-7
Ab	1.940	B	5-6	6-7
Ba	1.760	B	6-7	5-6
Ac	1.530	B	5-6	7-8
Ca	1.490	B	7-8	5-6

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

La prueba de Tukey indica que los tres primeros tratamientos son iguales entre sí, se observa también que el primer tratamiento Cc es diferente a los restantes seis, los siguientes tratamientos ubicados en segundo y tercer lugar Bb y Bc, por su parte, estadísticamente guardan una similitud con los otros seis tratamientos. Para fines de éste estudio, y no con criterio estadístico, se considera importante tomar los tratamientos con un mayor Índice de apareamiento que son: Cc, Bb y Bc. De lo anterior se puede inferir que los machos de 6-7 mg fueron los más competitivos pues copularon con hembras de su tamaño y con hembras más grandes, en tanto que los machos de peso 7.01-8

tuvieron el más alto índice, pero éstos copularon la mayoría de las veces con hembras de su propio peso, lo que denota una mayor preferencia hacia las mismas. Al observar los cuadros 8 y 9 (anexo) se nota que los machos de los tres pesos evaluados tuvieron una mayor preferencia por copular con hembras de su propio tamaño y de tamaño mayor, más que por hembras de tamaños pequeños. Por otra parte, al analizar los primeros tres tratamientos, se observa que las hembras de 7-8 mg fueron las más preferidas por los machos ya que copularon tanto con machos de 6-7 mg como con machos de 7-8 mg. La información obtenida con la prueba anterior es de utilidad ya que dentro de la Técnica del Insecto Estéril se busca liberar machos que sean competitivos y para éste caso, esto lo demostraron los machos de 6-7 mg que fueron más competitivos, tal como se observa en la figura 9 (anexo).

Al analizar los pesos evaluados individualmente, en las pruebas a nivel de laboratorio, se puede notar que los machos y hembras del peso 7-8 mg tienen un I.A. más alto que los demás pesos (ver figura 6 anexo), pero es importante hacer notar que esto se debe tomar como de interés solo para las hembras, ya que como se puede observar, los machos copularon en mayor proporción solo con hembras de su propio peso, mientras que las hembras lo hicieron con machos de dos pesos diferentes. Los individuos de las pruebas de laboratorio no presentaron correlación entre habilidad de vuelo y propensidad al apareamiento.

7.5.2 A nivel de campo

El Análisis de Varianza realizado para los datos obtenidos en las pruebas de cópula a nivel de campo mostró diferencias altamente significativas entre los 9 tratamientos evaluados. El cuadro 5 nos muestra el ANDEVA para estas pruebas.

Cuadro 5, ANDEVA de I.A. para pruebas de campo

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Significancia
Bloque	16	94.06134	5.879	8.434	0.0000 **
Trat.	8	43.80109	5.475	7.855	0.0000 **
Error	128	89.21942	0.697		
Total	152	227.08190			
Coeficiente de variación 32.3846 %					

Debido a que se observó diferencia altamente significativa entre los 9 tratamientos evaluados para I.A. en las pruebas realizadas a nivel de campo, se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey, que se presenta a continuación.

cuadro 6, medias de Índice de Apareamiento en pruebas de campo.

Trat.	I.A.	prueba de Tukey	P e s o s (m g)	
			machos	hembras
Bb	3.300	A	6-7	6-7
Cb	3.290	AB	7-8	6-7
Bc	2.998	ABC	6-7	7-8
Cc	2.590	ABC	7-8	7-8
Ba	2.440	ABC	6-7	5-6
Aa	2.320	C	5-6	5-6
Ab	2.150	C	5-6	6-7
Ca	1.994	C	7-8	5-6
Ac	1.859	C	5-6	7-8

tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

El cuadro anterior presenta una tendencia similar a la mostrada en las pruebas de laboratorio, con la diferencia de que aquí, el tratamiento con mayor I.A. es el de machos y hembras de peso 6-7. Se observa en el cuadro 6 que los primeros cinco tratamientos son iguales estadísticamente. De cualquier manera, entre los tres mejores tratamientos se encuentran dos tratamientos en los que machos de 6-7 mg en primero y tercer lugar de el cuadro, tal como en las pruebas de laboratorio fueron más competitivos, ya que copularon con hembras de dos pesos diferentes. La mayor preferencia de los machos de peso 6-7 mg fue copular con hembras de su mismo peso, seguido en preferencia por hembras de peso mayor y por último con hembras del peso más bajo. Los machos de Peso 7-8 mg por su parte, ocupan el segundo lugar en esta tabla, aunque su valor de I. A. es bueno, copularon la mayoría de las veces con hembras de peso menor, seguidamente con hembras de su peso y por último con hembras del peso más bajo. Los machos de 5-6 mg por su parte, presentaron los índices más bajos, lo que indica que son los menos competitivos, en cuanto a su preferencia a copular, ésta se dio más con hembras de su propio peso, seguido de hembras de peso medio y por último con las hembras de mayor peso.

En cuanto a las hembras, las más preferidas en las pruebas de campo fueron las de peso 6-7 mg seguidas por las de peso mayor y por último las hembras de 5-6 mg, lo que indica que tanto a nivel de campo como a nivel de laboratorio, las hembras menos preferidas por los machos para la cópula fueron las hembras más pequeñas (ver figura 10). La tendencia observada en las pruebas de campo fue similar a la observada en las pruebas de laboratorio (ver figura 11).

En cuanto a las pruebas de correlación entre la habilidad de vuelo y la propensidad a la cópula, solamente hubo correlación para ambos sexos del peso 6-7 (figuras 4 y 5, anexo) mg y para los machos de 5-6 mg (figuras 8, anexo). Esta relación no obstante, es más real para el peso 6-7 mg ya que tanto machos como hembras presentaron los más altos valores en términos de Índices de cópula,

en tanto que los machos de 5-6 mg tuvieron los valores más bajos de Índice de cópula (figura 6 y 10, anexo). Las medias no transformadas de los valores de índices de Apareamiento para las pruebas de campo y laboratorio respectivamente, se presentan en el anexo, (Cuadro 8). Al analizar los valores de las pruebas de campo por sexo y peso (ver figura 6), se nota que machos y hembras de 6-7 mg tuvieron los valores más altos de propensidad a la cópula, y para éste caso éstos son de interés ya que en las figuras 6 y 7, se nota que los machos son los más competitivos y las hembras más preferidas en la cópula por los machos. Finalmente, el cuadro 9 (ver anexo) muestra los resultados generales de las pruebas para cada peso y sexo evaluado.

7.6. Condiciones ambientales

A nivel de laboratorio, las condiciones ambientales se mantuvieron constantes, con una temperatura de $26 \pm 1^\circ \text{C}$ y una luminosidad de 1,500 lux. En las pruebas realizadas a nivel de campo, la temperatura fue casi uniforme, y el promedio que se presentó en las pruebas fue de 21°C las condiciones de luminosidad, se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7, condiciones ambientales durante las pruebas de campo.

Prueba	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Luminosidad (LUX)
1	21	2400
2	22	3000
3	23	5000
4	21	2200
5	20	2000
6	23	2900

VIII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la evaluación de tres pesos de pupa para tres pruebas diferentes, se concluye de la siguiente forma:

- 8.1 Existe una alta correlación entre el peso de pupa y el peso de la mosca adulta. De lo anterior se puede inferir que el peso de pupa es un indicador fiel del peso de mosca adulta (ver figura 1).
- 8.2 Se encontró una alta correlación también entre los parámetros diámetro y peso de pupa. Por lo tanto, esto indica que el diámetro (o tamaño) de pupa es directamente proporcional a su peso (ver figura 2).
- 8.3 No hubo diferencia significativa entre los tres pesos evaluados para las pruebas de emergencia y habilidad de vuelo, esto significa que los tres pesos tuvieron la misma oportunidad para desplazarse y copular (ver figura 3).
- 8.4 El ANDEVA para las pruebas de propensidad a la cópula tanto a nivel de campo como a nivel de laboratorio, demostró diferencia altamente significativa entre los 9 tratamientos evaluados por lo cual se rechaza la hipótesis dos. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey mostró que tanto para las pruebas de campo como de laboratorio, los machos de peso 6-7 mg (figuras 4 y 5) son más competitivos que los machos de los otros dos pesos evaluados. Las hembras más preferidas por los machos en pruebas de laboratorio fueron las de 7-8 mg y para pruebas de campo fueron las de 6-7 mg. Por lo tanto se puede concluir que tanto en campo como en laboratorio, los machos prefirieron copular con hembras de su peso o de peso mayor. Los machos y hembras de 5-6 mg

presentaron los valores más bajos de propensidad a la cópula, lo que indica que los machos fueron muy poco competitivos y las hembras muy poco preferidas.

