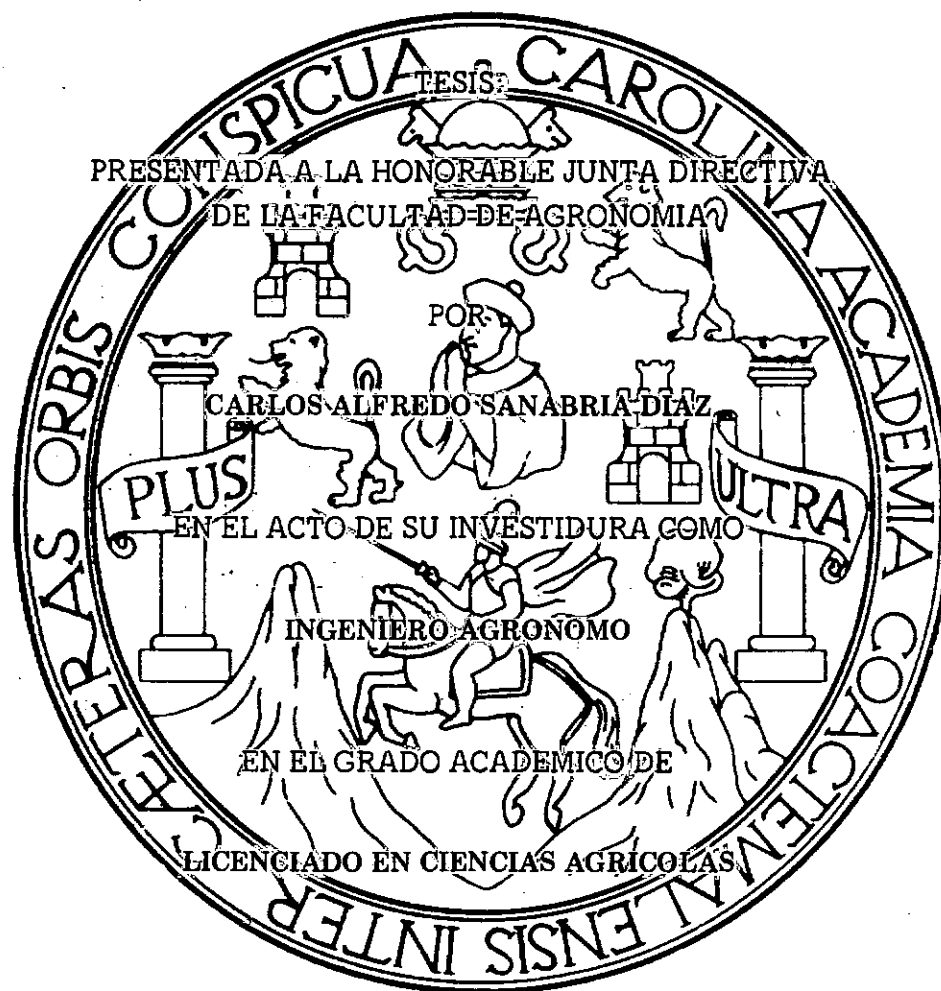


2.9
358

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

COMPETENCIA DE COPULACION ENTRE MACHOS SILVESTRES
Y MACHOS ESTERILES DE CERATITIS CAPITATA
(WIEDEMANN)



GUATEMALA, MARZO DE 1984

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

D.L.
01
T(896)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. CESAR CASTAÑEDA S.
VOCAL 1o.:	ING. AGR. OSCAR LEIVA
VOCAL 2o.:	ING. AGR. GUSTAVO MENDEZ
VOCAL 3o.:	ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL 4o.:	PROF. HEBER ARANA
VOCAL 5o.:	PROF. LEONEL GOMEZ LEONARDO
SECRETARIO:	ING. AGR. RODOLFO ALBIZUREZ

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	DR. ANTONIO SANDOVAL S.
EXAMINADOR:	ING. AGR. ROBERTO RANERO CABARRUS
EXAMINADOR:	ING. AGR. OSCAR LEIVA
EXAMINADOR:	ING. AGR. SALVADOR CASTILLO
SECRETARIO:	ING. AGR. CARLOS FERNANDEZ



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

21 de Febrero de 1984.

Señor Decano:
Ing. Agr. César Castañeda,
Facultad de Agronomía.

Ingeniero Castañeda:

Atendiendo a la designación que esa Decanatura me hizo, comunico a usted que he asesorado al estudiante Carlos Alfredo Sanabria Díaz, en la elaboración de su trabajo de tesis titulado: "COMPETENCIA DE COPULACION ENTRE MACHOS SILVESTRES Y MACHOS ESTERILES DE CERATITIS CAPITATA (WIEDEMANN)".

Considero que el presente trabajo es un aporte valioso para hacer más efectivo el control autocida de esta plaga.

Por lo anteriormente expuesto, recomiendo a su persona, la autorización para la impresión de dicha tesis; ya que se han cumplido con los requisitos que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Víctor Manuel Alvarez Cajas
Centro de Estadística y Cálculo.

Ing.VMAC:bsc.

Guatemala,
marzo de 1984

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

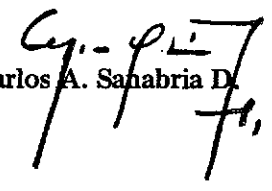
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con las normas establecidas en la LEY ORGANICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, someto a su consideración el trabajo de tesis titulado:

COMPETENCIA DE COPULACION ENTRE MACHOS
SILVESTRES Y MACHOS ESTERILES DE
CERATITIS CAPITATA. (WIEDEMANN)

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando que el mismo merezca su aprobación, atentamente.


Carlos A. Sanabria D.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

A MIS PADRES:

*RAMON F. SANABRIA
NOHEMI DIAZ*

A MIS HERMANOS:

*JULIO FELIPE
JOSE RAMON*

A MI ESPOSA:

GLORIA ARGELIA

A MI HIJO:

JOSE CARLO

A LAS FAMILIAS:

*SANABRIA RODAS
SANABRIA SANCHEZ
CABRERA SALAZAR*

A MIS COMPAÑEROS:

*ING. VICTOR ALVAREZ
ING. LUIS ANDRADE
ING. HUGO FLORES AUCEDA
ING. CARLOS CACERES
ING. FERNANDO ERAZO
ING. ROBERTO GODOY
ING. GABRIEL HEREDIA
ING. FREDY MILIAN
ING. VICENTE MARTINEZ
ING. ALFREDO ORELLANA
ING. FRANCISCO VASQUEZ
ING. EDWIN ZAPAROLLI TORRES*

A MIS AMIGOS EN GENERAL.

TESIS QUE DEDICO

A: *GUATEMALA*

A: *LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*

A: *LA FACULTAD DE AGRONOMIA*

A: *LAS PERSONAS Y/O INSTITUCIONES DEDICADAS A LA
INVESTIGACION AGRICOLA.*

RECONOCIMIENTO

Dejo plasmado un sincero agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron en la realización de la presente investigación, especialmente a:

Ing. Agr. Víctor Alvarez Cajas por su asesoría, revisión y corrección de la presente tesis.

Ing. Agr. Luis Reyes e Ing. Agr. Sergio González en la elaboración de programas, análisis e interpretación de resultados.

Coronel Ernesto Paiz Novales por la colaboración en esta investigación realizada en su propiedad, Finca "Cruz de las Monjas".

Dr. Fred Eskafi y al departamento de Agricultura de la Embajada de los Estados Unidos (USDA), por la colaboración en la realización del presente trabajo.

P. A. Marco Tulio Figueroa, Ing. Agr. Miryan Guillo e Ing. Agr. Jorge López por su colaboración en el trabajo de campo.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	i
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
V. MATERIALES Y METODOS	10
V.1 Localización	
V.2 Técnica Experimental	
V.3 Material Experimental	12
V.4 Materiales	
V.5 Equipo	13
V.6 Método Estadístico	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	16
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	37
IX. BIBLIOGRAFIA	

RESUMEN:

El comportamiento de copulación de Moscas del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wied) silvestres y estériles criadas en laboratorio fue comparado por medio de observaciones sistemáticas durante 5 días en jaula de campo instalada en un área parcialmente sombreada, en San Miguel Milpas Altas, Sacatepéquez, Guatemala.

El objetivo fue evaluar la actividad sexual de moscas machos criados masivamente en laboratorio e irradiadas y determinar la efectividad de esas moscas en relación con las moscas silvestres, en la acción de erradicar la mosca de mediterráneo de los campos, del territorio guatemalteco.

Las moscas fueron liberadas en proporción 2:1, 2 machos (un estéril y un silvestre) por cada hembra silvestre, dentro de la jaula de campo.

El efecto del ambiente en relación al comportamiento sexual fue medido sistemáticamente cada media hora desde las 7:00 A.M. a 4:00 P.M. los días que duraron las observaciones. De ello se detectó mayor actividad sexual entre 9:00 a 12:00 horas, con temperaturas de 24-25°C, con 70-80% de humedad relativa, 100-250 unidades de radiación fotosintética y entre 0-50 unidades de radiación infra-roja.

El patrón de comportamiento sexual diario no presentó diferencia significativa entre machos de mosca del mediterráneo silvestres y estériles.

Todas las cópulas fueron realizadas siguiendo la atracción de despliegue de la hembra y competencia de los machos.