- 8.6 Se observó una tendencia similar para los valores de propensidad a la cópula obtenidos en las pruebas de campo y de laboratorio (ver figura 11).
- 8.7 En general, el Índice de Apareamiento fue similar para machos y hembras dentro del mismo peso.
- 8.8 Al comparar el presente estudio con otro similar realizado por Churchill et al (7), se encontró que en ambos, los pesos más altos son los que copulan más. Se encontró que en el presente estudio las hembras que más copularon fueron las de pesos más altos, a diferencia del estudio citado. Por último, en las pruebas de emergencia y habilidad de vuelo no hubo diferencia entre los tres pesos evaluados a diferencia del estudio de Churchill et al., en el que si hubo diferencias significativas para los pesos evaluados.

IX. RECOMENDACIONES:

- 9.1 Realizar otro estudio similar donde se incorpore material silvestre del peso más común para conocer la competitividad entre éste peso de pupa y el peso de pupa más competitivo del laboratorio.
- 9.2 Realizar un estudio de la influencia de los tiempos de Anoxia y varias temperaturas antes de la irradiación, en el comportamiento sexual de los insectos criados en el laboratorio.
- 9.3 Realizar un estudio similar al presente, incluyendo pruebas de longevidad en el campo y laboratorio.
- 9.4 A la unidad de producción se le recomienda mantener el peso de la pupa producida entre 6 y 7 mg, ya que los machos del mismo son los más competitivos en el apareamiento.

XI. BIBLIOGRAFIA CITADA:

1. BARRIENTOS, M.; ALVARES, V. 1982. Algunas transformaciones necesarias para el análisis de varianza. Boletín Biometrico (Gua.) 1(1): 9-10.
2. BOLLER, E.F.; et al. 1981. Measuring, monitoring and improving the quality of mass-reared fruit flies, Ceratitis capitata Wied. Hamburg, Germany Sonderdruck Aus Bd. P. 67-83.
3. -----; REMUND, U.; KATSOYANNOS, B. 1977. Measuring mating propensity (speed) in Rhagoletis cerasi. In Quality control an idea book for fruit fly workers. Ed. by E.F. Boller and D.L. Chambers. Fla., EE. UU., s.n. p. 96-97.
4. ----- . 1977. Quality control in european cherry fruit: evaluation of mating activity in laboratory and field cages Z. Angew. Entomol. (EE.UU) 83:183-201.
5. CALKINS, C.O.; CHAMBERS, D. Procedimientos de control de calidad para la técnica del insecto estéril (SIT). 6 p.

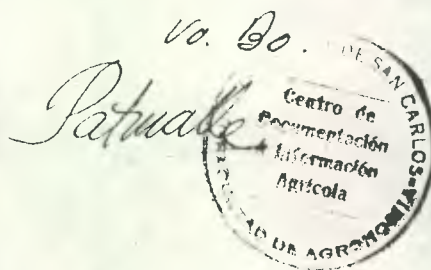
Sin publicar.
6. CASTAÑEDA, C.A. 1983. Evaluación y determinación de partícula adecuado del bagazo de caña como inerte en la dieta larvaria de mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata Wiedemann. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 87 p.
7. CHURCHILL, C.; et al 1986. Size as a factor in the mating propensity of Mediterranean fruit flies, Ceratitis capitata Wiedemann (Diptera: Tephritidae), in the laboratory. J. Econ. Entomol. (EE.UU) 79:614-619.

8. ENKERLIN. W. 1989. Principios de la esterilidad y su aplicación en la TIE contra moscas de la fruta In . Curso Sobre Moscas de la Fruta, modulo V, Técnica del Insecto Estéril (4., 1989, Chiapas, Mex.) Chiapas México, s.n. s.p.
9. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA SERVICIO DE INSPECCION SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL. 1986. Requisitos de las pruebas de control de calidad y procedimientos de envío de las moscas del mediterráneo de la fruta producidas en laboratorio para los programas de control del insecto estéril. Texas, EE.UU, 31 P.
10. ----- . 1989. Análisis ambiental programa MOSCAMED Guatemala. Maryland, EE.UU. 165 P.
11. FARIAS, R.; CUNNINGHAM, T.; NAKAGAWA, S. 1971. Reproduction in the mediterranean fruit fly: abundance of stored sperm affected by duration of copulation, and affecting egg hatch. Honolulu, Hawaii, Unite States Departament of Agriculture, Entomology Research Division. 6 p.
12. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978. Diccionario geográfico nacional de Guatemala. Guatemala. tomo, 2, p. 949-955.
13. ----- . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registros de precipitación de la decada de 1980-1990 de la estación de Villa Canales, Guatemala.

Sin publicar.

14. HENTZE, F.; MATA, R. 1986. Mediteranean fruit fly eradication programme in Guatemala, In Fruit flies International symposium (2., 1986, Athens, Greece). Ed. by A.P. Economopoulos. Athens, Greece, Demokritos Dept. of biology. p. 533-539
15. KLEE, A. 1980. Control autocida. Guatemala, Comisión MOSCAMED. 9 p.
16. KOUNZAC, C.F.; CONGER, B.V.; NILAN, R.A. 1970. Radiation sensivity and modifying factors In Manual on mutation breeding. Viena, Austria, Joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in food and Agriculture. p. 44-45.
17. KRAINACKER, D.A.; CAREY, J.R.; VARGAS, R.I. 1989. Size-specific survival and fecundity for laboratory strains of two Tephritid (Diptera: Tephritidae) species: implications for mass rearing. J. Econ. Entomol. (EE.UU) 82 (1):104-108.
18. LEON, G. DE. 1981. Biología de la mosca del mediterráneo. Guatemala, Comisión MOSCAMED. 13 p.
19. LINARES, F.; et al 1989. Manual descriptivo de las actividades técnicas de la cría masiva y esterilización de la mosca del mediterráneo. San Miguel Petapa, Guatemala, Comisión MOSCAMED. 173 p.
20. MANOUKAS, A.G.; TSIROPOULOS, G.J. 1976. Effect of density upon larval survival and pupal yield of the olive fruit fly. Athenas, Greece, Demokritos Dept. of Biology. p. 414-416.
21. McINNIS, D. O. 1987. Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): directional selection for large and small pupal size. Ann Entomol Soc (EE.UU) 80:333-338.

22. NATARENO, J.H. 1990. Manual de operaciones de la sección de irradiación, unidad de producción de mosca estéril San Miguel Petapa, Guatemala. Guatemala, Comisión MOSCAMED. 12 P.
23. OROZCO, D.A.; SCHWARTZ, G.; PEREZ, R. 1983. manual de procedimientos de control de calidad programa mosca del Mediterráneo. Metapa de Dominguez, México, Servicio de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 165 p.
24. PETERS, M.; BARBOSA, P. 1977. Influence of population density on size, fecundity, and development rate of insects in culture. Ann. Rev. Entomol (EE.UU) 22:431-450.
25. RUHM, M.E.; CALKINS, C.O. 1981. Eye-color changes in Ceratitis capitata pupae, a technique to determinate pupal development. Fla, EE.UU., s.n. 8 p.
26. SANCHEZ, S. Impácto económico de las moscas de las frutas en Guatemala. 5 p.
- Sin publicar.
27. VARGAS, I. 1989. Mass production of tephritid fruit flies. Honolulu, Hawaii, Departament of Agriculture, Tropical Fruit and Vegetable Research Laboratory. 18 p.



ANEXO

Cuadro 8, Medias de I.A. (No transformadas)
para pruebas de campo y laboratorio.

	a	b	c
A	5.31(c) 4.90(1)	4.19(c) 4.56(1)	3.16(c) 2.49(1)
B	6.11(c) 4.01(1)	11.9(c) 9.53(1)	8.93(c) 8.99(1)
C	4.13(c) 4.13(1)	8.37(c) 8.38(1)	11.06(c) 11.06(1)

Cuadro 9, Resultados en promedio por peso y sexo
pruebas de campo (I.A.)

Peso de pupa y sexo	Indice de cópula	Porcentaje de emerg.	Porcentaje de vuelo
5-6 mg M	9.8	94.63	81.708
H	11.57	"	"
6-7 mg M	19.5	94.64	81.500
H	17.34	"	"
7-8 mg M	17.17	94.44	81.700
H	17.11	"	"

Figura 1
CORRELACION ENTRE EL PESO DE PUPA
Y EL PESO DEL ADULTO DE MOSCAMED

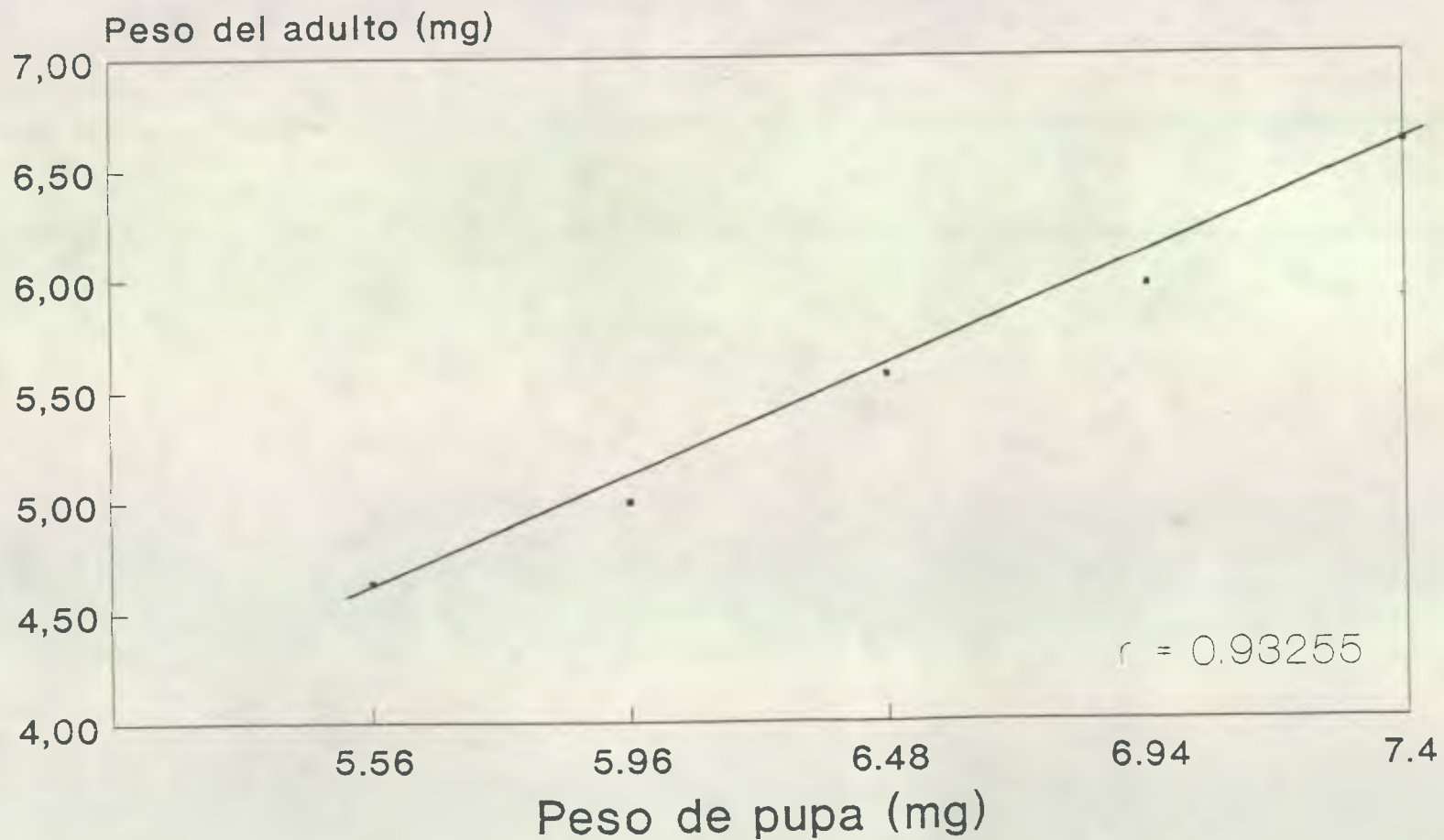