De 145 cópulas observadas 44.1% fueron realizadas por machos de laboratorio y 55.9% por machos silvestres.

ii.

Dada la alta relación de la actividad sexual de los machos con las condiciones ambientales, se recomienda realizar el estudio en otras localidades con condiciones distintas a las del lugar donde se efectuó el presente trabajo, para tratar de establecer si el efecto observado es local o puede generalizarse. Y dada la misma capacidad de copulación de los machos estériles con respecto a los silvestres, se propone que se sigan utilizando como una forma de control, siempre dentro el esquema de control integrado.

I. INTRODUCCION:

La mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wied) está considerada mundialmente como una de las plagas que más daña a los frutales tanto de hoja decídua como perenne, conociéndose más de 250 hospederos entre frutales, algunas hortalizas y plantas silvestres.

Por la importancia económica que tienen las pérdidas ocasionadas por *C. capitata*, en Guatemala y otros países su prevención, combate, y en lo posible su erradicación para evitar su constante movilización a otras regiones, es necesaria una acción más conciente y coordinada de todos los sectores afectados por esa plaga. El costo de control sería aún más elevado si *C. capitata* sale del área guatemalteca como zona limítrofe entre Centro América y México. *C. capitata* virtualmente se distribuiría a regiones más amplias y difíciles de controlar, transformándose éstas en focos permanentes de reinfestación de áreas liberadas del insecto plaga y fuente de contaminación a regiones nuevas. Ese problema que mantendrá a Guatemala como zona cuarentenaria que le impide la exportación de frutas al exterior. Desde su ingreso a Guatemala en 1975 (1) se encuentra actualmente distribuida de oriente a occidente en toda la región del pacífico. La misma se ha movilizó de las zonas bajas a las zonas altas (Montano bajo subtropical húmedo y seco) (7), y el presente año está movilizándose a la parte norte del país, en el Petén, donde no estaba reportada (*).

Por las variaciones altitudinales de Centro América y específicamente las acentuadas diferencias altitudinales de Guatemala es posible que moscas del mediterráneo que han existido por varias generaciones en ciertas regiones climáticas restringidas, podrían haber adaptado su comportamiento de copulación a estas

(*) Alvarado, Edgar. Distribución *C. capitata* en Guatemala, información verbal, Facultad de Agronomía. USAC. 1983.

zonas ecológicas específicas. La distancia vertical entre poblaciones puede provocar aislamiento como proceso incipiente de especiación, que trae como consecuencia innumerables cuestionamientos en la práctica de control autocida. Aparece la preocupación de averiguar el funcionamiento del sistema de control de mosca del mediterráneo utilizado ampliamente en Guatemala, el cual es de liberación de moscas estériles criadas bajo condiciones de laboratorio en latitudes diferentes a las prevalecientes en Guatemala, el cual es de liberación de moscas estériles criadas bajo condiciones de laboratorio en latitudes diferentes a las prevalecientes en Guatemala. De tal forma que las moscas del mediterráneo producidas masivamente en el programa de liberación de moscas estériles son criadas aisladamente de todas las poblaciones silvestres de nuestro medio. La pregunta es, si después de tales aislamientos geográficos y regímenes artificiales de crianza, estas moscas son todavía compatibles sexualmente con las moscas silvestres guatemaltecas que viven bajo condiciones de temperatura, intensidad de luz, altitud y demás factores climáticos propios de este país. Para determinar si algunos de estos factores influyen en las poblaciones silvestres guatemaltecas, se planteó la realización del presente trabajo.

El estudio realizado concluye que no existe incompatibilidad entre las moscas que fueron utilizadas en este experimento.

Este estudio se realizó en la Finca Cruz de las Monjas, Aldea San Miguel Milpas Altas, del Municipio de Magdalena Milpas Altas, Sac., Guatemala, la cual se encuentra a 1940 mts. SNM(4) identificada como zona montano bajo húmedo subtropical (7).

El experimento se inició en abril y finalizó en junio de 1983.

II. HIPOTESIS:

Si las condiciones ambientales de San Miguel Milpas Altas han ejercido presión de selección en las poblaciones naturales de *C. capitata* (Wied), entonces es posible que exista incompatibilidad sexual entre moscas del mediterráneo de laboratorio y silvestres.

III. OBJETIVOS

III.1 Generales:

- a) Determinar si moscas de la región de Milpas Altas, Sacatepéquez Guatemala (Cepa Ga) son sexualmente compatibles con moscas criadas masivamente en el laboratorio de Metapa, Tapachula Chis., México (Cepa Mx).

III.2 Específicos:

- b) Determinar el umbral de temperatura e intensidad de luz cuando los machos inician el proceso de atracción de hembras y la respuesta de las hembras a esos estímulos entre las diferentes cepas de moscas (Ga y Mx).
- c) Determinar las horas en que se inicia la actividad sexual en las moscas del mediterráneo para ambas cepas (Cepas Ga-Mx).
- d) Determinar el período común cuando las hembras Ga responden a los estímulos emitidos por los machos Ga y Mx.
- e) Determinar a que edad moscas de cepa Ga inician su actividad de cópula.

IV. REVISION DE LITERATURA

En Guatemala la mosca del mediterráneo *C. capitata* está siendo controlada usando el método autocida de liberación masiva de poblaciones estériles en el campo.

La posibilidad de que poblaciones estériles de laboratorio sean incompatibles sexualmente con poblaciones fértiles silvestres no había sido evaluada. Incompatibilidad debido a alteraciones del comportamiento sexual de moscas criadas en laboratorio radiadas para provocar esterilidad y comportamiento sexual de moscas silvestres ha sido estudiada en otros países. Los resultados obtenidos son discutidos en secuencia cronológica en el presente informe.

McBRIDE (11) señaló que las condiciones de campo influyen de diferente manera, en las poblaciones de las moscas de las frutas, indicando que el principal factor para condicionar la población de moscas es la cantidad de fruta huésped. McBRI-DE (11) atribuye poca importancia a los factores climáticos si la presencia de fruta es inadecuada; sin embargo señala que la temperatura afecta la actividad de los adultos, y que la baja temperatura aumenta el tiempo de desarrollo de las etapas inmaduras. La disminución de temperatura relacionada inversamente con la elevación del terreno explica una reducción de poblaciones hasta del 280/o, en zonas altas. La lluvia es otra variable que afecta directamente en la actividad de oviposición. La humedad y temperaturas no influyen fuertemente en el inicio de la población, pero ejercen sus efectos en conjunto en los adultos (11).

Sin embargo SHOUKRY (17) reporta que la temperatura influye significativamente en el inicio de la población y que la humedad no tiene efecto alguno sobre la duración de pupa bajo el efecto de una misma temperatura. SHOUKRY (17) coincide en el señalamiento que hace McBRIDE (11) con respecto a que la temperatura afecta

la actividad de los adultos. En experimentos realizados por él, indica que el tiempo de longevidad de adultos fue mayor a 25°C. que a 30°C, además reporta que en la oviposición existió una diferencia significativa entre los 25°C y 30°C.

Se reporta que los adultos de *Ceratitis capitata* no ovipositan cuando las temperaturas medias diarias son inferiores a los 13°C, (18). McBRIDE (11) indica que el efecto del fotoperíodo toma menos importancia entre los factores ambientales que influyen sobre el ritmo de la actividad sexual de *C. capitata*.

Causse (3) encontró que con la luz natural es posible distinguir un ritmo relacionado tanto al día como a la noche. La actividad sexual empezó al principio del día, se mantuvo a un máximo porcentaje por varias horas, disminuyendo durante el atardecer y cesando antes de anochecer. El mismo fenómeno fue observado bajo condiciones de luz artificial. Pero cuando el fotoperíodo fue dosificado, este causó retraso en la actividad sexual (3).

Causse (3) sometió moscas a un período prolongado de iluminación, luego a una sola fase oscura, y luego nuevamente a iluminación, y encontró que esa sola fase oscura reguló la actividad sexual.

Se supone que moscas producidas bajo ambiente artificial serían afectadas negativamente en competencia sexual con moscas silvestres. Pero por lo contrario, moscas del mediterráneo criadas en laboratorio con dietas y bajo temperaturas constantes fueron comparadas con moscas del mediterráneo silvestres en jaulas de campo, y se observó que la velocidad de copulación de las moscas de laboratorio fue más rápida que las moscas silvestres, (Wong 19).

En otro estudio, WONG et al (20) informa que, moscas de laboratorio que fueron

radiadas con rayos gamma a razón de 7, 10, 13 y 16 Krad en nitrógeno y luego marcados para su posterior identificación, observaron efecto detrimento en su comportamiento. Este efecto nocivo hacía que la velocidad de cópula de moscas de laboratorio fuera similar al de las moscas silvestres. Se concluye que el efecto de la dieta artificial y las condiciones ad-hoc del laboratorio produjeron incremento en la velocidad de cópula, pero sin embargo la radiación redujo la misma.