Figura 2
CORRELACION ENTRE EL DIAMETRO
Y PESO DE PUPA DE MOSCAMED

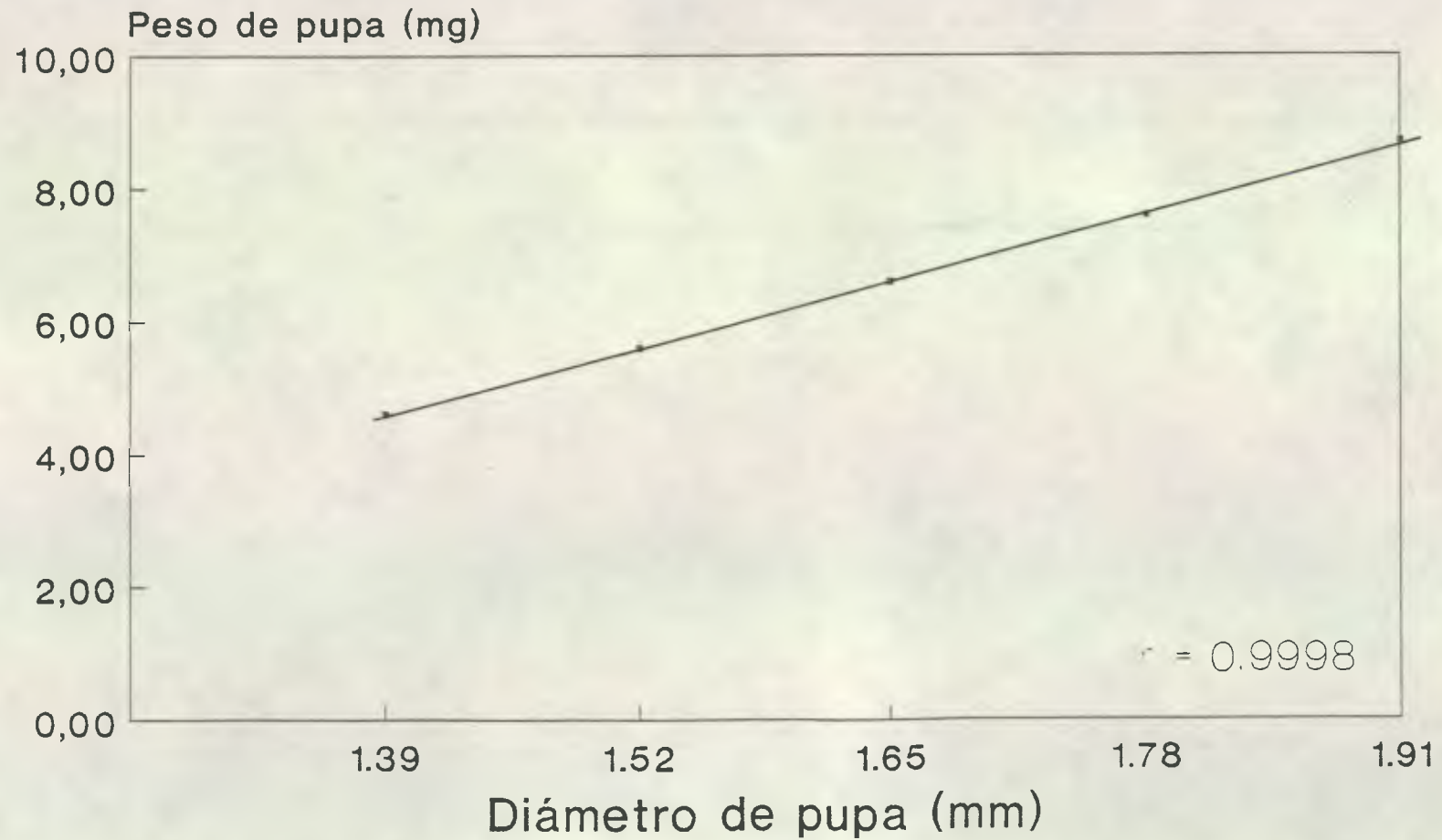


Figura 3
PORCENTAJE DE EMERGENCIA Y
VOLADORAS DE MOSCAMED ESTERIL

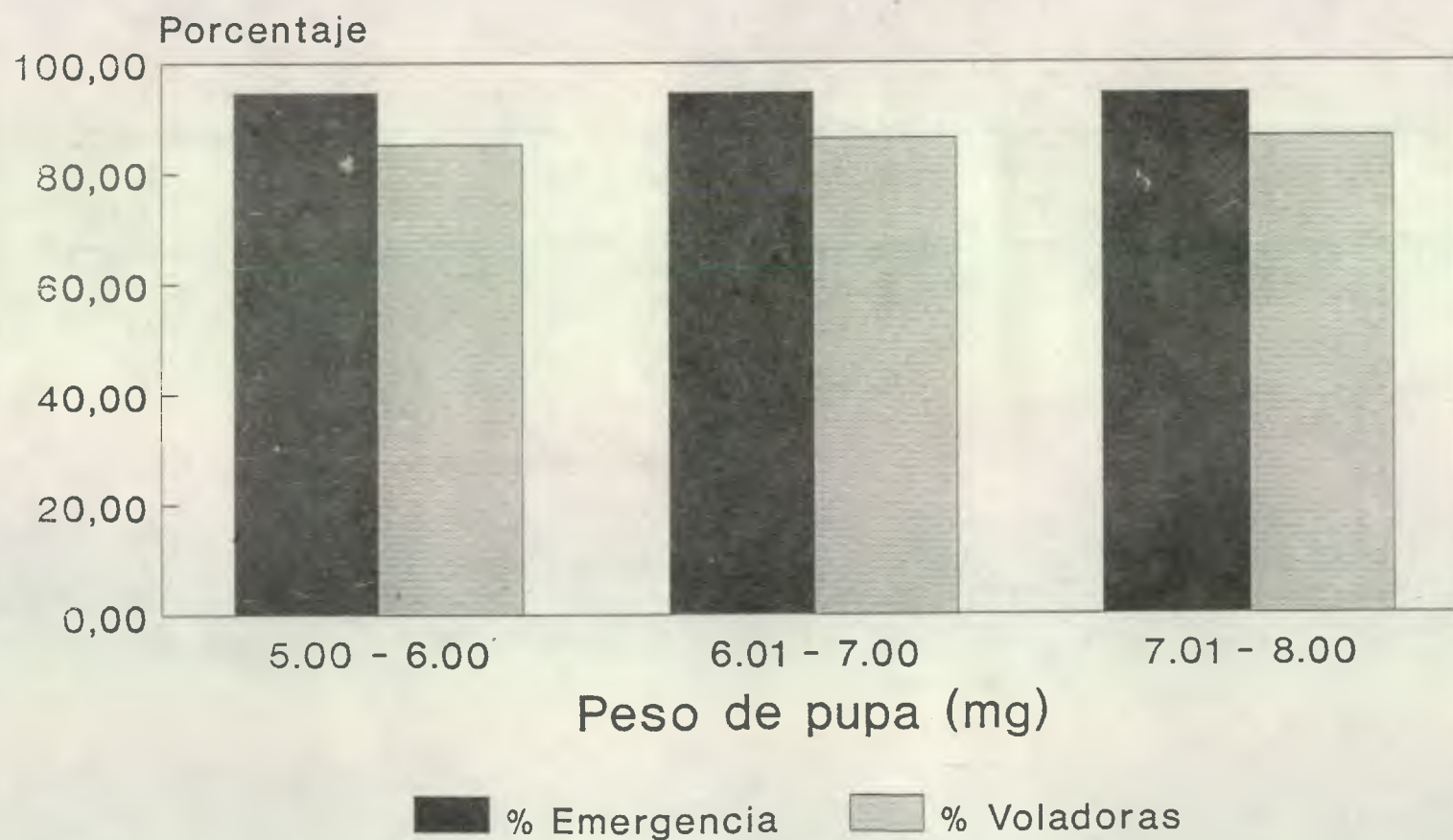
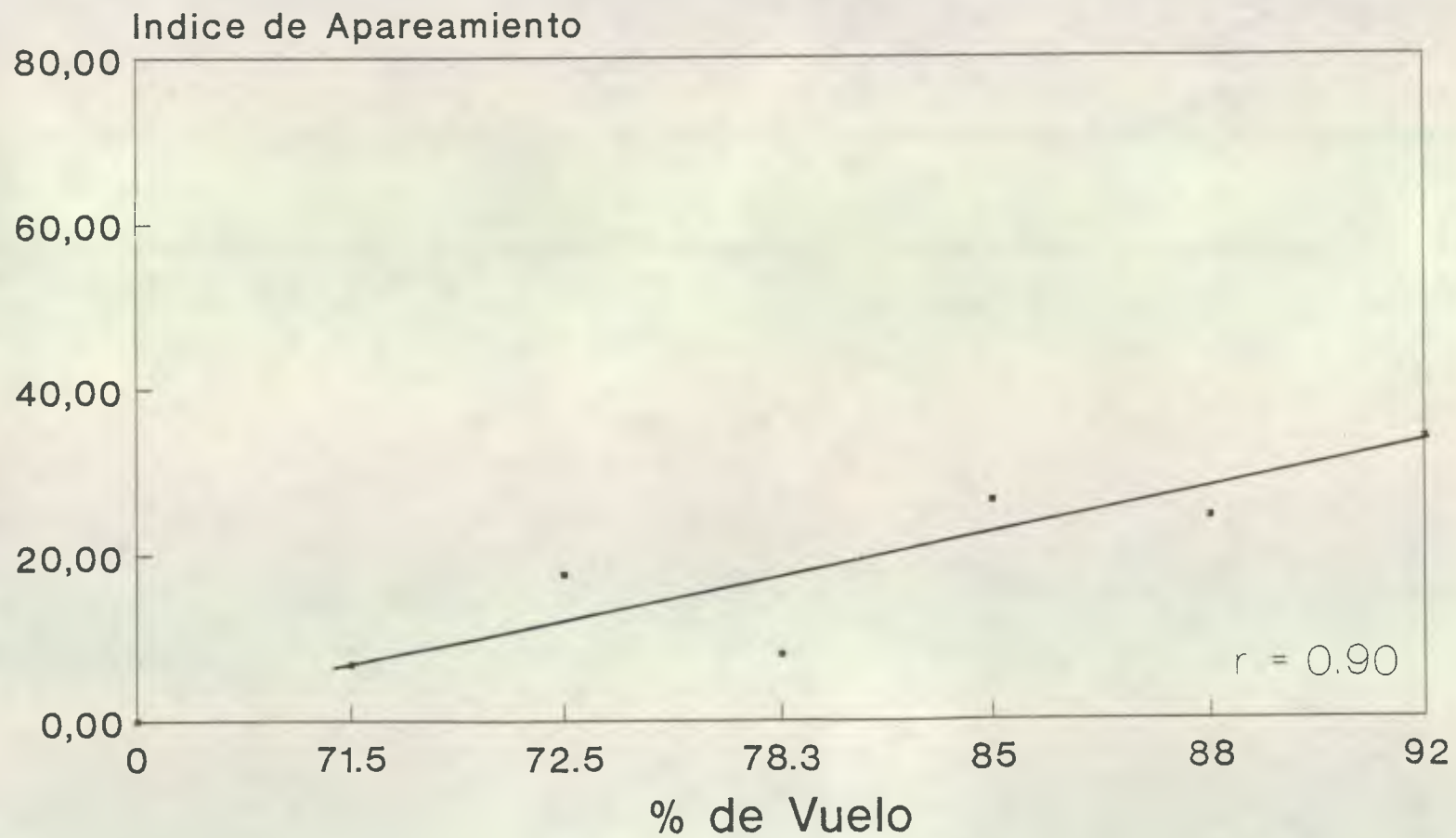
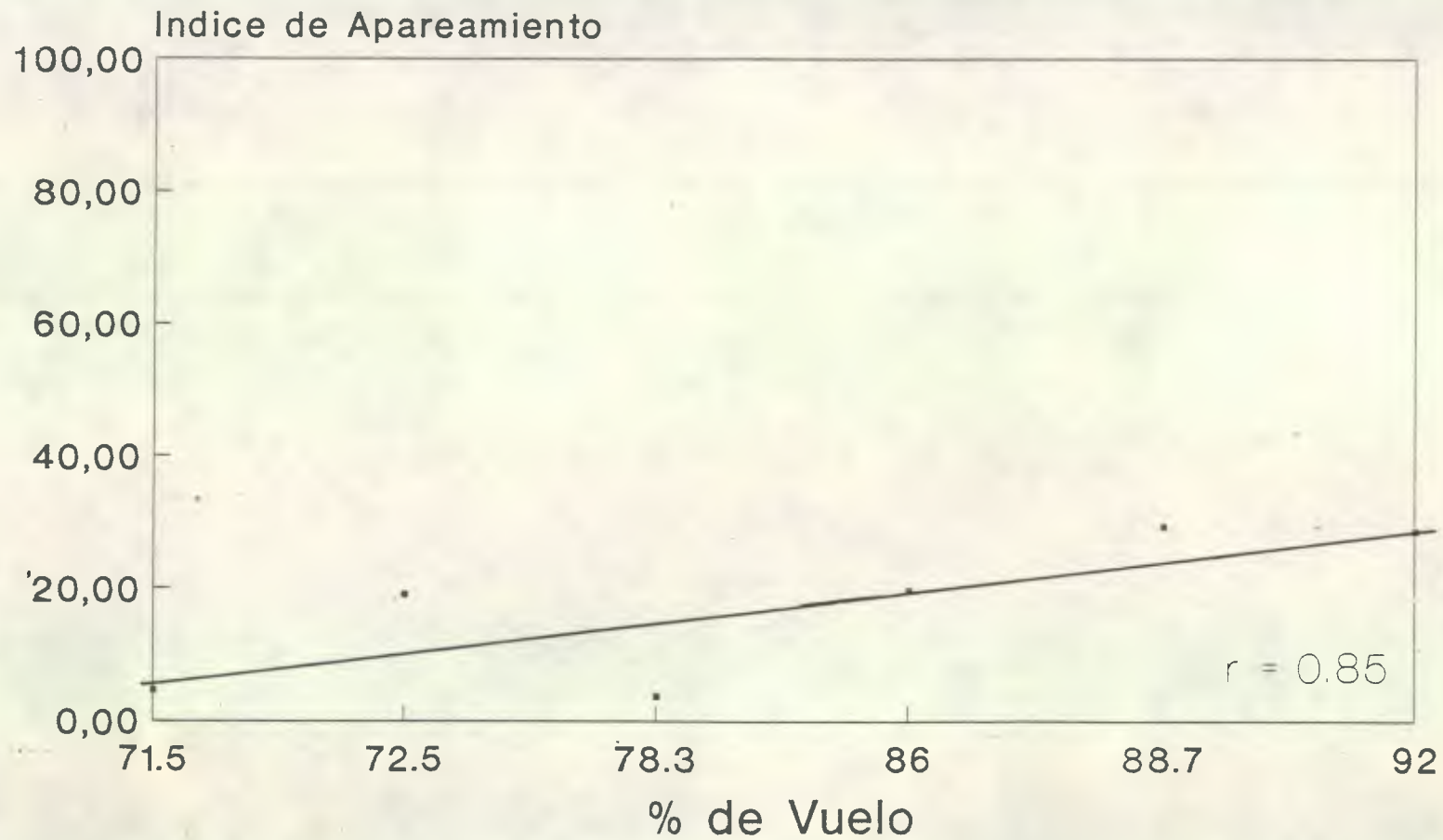


Figura 4
CORRELACION ENTRE HABILIDAD DE
VUELO Y EL INDICE DE COPULA



MACHOS DE 6.01 A 7 MILIGRAMOS

Figura 5
CORRELACION ENTRE HABILIDAD DE
VUELO Y EL INDICE DE APAREAMIENTO



HEMBRAS DE 6.01 A 7 MILIGRAMOS

Figura 6
MEDIA DE LOS INDICES DE COPULA A
NIVEL DE CAMPO, POR PESO Y SEXO

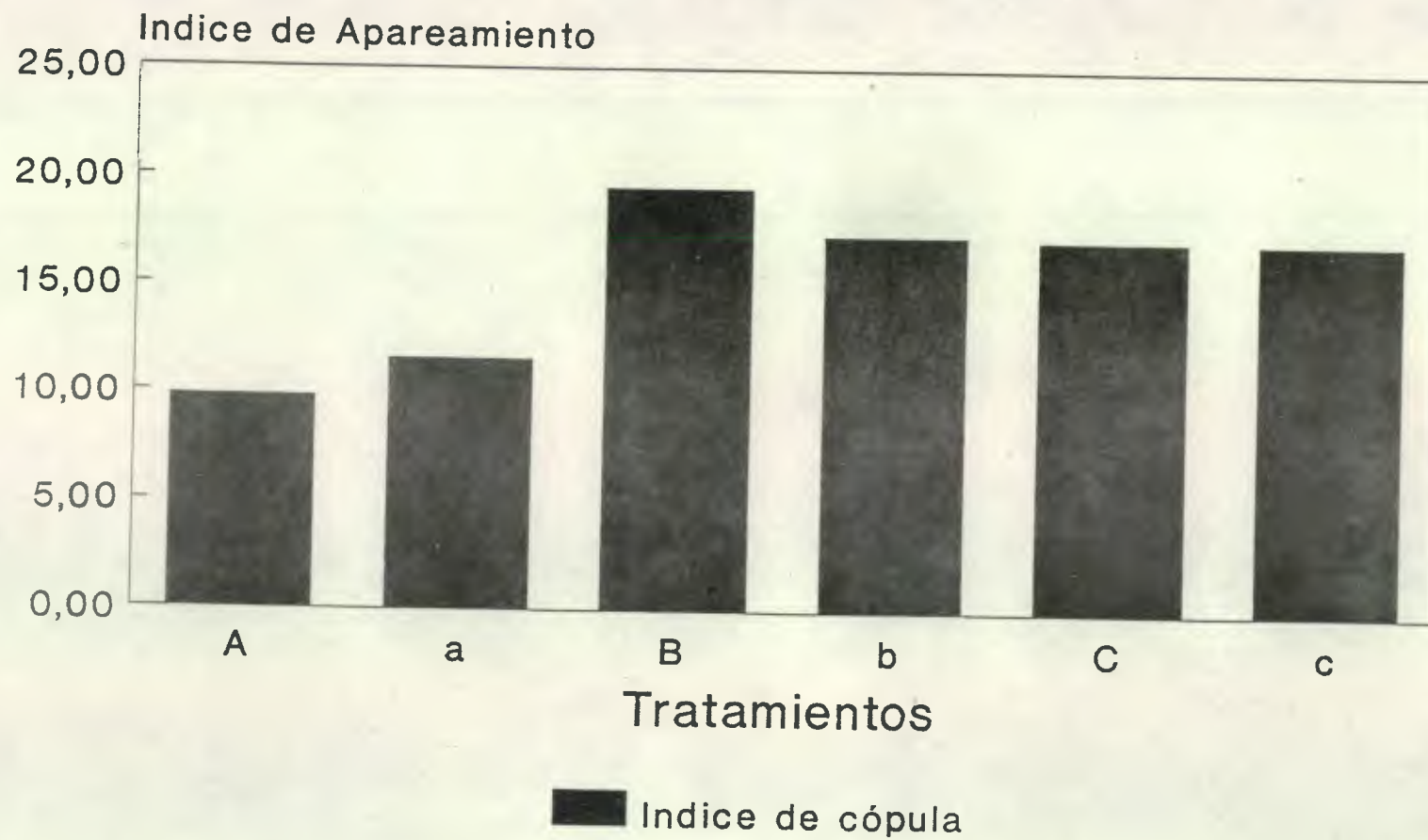


Figura 7
MEDIAS DE INDICES DE COPULA A NIVEL
DE LABORATORIO, POR PESO Y SEXO

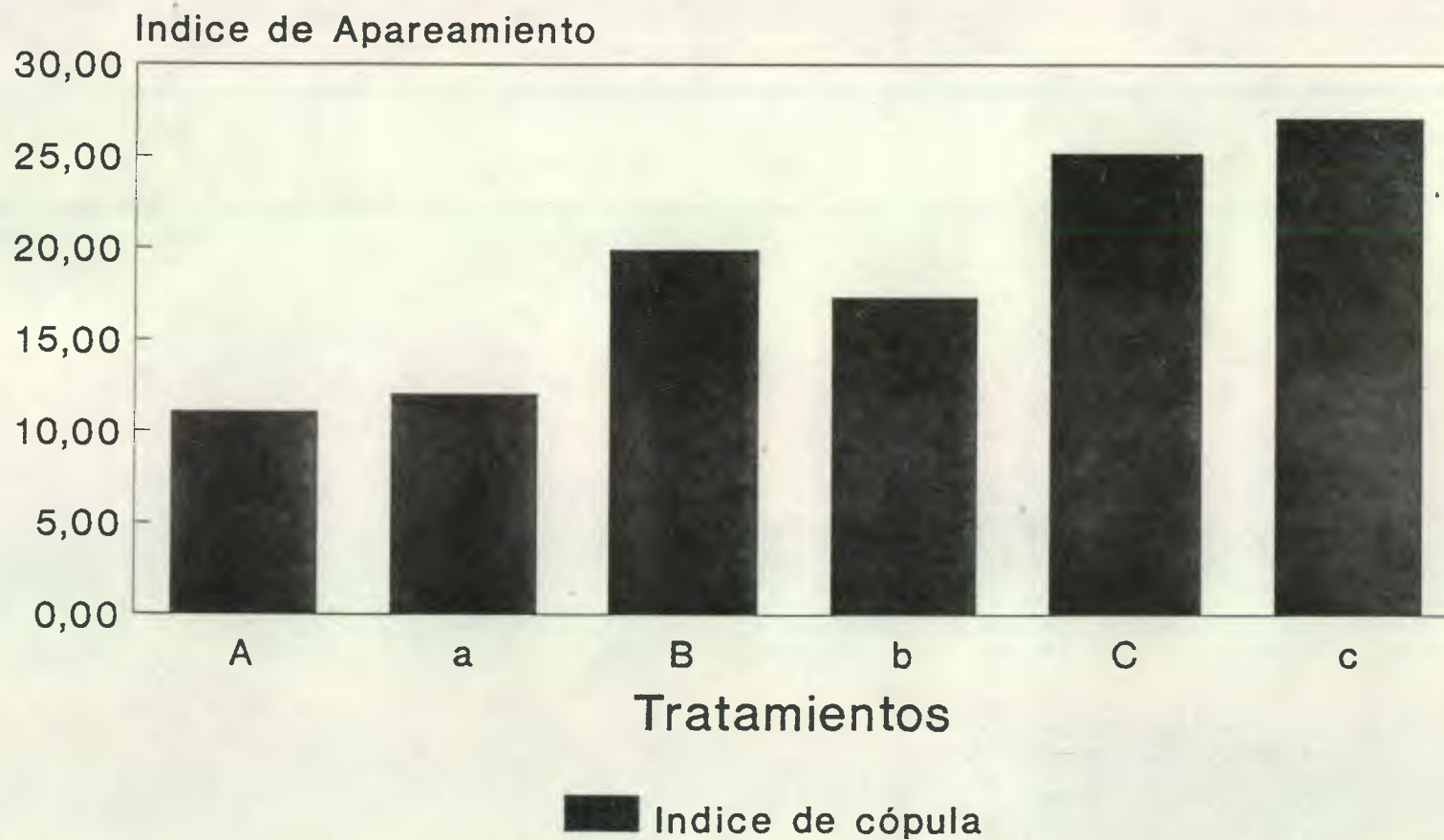
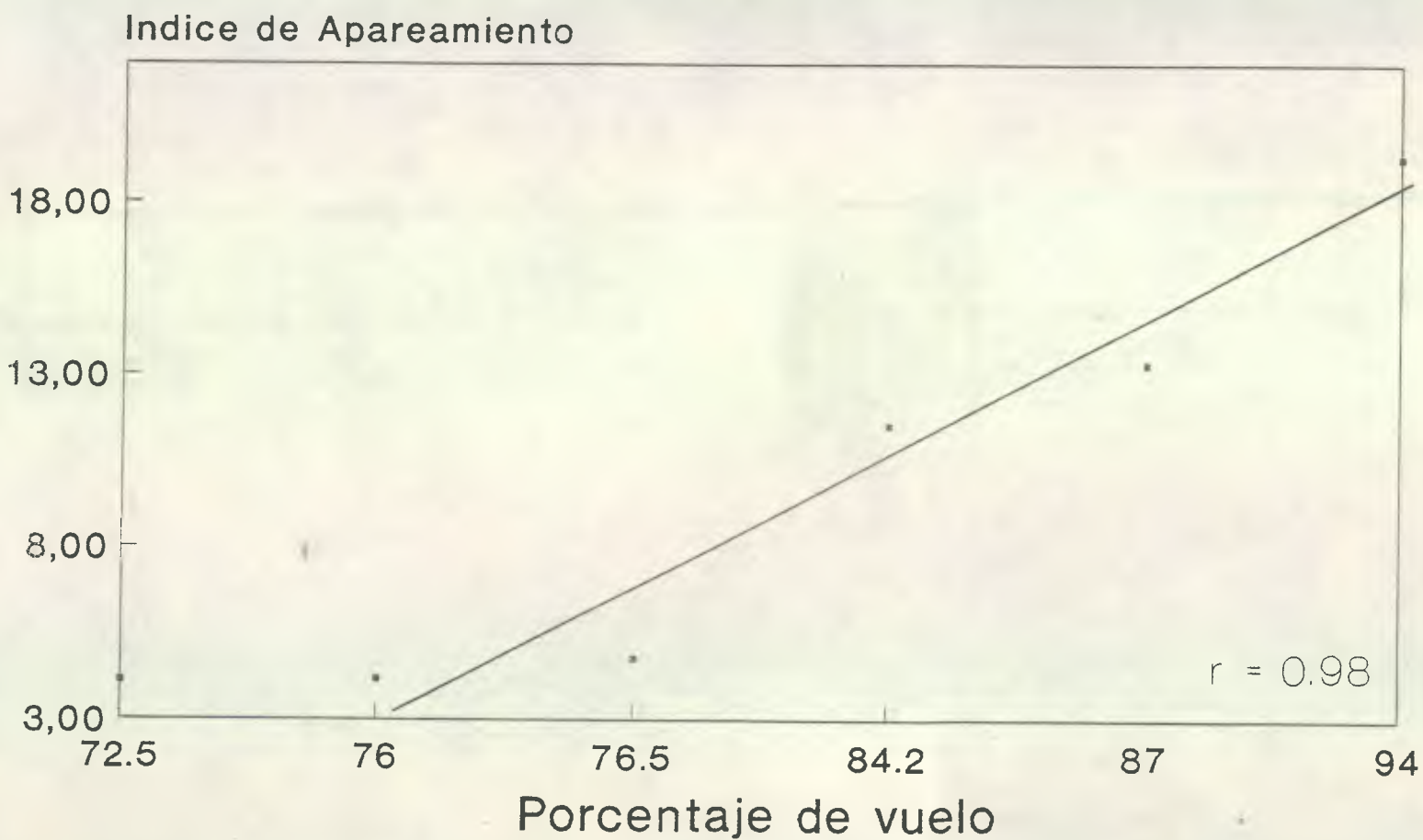