En el más reciente ensayo realizado por Wong y compañeros (22) se encontró que moscas del mediterráneo silvestres fueron más rápidas en su vuelo de cópula que las moscas de laboratorio. En este trabajo realizado con jaulas de laboratorio se compararon moscas del mediterráneo de laboratorio de las siguientes cepas: a) F_1 obtenido de moscas del mediterráneo silvestres del USDA X Moscamed ARS (AR), b) Mosca del mediterráneo de California x Mosca del mediterráneo de Hawaii (CH), c) Mosca del mediterráneo del laboratorio de México (Mx). Pero comparando el comportamiento de copulación de *C. capitata* silvestre y estéril en jaulas de campo, Zapien et al (23) concluyeron que el comportamiento sexual diario no presenta diferencias entre moscas de ambas cepas.

Con respecto a la madurez reproductiva de moscas de laboratorio y silvestre, también se han encontrado diferentes observaciones Wong y Covey (21) evaluaron copulación de *Dacus dorsalis* (Hendel) de laboratorio con *D. dorsalis* silvestres. Encontrándose que a los 12 días después de emergidos los adultos, el 100o/o de las hembras criadas en laboratorio copularon. Con respecto a las hembras silvestres, solo el 3.5o/o lo hicieron a los 13 días después de emergidos. Observándose un típico aislamiento sexual entre las cepas silvestres y de laboratorio. En ensayos con jaulas de campo se observó que además los machos tenían preferencia significativa en copular solo con hembras de su misma cepa.

Con respecto a *C. capitata*, Arita (2) encontró diferencia entre la madurez reproductiva y madurez sexual. Los machos fueron sexualmente maduros a las 48 horas después de emergidos, mientras que las hembras maduraron sexualmente 48 horas después. La madurez (época de inicio de cópula) fue 4 días después de emergidos bajo condiciones de laboratorio. Wong y Nakahara (19) encontraron que las hembras criadas en laboratorio, el 100o/o copulaba al 4o. día después de emergidas; las silvestres por el contrario, iniciaron su período de cópula a los 10 días después de emergidas. Concluyéndose que el período de actividad sexual de la cepa de laboratorio no puede ser completamente sincronizado con el de la cepa silvestre.

Observando la hora de inicio de cópula, se determinó que moscas de laboratorio no irradiadas y moscas silvestres, alcanzaban su mayor actividad al final de la mañana y principios de la tarde (15, 19). Causse and Féron (3) reportaron que en la luz natural la actividad sexual de mosca del mediterráneo ocurría al principio del día, se mantenía durante varias horas, disminuyendo en la tarde, y cesaba completamente antes de oscurecer.

El efecto de radiación influye significativamente en el comportamiento sexual de los machos (6, 13, 8). Tratamientos con 10 Krad gamma aplicado a pupas de dos días antes de la emergencia del adulto, reduce la efectividad de cópula en un 50o/o (6, 13). Pero si el tratamiento se hace a adultos de 2 días de edad se encontró que su efectividad en copulación no era afectada (13).

OHINATA (14) señala que machos tratados con radiación gamma en atmósferas de nitrógeno fueron más competentes que irradiados en otras atmósferas.

Katiyar y Ramírez (10) encontraron que aunque la esterilización afecta competitividad, ésta no redujo la duración de cópula de los machos. Y, más, no se encontró

atraso en tasa de maduración sexual de machos estériles, así como la frecuencia de copulación que resultó ser similar con la de machos silvestres (8).

En relación a los colorantes que se utilizan en los laboratorios para identificar a las moscas, HOLBROOK et al (5) en estudios realizados en Hawaii dicen que la competencia de cópula de las moscas no se altera cuando se usa marcaje con polvos de colores naranja, amarillo o verde fluorescentes. Incluso que macho y hembras marcados con rojo incrementaron su respuesta a copulación.

Finalmente queda decir que la efectividad del método autocida de esterilización de insectos, está basado en que las hembras copulen solo una vez, además de los muchos factores ya mencionados en esta revisión. Se supone que hembras de moscas del mediterráneo copulen solo una vez, y esto solo ocurre cuando los machos, normales o estériles, transfieren una cantidad adecuada de esperma en todos los apareamientos (9). Sin embargo se han encontrado una segunda cópula en hembras, y que esto no tiene correlación con la cantidad de esperma transferido en la primera cópula (9). NAKAGAWA et al (12) observaron que los machos de moscas del mediterráneo son polígamos, pero que las hembras aparentemente no. Que éstas, después de copuladas, el 40o/o no volvía a copular. Y que las hembras que recopulaban, el 75o/o de ellas lo hacían una o dos veces más dentro de un período de 49 días. Estos autores también señalan que estas segundas cópulas están correlacionadas con el volumen de esperma guardado en la espermateca (12).

V. MATERIALES Y METODOS

V.1 LOCALIZACION:

El presente estudio se realizó en la Finca "Cruz de las Monjas" situada en la aldea San Miguel Milpas Altas, municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Esta área de experimentación se localiza a 1940 mts. SNM, identificado como zona montano bajo húmedo subtropical (7). El experimento se inició en abril y finalizó en junio de 1983.

V.2 TECNICA EXPERIMENTAL:

Obtención de hembras vírgenes

Se recolectó fruta infestada del área en estudio y se conservó para la emergencia de larvas. Baldes de plástico de 30 cm. de diámetro y 13 cm. de altura, se utilizaron para conservar la fruta. Esta fruta se colocó a razón de 2 libras sobre un cedazo metálico (3 mallas/pulgadas²), este cedazo de 32 cm. de diámetro, para poder doblarle la orilla y así poder autosostenerse sin dificultad dentro del balde, sin llegar al fondo del mismo. En el fondo del balde se colocó arena estéril de río, que recibía a las larvas que abandonaban las frutas en su último estadio larvario para empupar.

Finalmente, el balde fue cubierto por un tul de plástico y fijado sobre y alrededor del balde por un cáñamo. Con el objeto de evitar que organismos extraños pudiesen penetrar en el balde. De esta forma se tuvo una cámara de recolección de pupas, que garantizó un control sobre la virginidad de las moscas que fueron utilizadas en los cruces.

La arena de los baldes se tamizó cada 7 días, para la obtención de pupas. Las pupas se colocaron en vasos plásticos de 1 litro de capacidad con 0.5 cm

de arena al fondo, cubiertos con tela tul sostenido con hule hasta la emergencia del adulto.

Las pupas de la cepa estéril criadas masivamente permanecieron en condiciones de laboratorio.

Al día siguiente de emergencia los adultos fueron sexados y mantenidos en jaulas separadas. La exactitud de esto fue muy importante, el fracaso de respuesta de las hembras podría ser debido a 1 macho en la jaula de hembras. Los adultos se alimentaron con proteína, azúcar y agua.

Las pruebas de copulación fueron realizadas en el campo en una jaula portátil de cedazo de 2.9 m de diámetro x 2 m de altura. Las moscas silvestres con edad de 8 días (tiempo regular para alcanzar madurez sexual bajo condiciones silvestres)(19), mientras que las moscas de laboratorio de 4 días de edad mínimo (tiempo regular para alcanzar madurez sexual bajo condiciones de laboratorio, 25°C) (19).

La jaula de campo se instaló en un área parcialmente sombreada. Se liberaron las moscas de las 2 cepas dentro de la jaula en una proporción de 2 machos (1 estéril y 1 silvestre) por 1 hembra silvestre. Cada 30 minutos se tomó un set de datos que incluye: Temperatura en °C, porcentaje de humedad relativa, radiación fotosintética, iluminación, densidad de flujo del foton, radiación solar y radiación infrarroja en nanómetros.

En frascos de plástico 70 ml. con tapadera se recolectó las parejas que copularon. Se identificaron con número de orden y hora de la cópula.

Las parejas ya colectadas en los frascos arriba mencionados fueron traslada-

dos al laboratorio. Se identificó si el macho que copuló fue silvestre o estéril.

V.3 MATERIAL EXPERIMENTAL

Mosca del mediterráneo silvestre. (*C. capitata*).

Mosca del mediterráneo estéril. (*C. capitata*).

Frutos de café (*Coffea arábica* L. var. *Bourbon*).

V.4 MATERIALES

Proteína hidrolizada.

Azúcar.

Agua tridestilada.

Baldes plásticos 30 cm. diámetro 13 cm. altura.

Arena cernida.

Tela tul.

Cañamo.

Tamiz.

Recipientes plásticos de 1 litro.

Hules.

Lápiz de cera.

Masking tape.

Jaulas de vidrio y tul de 12 por 16 centímetros.

Frascos plásticos de 70 milímetros con tapadera.

Soportes de madera.

Tornillos.

V.5 EQUIPO

Jaula de campo (2.9 m x 2.0 m).

Aspirador de moscas.

Optivisor.

Pinzas.

Reloj.

Sling Psychrometer.

Sensor de Quantum (Quantum Sensor).

Sensor de infrarrojo (Near infrared sensor).

Sensor de radiación Fotosintético (Ph-otosynthetic Irradiance sensor).

Sensor de radiación solar. (Pyranometer).

Sensor de iluminación (Photometric sensor).

Integrador de datos (Printing Integrador).

Balanza eléctrica.

Estereoscopio.

Lámpara de luz ultravioleta.

Alicate y desarmador.

1 jeep para transporte.

V.6 METODO ESTADISTICO

Los datos obtenidos fueron ordenados de la siguiente forma.

CUADRO DX

Hora	t	q	if	ft	pn	fs	HR	PC	M ₁ C	M _s C
7:00										
7:30										
8:00										
8:30										
9:00										
9:30										
10:00										
10:30										
11:00										
11:30										
12:00										
12:30										
13:00										
13:30										
14:00										
14:30										
15:00										
15:30										
16:00										

Dx = Día en que se tomó datos

t = Temperatura

q	=	quantum de luz
if	=	infrarojo
ft	=	fotómetro
pn	=	piranómetro
fs	=	fotosintética
HR	=	Humedad relativa
PC	=	Número parejas copuladas
M _l C	=	Moscas copuladas de laboratorio
M _s C	=	Moscas copuladas silvestres.

Recabados todos los datos se hizo uso del paquete estadístico SPSS (statistical package for the social sciences) a través de la terminal de computadora que se encuentra en el Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los procedimientos usados fueron:

Tabulaciones cruzadas

Prueba de hipótesis

Análisis de correlación

Análisis de regresión (16).

El modelo de correlación y regresión utilizado fue el lineal para todo el trabajo, incluyendo la regresión múltiple.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Moscas del mediterráneo silvestres de Guatemala (Cepa Ga) y moscas del mediterráneo criadas en el Laboratorio de Metapa, Tapachula Chis., México (Cepa Mx) fueron evaluadas para observar su frecuencia de cópula en San Miguel Milpas Altas, Sac., Guatemala.

Factores ambientales producen presión de selección, por lo que las moscas sometidas a comparación se les estudió el efecto de ciertos factores ambientales prevalecientes al momento de las cópulas en la región de Milpas Altas, las que fueron: la iluminación, radiación solar, radiación infraroja, densidad del flujo del foton, radiación fotosintética, temperatura y humedad relativa.

Ordenados y tabulados los datos obtenidos en las observaciones se procedió al análisis estadístico de los mismos.

Se aplicó la técnica de T de student para establecer si existen diferencias entre los promedios de copulaciones de los machos estériles contra silvestres (cuadro 1) encontrándose que no hay diferencias significativas entre ambos, lo cual indica que el nivel de actividad de copulación es estadísticamente el mismo en machos estériles que en silvestres.

Se procedió a la obtención de tabulaciones cruzadas y análisis de regresión que permitiesen observar el desarrollo de la actividad de copulación en función de los factores ambientales mas importantes, y con el fin de localizar correlaciones entre las variables de este estudio se obtuvieron los coeficientes de correlación lineal simple. (cuadro 2).

Cuadro 1

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

13/02/84

PAGE 65

17

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL FENOMENO

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

- T - T E S T -												
VARIABLE	NUMBER OF CASES	MEAN	STANDARD DEVIATION	STANDARD ERROR	•(DIFFERENCE) • MEAN	STANDARD DEVIATION	STANDARD ERROR	• • CORR. PROB. •	2-TAIL •	T • VALUE	DEGREES OF FREEDOM	2-TAIL PRCB.
LAB	NO COPULACIONES ESTERILES				*			*		*		
	42	1.5238	1.550	0.239	*			*		*		
					*	-0.4048	2.586	0.399	*-0.003 0.984	*-1.01	41	0.316
		1.9286	2.065	0.319	*			*		*		
WTLOS	NO COPULACIONES SILVESTRES				*			*		*		

Cuadro 2

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTÉRILES

13/02/84

PAGE 16

CORRELACIONES SIMPLES LINEALES ENTRE VARIABLES

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

----- PEARSON CORRELATION COEFFICIENTS -----

	LAB	WILDS
COPULAS	0.5986 (42) P=0.000	0.7991 (42) P=0.000
FOTOMETRO	0.0884 (42) P=0.289	0.0715 (42) P=0.326
PIRANMIR	0.1515 (42) P=0.169	0.1437 (42) P=0.182
INFRARED	-0.0098 (42) P=0.476	0.0240 (42) P=0.440
QUANTUM	0.0285 (42) P=0.429	0.0596 (42) P=0.354
SINTESIS	0.0881 (42) P=0.289	0.1549 (42) P=0.164
TEMP	-0.0279 (42) P=0.430	0.2671 (42) P=0.044
HUMEDAD	-0.0653 (42) P=0.341	-0.0996 (42) P=0.265
HDRA	-0.3083 (42) P=0.023	-0.2628 (42) P=0.046
EDAD1	-0.3826 (42) P=0.006	0.0732 (42) P=0.323

La iluminación fotométrica influye positivamente en el número de cópulas cuando la frecuencia lumínica está en intervalo de 100 - 150 unidades. En el cuadro 3 se puede observar que valores abajo de 100 ó arriba de 150 unidades influyen negativamente en el número de cópulas, la correlación entre copulaciones de las poblaciones de moscas silvestres y moscas estériles y el efecto individual de la iluminación fotométrica es no significativa para ambas cepas, ($P = 0.326$ y $P = 0.289$).

La radiación solar influye directamente proporcional en el número de cópulas. En el cuadro 4 se puede observar que cuando se efectuaron lecturas de 350 y más unidades de radiación solar, la frecuencia de cópulas fue mayor, la correlación entre éstas dos variables es no significativa para el caso de ambas cepas. (cuadro 2).

La radiación infraroja actúa positivamente en el comportamiento de copulación cuando se observa una frecuencia de 0 - 50 nm. En el cuadro 5 se puede observar que a frecuencias mayores de 50 unidades de radiación infraroja limitan la actividad de copulación, la influencia de esta variable es de la misma manera para poblaciones de moscas silvestres y estériles. (cuadro 2).

La influencia de la densidad de flujo del fotón no manifestó variación en ningún rango, pues no hubo incremento marcado de frecuencia de cópulas en ambas cepas (cuadro 6). Como es de esperarse entre estas dos variables no existe correlación significativa para ambas cepas. (cuadro 2).

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

13/02/84

PAGE 19

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL FENOMENO

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

***** C R O S S T A B U L A T I O N U F *****
 ***** COPULAS NUMERO TOTAL DE COPULAS BY FOTOMETRO SENSOR DE ILUMINACION FOTOMETRICA *****
 ***** PAGE 1 OF 2 *****

COPULAS	FOTOMETRO								ROW TOTAL
	COUNT	10-50	50-100	101-150	150-200	200-250	250-300	MAS DE 300	
	ROW PCT								
	COL PCT								
COPULAS	TOT PCT	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	8.1	
	1.	1	4	4	0	1	1	1	
		8.3	33.3	33.3	0.0	8.3	8.3	8.3	
		50.0	30.8	25.0	0.0	50.0	50.0	100.0	
		2.4	9.5	9.5	0.0	2.4	2.4	2.4	
2.		0	4	1	2	0	1	0	8
		0.0	50.0	12.5	25.0	0.0	12.5	0.0	19.0
		0.0	30.8	6.3	33.3	0.0	50.0	0.0	
		0.0	9.5	2.4	4.8	0.0	2.4	0.0	
3.		0	4	1	0	0	0	0	5
		0.0	80.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9
		0.0	30.8	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
		0.0	9.5	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
4.		1	0	3	1	0	0	0	5
		20.0	0.0	60.0	20.0	0.0	0.0	0.0	11.9
		50.0	0.0	18.8	16.7	0.0	0.0	0.0	
		2.4	0.0	7.1	2.4	0.0	0.0	0.0	
5.		0	1	3	1	0	0	0	5
		0.0	20.0	60.0	20.0	0.0	0.0	0.0	11.9
		0.0	7.7	18.8	16.7	0.0	0.0	0.0	
		0.0	2.4	7.1	2.4	0.0	0.0	0.0	
6.		0	0	1	0	0	0	0	1
		0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
		0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
		0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
7.		0	0	1	1	0	0	0	2
		0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	4.8
		0.0	0.0	6.3	16.7	0.0	0.0	0.0	
		0.0	0.0	2.4	2.4	0.0	0.0	0.0	
8.		0	0	1	0	0	0	0	1
		0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
		0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
		0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.		0	0	0	0	1	0	0	1
		0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	2.4
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	
		0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	
10.		0	0	1	1	0	0	0	2
		0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	4.8
		0.0	0.0	6.3	16.7	0.0	0.0	0.0	
		0.0	0.0	2.4	2.4	0.0	0.0	0.0	
COLUMN TOTAL		2	13	16	6	2	2	1	42
		4.8	31.0	38.1	14.3	4.8	4.8	2.4	100.0

COMPETENCIA DE CUPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL FENOMENO

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

***** C R U S S T A B U L A T I O N O F *****
 CUPULAS NUMERO TOTAL DE CUPULAS BY PIRANMTR MEDIDOR DE IRRADIACION SOLAR PIRANOMETRI
 ***** PAGE 1 OF 2 *****