Figura 8
CORRELACION ENTRE LA HABILIDAD DE
VUELO Y EL INDICE DE APAREAMIENTO



MACHOS DE 5 A 6 MILIGRAMOS

Figura 9
MEDIA DE LOS INDICES DE COPULA DE
MOSCAMED A NIVEL DE LABORATORIO

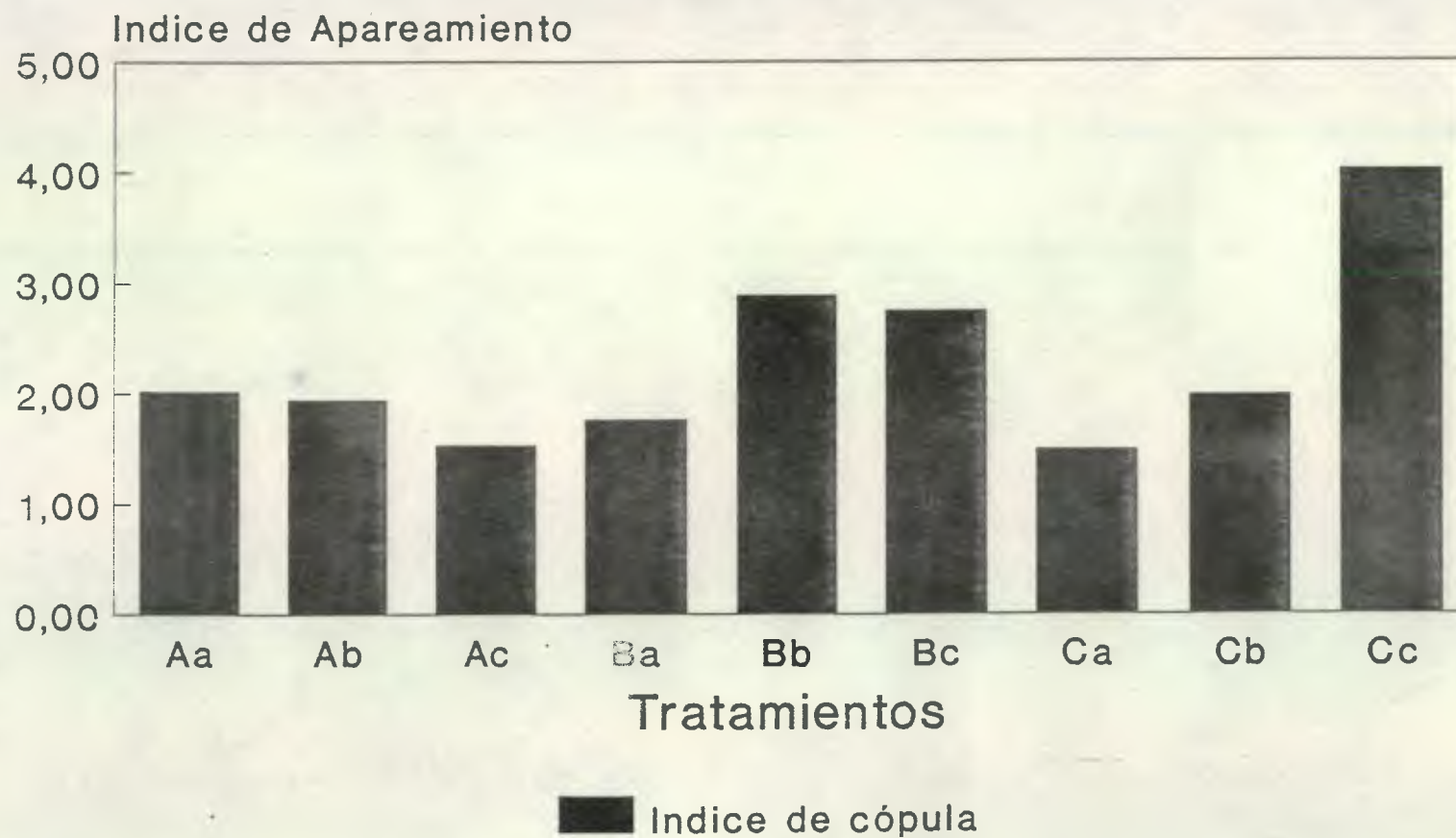


Figura 10
MEDIA DE LOS INDICES DE COPULA
DE MOSCAMED A NIVEL DE CAMPO

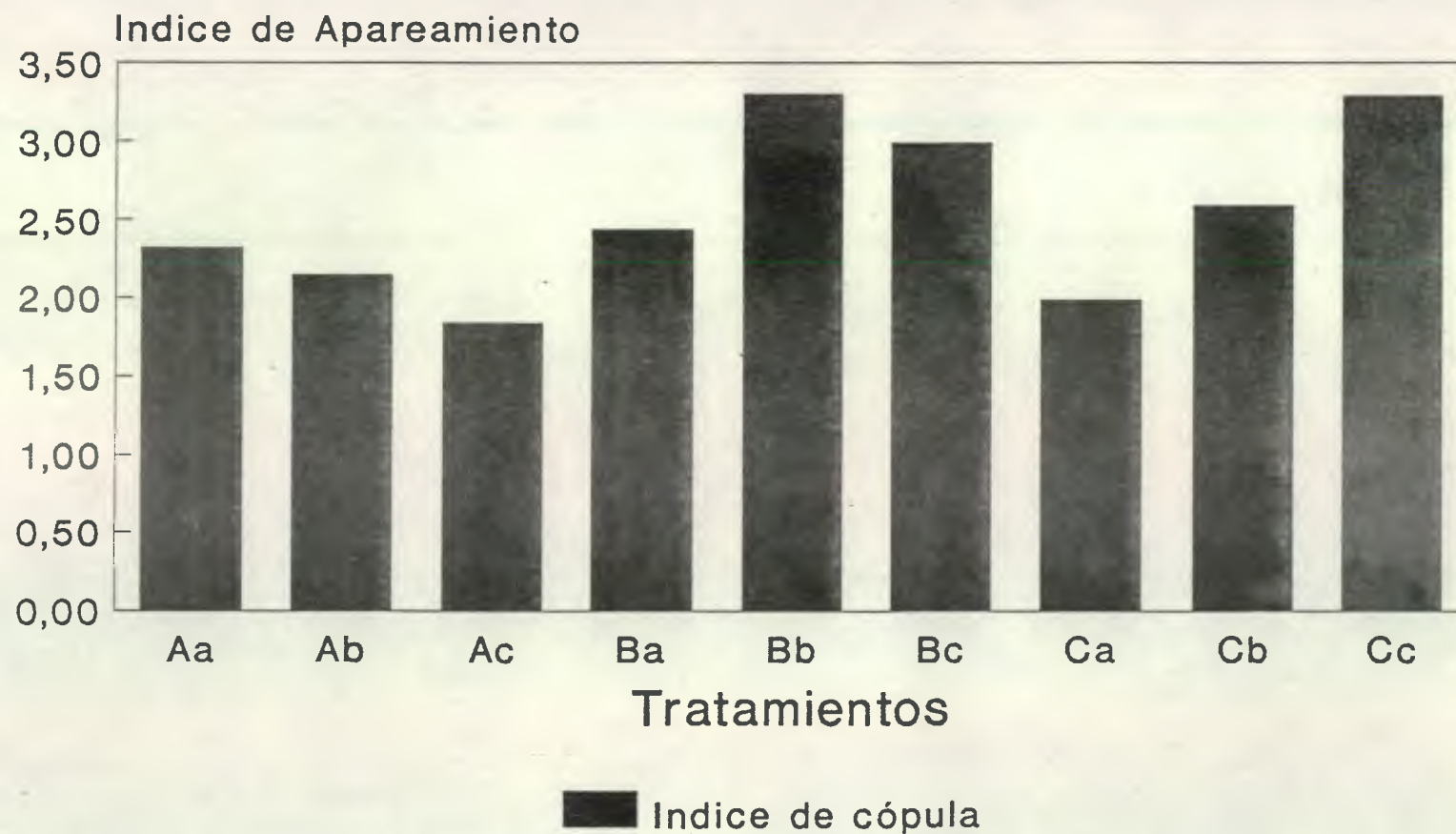
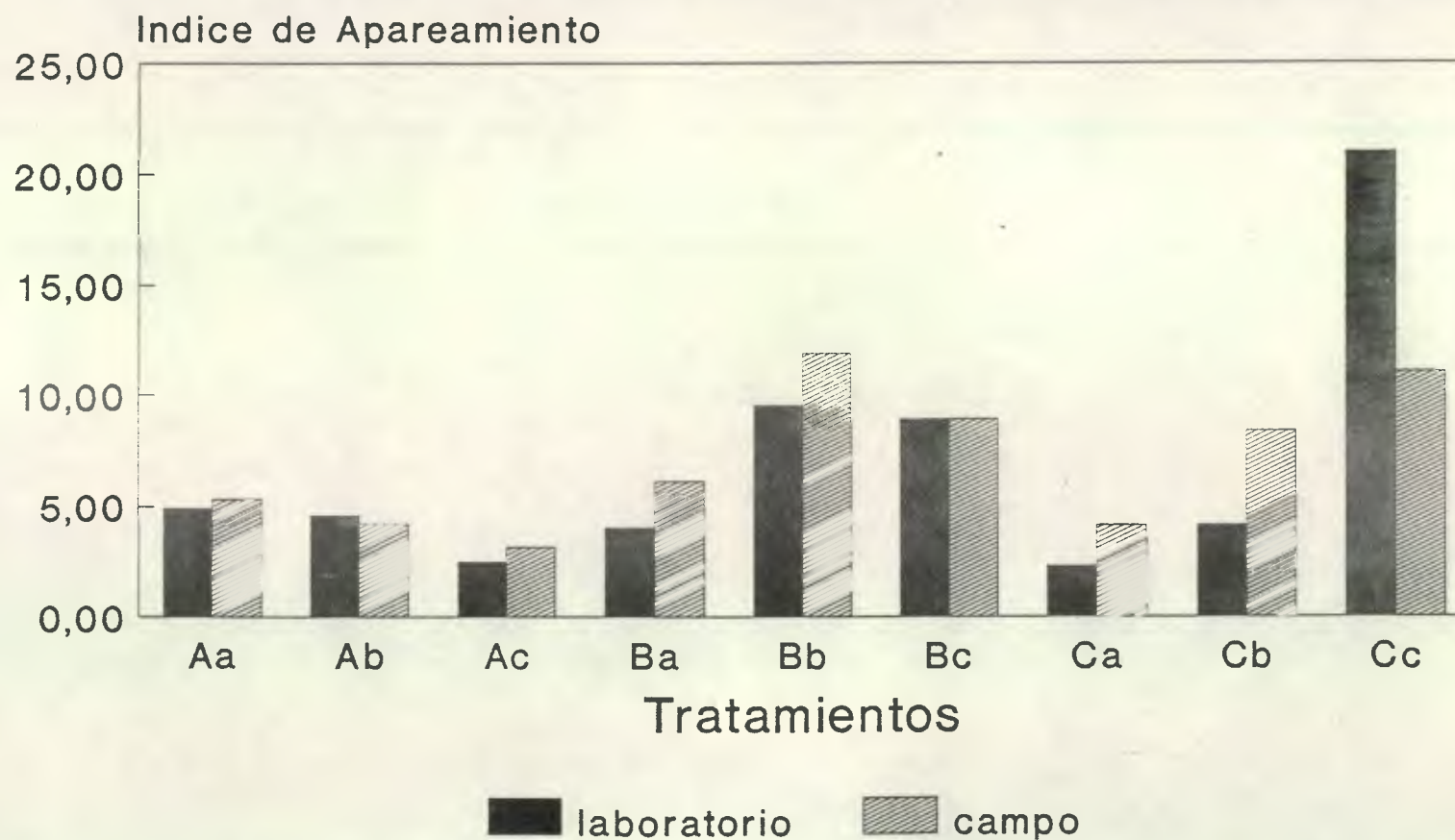


Figura 11
CORRELACION ENTRE DATOS DE PRUEBAS
DE CAMPO Y DE LABORATORIO





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

REF: 015-91

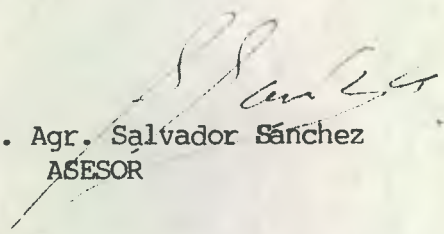
LA TESIS TITULADA: INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA PUPA ESTERELIZADA CON CESIO