COPULAS	PIRANMTR								ROW TOTAL
	COUNT	10-50	50-100	101-150	150-200	250-300	300-350	MAS DE 3 50	
	ROW PCT	10-50	50-100	101-150	150-200	250-300	300-350	MAS DE 3 50	
	TOT PCT	1.1	2.1	3.1	4.1	6.1	7.1	8.1	
1.	0	0	2	1	4	1	4	12	
	0.0	0.0	16.7	8.3	33.3	8.3	33.3	28.6	
	0.0	0.0	100.0	25.0	33.3	25.0	22.2		
	0.0	0.0	4.8	2.4	9.5	2.4	9.5		
2.	0	0	0	2	1	0	5	8	
	0.0	0.0	0.0	25.0	12.5	0.0	62.5	19.0	
	0.0	0.0	0.0	50.0	8.3	0.0	27.8		
	0.0	0.0	0.0	4.8	2.4	0.0	11.9		
3.	0	0	0	1	4	0	0	5	
	0.0	0.0	0.0	20.0	80.0	0.0	0.0	11.9	
	0.0	0.0	0.0	25.0	33.3	0.0	0.0		
	0.0	0.0	0.0	2.4	9.5	0.0	0.0		
4.	1	1	0	0	0	1	2	5	
	20.0	20.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	11.9	
	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	25.0	11.1		
	2.4	2.4	0.0	0.0	0.0	2.4	4.8		
5.	0	0	0	0	3	1	1	5	
	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	20.0	20.0	11.9	
	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	25.0	5.6		
	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	2.4	2.4		
6.	0	0	0	0	0	0	1	1	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	2.4	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4		
7.	0	0	0	0	0	0	2	2	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	4.8	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8		
8.	0	0	0	0	0	0	1	1	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	2.4	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4		
9.	0	0	0	0	0	0	1	1	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	2.4	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4		
10.	0	0	0	0	0	1	1	2	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	4.8	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	5.6		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.4		
COLUMN TOTAL	1	1	2	4	12	4	18	42	
	2.4	2.4	4.8	9.5	28.6	9.5	42.9	100.0	

Cuadro 5

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

13/02/84

PAGE 23

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL FENOMENO

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

***** C R U S S T A B U L A T I O N O F *****
 COPULAS NUMERO TOTAL DE COPULAS BY INFRARED MEDIDOR DE RADIACION INFRAROJA
 ***** PAGE 1 OF 2 *****

COPULAS	INFRARED			
	COUNT			ROW TOTAL
	ROW PCI	0-50	50-100	
	COL PCI	1.1	2.1	
1.	TOT PCI			
	7	5		12
	58.3	41.7		28.6
	20.6	62.5		
	16.7	11.9		
2.	8	0		8
	100.0	0.0		19.0
	23.5	0.0		
	19.0	0.0		
3.	5	0		5
	100.0	0.0		11.9
	14.7	0.0		
	11.9	0.0		
4.	3	2		5
	60.0	40.0		11.9
	8.8	25.0		
	7.1	4.8		
5.	5	0		5
	100.0	0.0		11.9
	14.7	0.0		
	11.9	0.0		
6.	1	0		1
	100.0	0.0		2.4
	2.9	0.0		
	2.4	0.0		
7.	1	1		2
	50.0	50.0		4.8
	2.9	12.5		
	2.4	2.4		
8.	1	0		1
	100.0	0.0		2.4
	2.9	0.0		
	2.4	0.0		
9.	1	0		1
	100.0	0.0		2.4
	2.9	0.0		
	2.4	0.0		
10.	2	0		2
	100.0	0.0		4.8
	5.9	0.0		
	4.8	0.0		
COLUMN	34	8		42
TOTAL	81.0	19.0		100.0

Cuadro 6

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

13/02/84

PAGE 25

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL FENOMENO

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESTIS DE CARLOS ZANABRIA

***** C R U S T A B U L A T I O N U F *****

 COPULAS NUMERO TOTAL DE COPULAS BY QUANTUM SENSOR DE UNIDADES CUANTICAS

 PAGE 1 OF 2

COPULAS	QUANTUM								RCH TOTAL
	COUNT	150-100	101-150	150-200	200-250	250-300	300-350	MAS DE 3 50	
	ROW PCI								
	TOT PCI	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	
1.	1	1	1	3	2	2	0	3	12
	8.3	8.3	25.0	16.7	16.7	0.0	25.0	28.6	
	100.0	33.3	37.5	28.6	22.2	0.0	27.3		
	2.4	2.4	7.1	4.8	4.8	0.0	7.1		
2.	0	1	1	2	1	0	3	8	
	0.0	12.5	12.5	25.0	12.5	0.0	37.5	19.0	
	0.0	33.3	12.5	28.6	11.1	0.0	27.3		
	0.0	2.4	2.4	4.8	2.4	0.0	7.1		
3.	0	0	1	1	2	0	1	5	
	0.0	0.0	20.0	20.0	40.0	0.0	20.0	11.9	
	0.0	0.0	12.5	14.3	22.2	0.0	9.1		
	0.0	0.0	2.4	2.4	4.8	0.0	2.4		
4.	0	0	2	0	0	1	2	5	
	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	20.0	40.0	11.9	
	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	33.3	18.2		
	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	2.4	4.8		
5.	0	1	1	2	1	0	0	5	
	0.0	20.0	20.0	40.0	20.0	0.0	0.0	11.9	
	0.0	33.3	12.5	28.6	11.1	0.0	0.0		
	0.0	2.4	2.4	4.8	2.4	0.0	0.0		
6.	0	0	0	0	0	1	0	1	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	2.4	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	0.0		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0		
7.	0	0	0	0	0	0	2	2	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	4.8	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8		
8.	0	0	0	0	0	1	0	1	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	2.4	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	0.0		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0		
9.	0	0	0	0	1	0	0	1	
	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	2.4	
	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0		
	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0		
10.	0	0	0	0	2	0	0	2	
	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	4.8	
	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	0.0	0.0		
	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0		
COLUMN TOTAL		1	3	8	7	9	3	11	42
		2.4	7.1	19.0	16.7	21.4	7.1	26.2	100.0

La radiación fotosintética influye positivamente en el número de cópulas.

En el cuadro 7 se observa una tendencia parabólica. Es decir que cuando aumenta la radiación, se incrementa el número de copulaciones, luego cuando pasa de 250 unidades vuelve a disminuir, quedando delimitado el rango entre 100 - 250 unidades en donde la actividad sexual es mayor. Entre esas dos variables la correlación que existe es no significativa ($P. \text{ silvestre} = 0.16$ y $P. \text{ estéril} = 0.29$) en el momento de la cópula para ambas cepas de la mosca del mediterráneo, como en los casos anteriores de los diferentes tipos de radiación solar (cuadro 2). Concluyendo que las poblaciones de moscas silvestres y estériles criadas en laboratorio son influenciadas de igual manera por el efecto de las distintas radiaciones evaluadas.

La temperatura influye positivamente en el número de cópulas cuando ésta se encuentra entre los 24 - 25°C. En el cuadro 8 se puede observar que a temperaturas mayores de 25° y menores de 24°C, disminuyen las cópulas. El coeficiente de correlación indica que las poblaciones de moscas silvestres y moscas criadas en laboratorio son influenciadas de diferente manera por el efecto de la temperatura (cuadro 2) observándose influencia significativa ($P = 0.044$) para el caso de cópulas silvestres, no así en el caso de copulaciones de moscas de laboratorio. ($P = 0.44$).

Auxiliándose del análisis de dispersión, entre las variables temperatura contra cópulas de machos silvestres en la Gráfica 1 se observa una dependencia correspondiente a cópulas silvestres entre los 24 - 26°C., y fuera de este rango una declinación considerable.

Cuadro 7

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

13/02/84

PAGE 27

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL FENOMENO

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

***** C R O S S T A B U L A T I O N O F *****
 COPULAS NUMERO TOTAL DE COPULAS BY SINTESIS SENSOR DE RADIACION FOTOSINTETICA
 ***** PAGE 1 OF 2 *****

COPULAS	SINTESIS								ROW TOTAL
	COUNT	10-50	50-100	101-150	150-200	200-250	250-300	MAS DE 3	
	ROW PCT	10-50	50-100	101-150	150-200	200-250	250-300	MAS DE 3	
	COL PCT	10-50	50-100	101-150	150-200	200-250	250-300	MAS DE 3	
COPULAS	TCI PCT	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	8.1	TOTAL
	1.	1	2	4	2	1	0	2	
	1.	8.3	16.7	33.3	16.7	8.3	0.0	16.7	
	1.	100.0	50.0	33.3	20.0	14.3	0.0	33.3	
COPULAS	TCI PCT	2.4	4.8	9.5	4.8	2.4	0.0	4.8	TOTAL
	2.	0	1	4	0	1	1	1	
	2.	0.0	12.5	50.0	0.0	12.5	12.5	12.5	
	2.	0.0	25.0	33.3	0.0	14.3	50.0	16.7	
COPULAS	TCI PCT	0.0	2.4	9.5	0.0	2.4	2.4	2.4	TOTAL
	3.	0	1	1	3	0	0	0	
	3.	0.0	20.0	20.0	60.0	0.0	0.0	0.0	
	3.	0.0	25.0	8.3	30.0	0.0	0.0	0.0	
COPULAS	TCI PCT	0.0	2.4	2.4	7.1	0.0	0.0	0.0	TOTAL
	4.	0	0	1	1	2	0	1	
	4.	0.0	0.0	20.0	20.0	40.0	0.0	20.0	
	4.	0.0	0.0	8.3	10.0	28.6	0.0	16.7	
COPULAS	TCI PCT	0.0	0.0	2.4	2.4	4.8	0.0	2.4	TOTAL
	5.	0	0	2	3	0	0	0	
	5.	0.0	0.0	40.0	60.0	0.0	0.0	0.0	
	5.	0.0	0.0	16.7	30.0	0.0	0.0	0.0	
COPULAS	TCI PCT	0.0	0.0	4.8	7.1	0.0	0.0	0.0	TOTAL
	6.	0	0	0	0	1	0	0	
	6.	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	
	6.	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	
COPULAS	TCI PCT	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	TOTAL
	7.	0	0	0	0	0	1	1	
	7.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	
	7.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	16.7	
COPULAS	TCI PCT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.4	TOTAL
	8.	0	0	0	1	0	0	0	
	8.	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	
	8.	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	
COPULAS	TCI PCT	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	TOTAL
	9.	0	0	0	0	0	0	1	
	9.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	
	9.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	
COPULAS	TCI PCT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	TOTAL
	10.	0	0	0	0	2	0	0	
	10.	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	
	10.	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0	
COPULAS	TCI PCT	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	TOTAL
	COLUMN TOTAL	1	4	12	10	7	2	6	
	TOTAL	2.4	9.5	28.6	23.8	16.7	4.8	14.3	
	TOTAL								

Cuadro 8

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

13/02/84

PAGE 29

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL FENOMENO

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

***** C R U S S T A B U L A T I O N O F *****
 CUPULAS NUMERO TOTAL DE CUPULAS BY TEMP TEMPERATURA
 ***** PAGE 1 OF 2 *****

COPULAS	TEMP									RUM TOTAL
	COUNT	10-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	MAS DE 2	
	ROW PCT									
	COL PCT									
TOT PCT		1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	
1.	1	1	0	4	0	0	6	0	1	12
	8.3	0.0	33.3	0.0	0.0	50.0	0.0	8.3		28.6
	50.0	0.0	50.0	0.0	0.0	46.2	0.0	50.0		
	2.4	0.0	9.5	0.0	0.0	14.3	0.0	2.4		
2.	0	0	2	3	0	1	1	1		8
	0.0	0.0	25.0	37.5	0.0	12.5	12.5	12.5		19.0
	0.0	0.0	25.0	42.9	0.0	7.7	33.3	50.0		
	0.0	0.0	4.8	7.1	0.0	2.4	2.4	2.4		
3.	0	1	1	0	1	2	0	0		5
	0.0	20.0	20.0	0.0	20.0	40.0	0.0	0.0		11.9
	0.0	50.0	12.5	0.0	20.0	15.4	0.0	0.0		
	0.0	2.4	2.4	0.0	2.4	4.8	0.0	0.0		
4.	1	1	1	0	2	0	0	0		5
	20.0	20.0	20.0	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0		11.9
	50.0	50.0	12.5	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0		
	2.4	2.4	2.4	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0		
5.	0	0	0	3	1	1	0	0		5
	0.0	0.0	0.0	60.0	20.0	20.0	0.0	0.0		11.9
	0.0	0.0	0.0	42.9	20.0	7.7	0.0	0.0		
	0.0	0.0	0.0	7.1	2.4	2.4	0.0	0.0		
6.	0	0	0	1	0	0	0	0		1
	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0		2.4
	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0		
	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0		
7.	0	0	0	0	0	2	0	0		2
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0		4.8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	0.0	0.0		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0		
8.	0	0	0	0	0	1	0	0		1
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0		2.4
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0		
9.	0	0	0	0	1	0	0	0		1
	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0		2.4
	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0		
	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0		
10.	0	0	0	0	0	0	2	0		2
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0		4.8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	0.0		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0		
COLUMN TOTAL		2	2	8	7	5	13	3	2	42
TOTAL		4.8	4.8	19.0	16.7	11.9	31.0	7.1	4.8	100.0

Gráfica 1

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

18/01/84

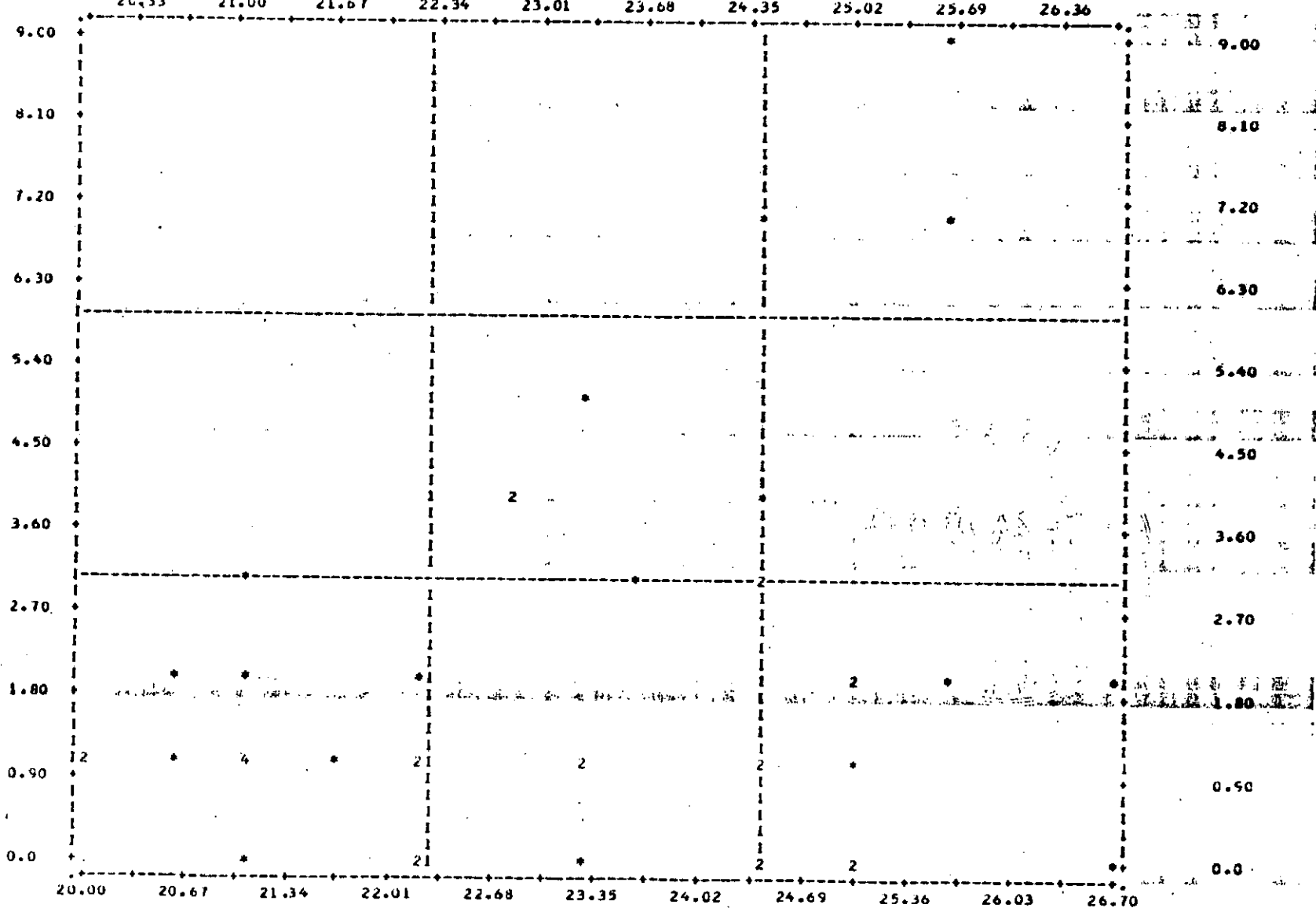
PAGE 44

ANALISIS DE TENDENCIA DEL NUMERO DE COPLAS

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 18/01/84) DATOS TESTIS DE CARLOS ZANABRIA

SCATTERGRAM OF (DOWN) WILDS NO COPULACIONES SILVESTRES (ACROSS) TEMP

TEMPERATURA



Mientras que para el caso de machos de laboratorio se observa en la Gráfica 2 una -- distribución de las copulaciones casi uniforme entre los 22 - 25°C., de temperatura, con un leve aumento entre los 24 - 25°C. Humedad relativa factor ambiental que influye positivamente sobre la variable cópula de la misma manera para ambas cepas (cuadro 2). En el cuadro 9 se puede observar una tendencia parabólica, es decir que al aumentar la humedad relativa aumentan las copulaciones para poblaciones de moscas silvestres y estériles simultáneamente, hasta alcanzar un punto máximo entre 70 - 80o/o de humedad y luego disminuye.

La concentración de los datos de la Gráfica 3 indican que la frecuencia de cópula es bastante uniforme en las horas de la mañana, alcanzando su máxima actividad a principios de ésta, de 9 - 10 horas, esta variable actúa significativamente, para poblaciones de machos silvestres como para machos de laboratorio, en el momento de la cópula (cuadro 2).

En el cuadro 2 observamos la variable EDAD1 = edad de moscas silvestres. Esa variable tiene una influencia significativa con la variable cópula de machos de laboratorio. Consultando el cuadro 10 interpretamos que a los 12 días de edad de las moscas silvestres hay mayor frecuencia de cópula, es decir que es el momento en que las hembras silvestres responden en mayor porcentaje a los cortejamientos de los machos.