 137 EN LA CALIDAD DE LOS ADULTOS DE MOSCAS DEL MEDITERRANEO (Ceratitis
capitata W.)

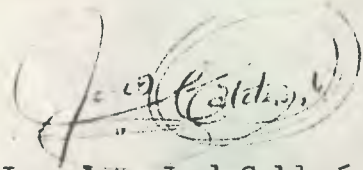
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: OSCAR EFRAIN ALVAREZ CONTRERAS.

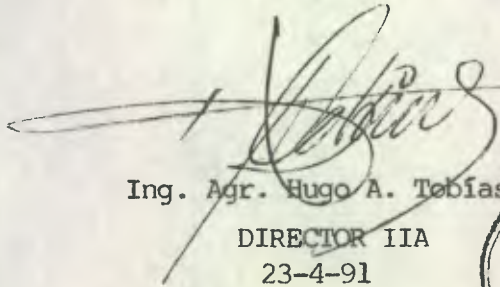
CARNET: 81-14377

Ha sido evaluada por los profesionales: Ing. Agr. Samuel Córdova, Ing. Agr.
 Marco T. Aceituno e Ing. Agr. Waldemar Nufio.

Los Asesores y 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.

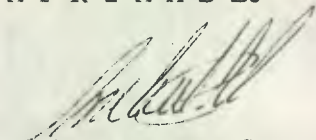

 Ing. Agr. Salvador Sánchez
 ASESOR


 Ing. Agr. Joel Calderón.
 ASESOR


 Ing. Agr. Hugo A. Tobías
 DIRECTOR IIA
 23-4-91



I M P R I M A S E:


 Ing. Agr. Aníbal B. Martínez M.
 DECANO



HAT/sler.