Gráfica 2

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

18/01/84

PAGE 28

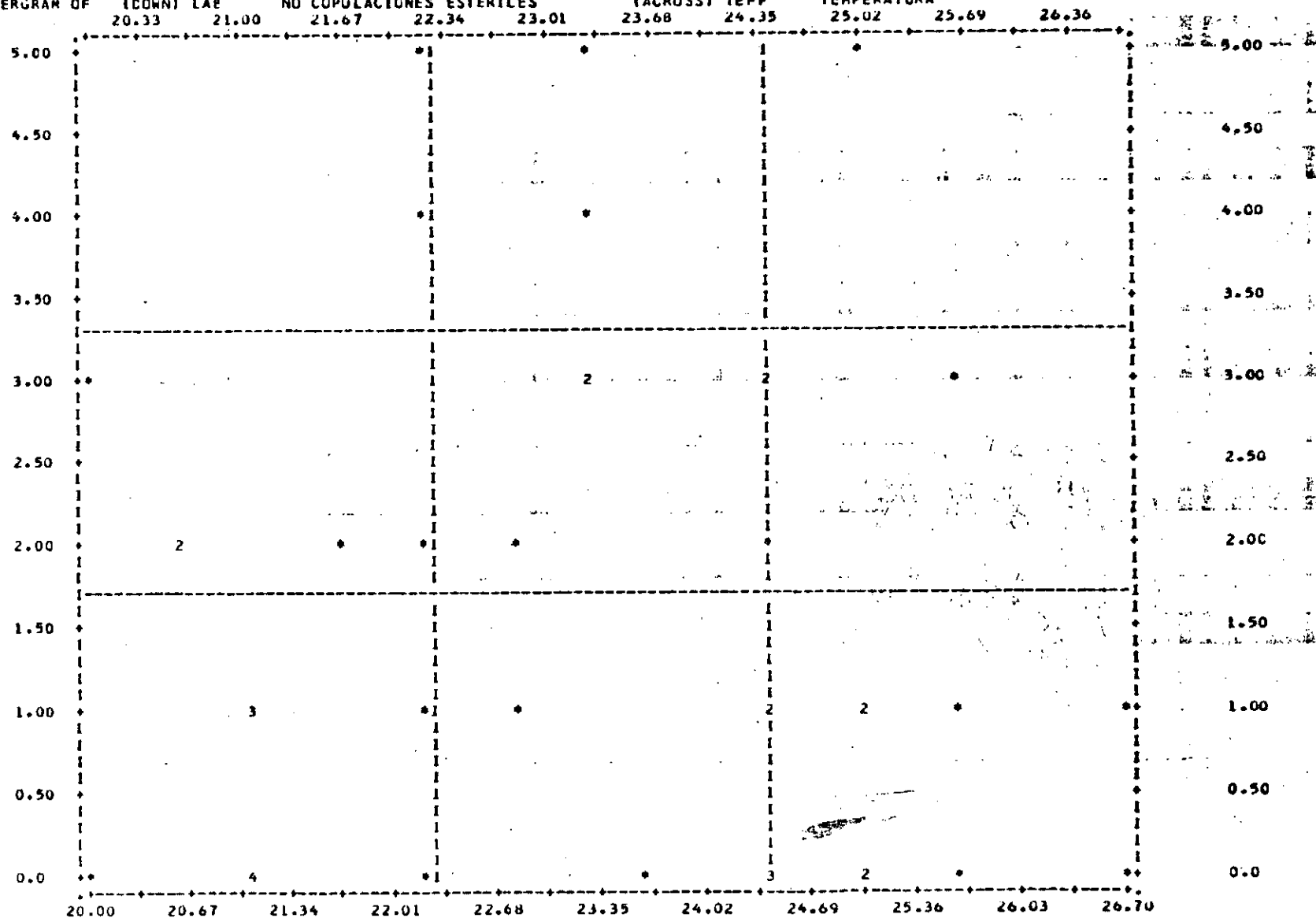
ANÁLISIS DE TENDENCIA DEL NÚMERO DE COPULAS

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 18/01/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

SCATTERGRAM OF (DOWN) LAE NO COPULACIONES ESTERILES

(ACROSS) TEMP

TEMPERATURA



COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL FENOMENO

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

***** C R O S S T A B U L A T I O N O F *****
 ***** COPULAS NUMERO TOTAL DE COPULAS BY HUMEDAD PORCIENTO HUMEDAD RELATIVA *****
 ***** PAGE 1 OF 2 *****

		HUMEDAD					
COUNT							
ROW	PCT	MENUS DE 50-60 60-70 70-80 80-90					ROW
CCL	PCT	50					TOTAL
TGT	PCT	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	
COPULAS							
1.		0	3	2	3	4	12
	0.0	25.0	16.7	25.0	33.3		28.6
	0.0	42.9	33.3	13.6	66.7		
	0.0	7.1	4.8	7.1	9.5		
2.		0	2	1	4	1	8
	0.0	25.0	12.5	50.0	12.5		19.0
	0.0	28.6	16.7	18.2	16.7		
	0.0	4.8	2.4	9.5	2.4		
3.		0	2	0	3	0	5
	0.0	40.0	0.0	60.0	0.0		11.9
	0.0	28.6	0.0	13.6	0.0		
	0.0	4.8	0.0	7.1	0.0		
4.		0	0	1	3	1	5
	0.0	0.0	20.0	60.0	20.0		11.9
	0.0	0.0	16.7	13.6	16.7		
	0.0	0.0	2.4	7.1	2.4		
5.		0	0	0	5	0	5
	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0		11.9
	0.0	0.0	0.0	22.7	0.0		
	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0		
6.		0	0	0	1	0	1
	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0		2.4
	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0		
	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0		
7.		0	0	1	1	0	2
	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0		4.8
	0.0	0.0	16.7	4.5	0.0		
	0.0	0.0	2.4	2.4	0.0		
8.		0	0	0	1	0	1
	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0		2.4
	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0		
	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0		
9.		0	0	0	1	0	1
	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0		2.4
	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0		
	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0		
10.		1	0	1	0	0	2
	50.0	0.0	50.0	0.0	0.0		4.8
	100.0	0.0	16.7	0.0	0.0		
	2.4	0.0	2.4	0.0	0.0		
COLUMN		1	7	6	22	6	42
TOTAL		2.4	16.7	14.3	52.4	14.3	100.0

Gráfica 3

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTÉRILES

18/01/84

PAGE 18

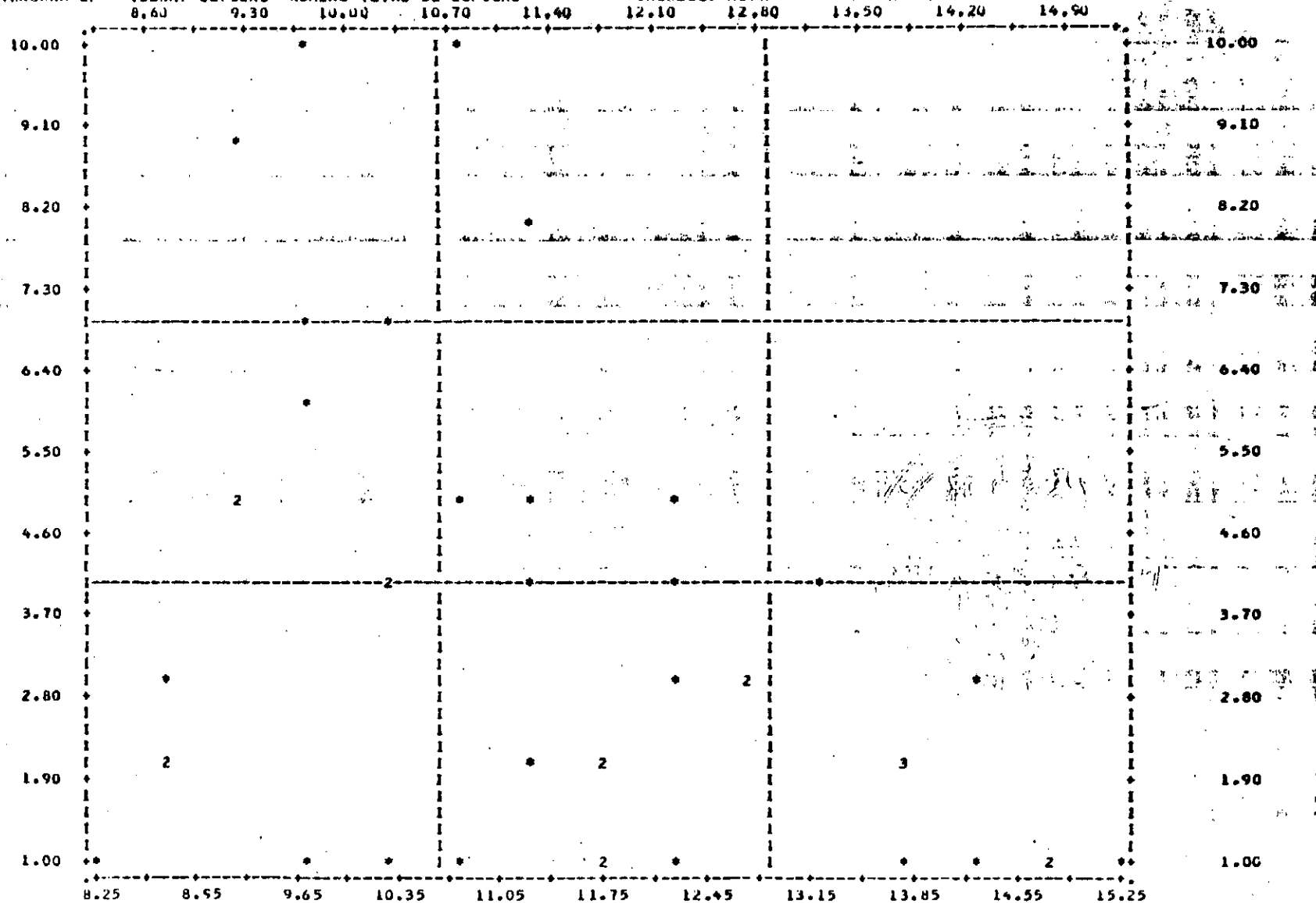
ANÁLISIS DE TENDENCIA DEL NÚMERO DE COPULAS

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 18/01/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

SCATTERGRAM OF (DOWN) COPULAS NÚMERO TOTAL DE COPULAS

(ACROSS) HORA

HORA CUANDO HUBO COPULACION



Cuadro 10

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES

13/02/84

PAGE 35

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL FENOMENO

FILE ZANABRIA (CREATION DATE = 13/02/84) DATOS TESIS DE CARLOS ZANABRIA

***** CROSSTABULATION OF *****
 COPULAS NUMERO TOTAL DE COPULAS BY EDAD1 EDAD SILVESTRES

PAGE 1 OF 2

		EDAD1					
		COUNT					ROW TOTAL
		ROW PCT					
		COL PCT					
COPULAS		TOT PCT	8.1	10.1	12.1	14.1	
1.	0	1	5	6			12
	0.0	8.3	41.7	50.0			28.6
	0.0	12.5	25.0	60.0			
	0.0	2.4	11.9	14.3			
2.	1	2	5	0			8
	12.5	25.0	62.5	0.0			19.0
	25.0	25.0	25.0	0.0			
	2.4	4.8	11.9	0.0			
3.	0	2	2	1			5
	0.0	40.0	40.0	20.0			11.9
	0.0	25.0	10.0	10.0			
	0.0	4.8	4.8	2.4			
4.	1	2	1	1			5
	20.0	40.0	20.0	20.0			11.9
	25.0	25.0	5.0	10.0			
	2.4	4.8	2.4	2.4			
5.	1	1	1	2			5
	20.0	20.0	20.0	40.0			11.9
	25.0	12.5	5.0	20.0			
	2.4	2.4	2.4	4.8			
6.	0	0	1	0			1
	0.0	0.0	100.0	0.0			2.4
	0.0	0.0	5.0	0.0			
	0.0	0.0	2.4	0.0			
7.	1	0	1	0			2
	50.0	0.0	50.0	0.0			4.8
	25.0	0.0	5.0	0.0			
	2.4	0.0	2.4	0.0			
8.	0	0	1	0			1
	0.0	0.0	100.0	0.0			2.4
	0.0	0.0	5.0	0.0			
	0.0	0.0	2.4	0.0			
9.	0	0	1	0			1
	0.0	0.0	100.0	0.0			2.4
	0.0	0.0	5.0	0.0			
	0.0	0.0	2.4	0.0			
10.	0	0	2	0			2
	0.0	0.0	100.0	0.0			4.8
	0.0	0.0	10.0	0.0			
	0.0	0.0	4.8	0.0			
COLUMN TOTAL		4	8	20	10		42
		9.5	19.0	47.6	23.8		100.0

ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE LINEAL

Para analizar el efecto conjunto de las variables ambientales sobre la cantidad de cópulas, se ajustó por el método de mínimos cuadrados, una ecuación de regresión múltiple, donde la variable dependiente fue el número total de cópulas. Este análisis se realizó bajo la técnica forward, que consiste en incluir paso a paso las variables más importantes en orden decreciente. Este procedimiento muestra que las variables ejercen una acción sobre el número de copulaciones, en este orden:

Temperatura

Humedad Relativa

Fotómetro

Piranómetro

Radiación fotosintética

Quantum

Hora

Infra-roja

Considerando que de acuerdo al análisis de correlación, algunas de estas variables están correlacionadas, esto impone restricciones al modelo de regresión múltiple, por lo cual se procedió a obtener los coeficientes estandarizados (betas) de las variables (cuadro 11). Para observar su grado de correlación en una forma equitativa, para poder entonces filtrar las variables realmente incidentes del modelo según los datos estandarizados, las variables ejercen su influencia en el modelo en este orden: (cuadro 11):

Temperatura

Radiación fotosintética

Radiación infra-roja

CUADRO 11

COMPETENCIA DE COPULACION MACHOS SILVESTRES VS ESTERILES
ANALISIS DE TENDENCIA DEL NUMERO DE COPULAS
FILE ZANABIA CREATION DATE = 14/02/84 DATOS TESIS DE CARLOS ZANABIA

14/02/84

PAGE 7

Las demás variables, según los valores de sus coeficientes, ejercen una acción negativa, es decir que tienden a disminuir la copulación a medida que aumenta su intensidad.

***** MULTIPLE REGRESSION *****										VARIABLE LIST 1
DEPENDENT VARIABLE..		COPULAS	NUMERO TOTAL DE COPULAS							REGRESSION LIST 1
SUMMARY TABLE										
VARIABLE			MULTIPLE R	R-SQUARE	MSQ-CHANGE	SIMPLE R	B		BETA	
TEMP	TEMPERATURA		0.78418	0.61493	0.61493	0.78418	1.057601		0.73369	
HUMEDAD	PORCIENTO HUMEDAD RELATIVA		0.80481	0.64711	0.03278	-0.52155	-0.65268220-01		-0.18550	
FOTOMETRO	SENSOR DE ILUMINACION FOTOMETRICA		0.81950	0.67158	0.02367	0.48276	-0.46127520-C2		-0.08667	
PIRANIX	MEDIDOR DE IRRADIACION SOLAR PIRANOMETRI		0.83697	0.70052	0.02894	0.44863	-0.21083030-C3		-0.02427	
SINTESIS	SENSOR DE RADIACION FOTOSINTETICA		0.86726	0.75214	0.05161	0.23376	0.11755580-01		0.72459	
QUANTUM	SENSOR DE UNIDADES CUANTICAS		0.90696	0.82258	0.07044	0.00731	-0.79514200-C2		-0.74216	
HORA	HORA CUANDO HUBO COPULACION		0.90995	0.82801	0.00544	-0.22194	-0.2440760		-0.12614	
INFRARED	MEDIDOR DE RADIACION INFRARROJA		0.91210	0.83193	0.00392	0.17894	0.17193280-01		0.11413	
(CONSTANT)							-11.24397			

CONCLUSIONES:

Los resultados obtenidos, así como el análisis de los mismos, permite establecer las siguientes conclusiones.

1. El comportamiento sexual diario no manifiesta incompatibilidad entre moscas del mediterráneo *C. capitata* silvestres de Guatemala (Cepa Ga) y moscas del mediterráneo del Laboratorio de Tapachula Chis., México (Cepa Mx).
2. Las condiciones ambientales ejercen una influencia directa sobre el comportamiento sexual para ambas cepas.
3. El máximo porcentaje de copulaciones se manifiesta cuando la temperatura ambiente se encuentra entre 24 - 25 grados centígrados.
4. La mayor actividad sexual se manifiesta cuando la radiación fotosintética se encuentra entre 100 - 250 nanómetros.
5. La radiación infraroja permite una mayor actividad sexual cuando se encuentra entre 0-50 nm.
6. La humedad relativa ejerce influencia directa sobre la cantidad de copulaciones, observándose mayores proporciones entre 70 a 80o/o.
7. La actividad sexual más temprana se observó alrededor de las 8:30 A.M. para ambas cepas, se mantuvo mayor porcentaje de copulaciones entre 9 - 10 A.M. disminuyendo durante el atardecer y cesando al final de la tarde.
8. La madurez sexual para la Cepa Mx fue 4 días después de emergidos bajo condiciones de laboratorio. La Cepa Ga por el contrario, inició su período de cópula a los

8 días después de emergidas, sin embargo, 12 días fue cuando manifestaron su óptimo.

9. El período de actividad sexual de la Cepa Mx no es completamente y sincronizado con el de la Cepa Ga.

RECOMENDACIONES:

1. Dada la alta relación de la actividad sexual de los machos con las condiciones ambientales, se propone realizar el estudio en otras localidades con condiciones distintas a las del lugar donde se efectuó el presente trabajo, para tratar de establecer si el efecto observado es local o puede generalizarse.
2. Dada la misma capacidad de copulación de los machos estériles con respecto a los silvestres, se recomienda que se sigan utilizando como una forma de control, siempre dentro el esquema de control integrado.
3. Se propone que se siga investigando a nivel de laboratorio, con el fin de incrementar el potencial sexual de los machos estériles, lo cual causaría un desplazamiento de los silvestres.
4. Que se evalúe en un mayor rango de épocas del año, con el fin de tratar de detectar algunos efectos estacionales.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. AREVALO, C.M. Mediterranean fruit fly impact in Central América. Cooperative Plant Pest Report 1(12):117-118. 1976.
2. ARITA, L.H. Reproductive and sexual maturity of the Mediterranean fruit fly, *C. capitata* (Wiedmann). Proceedings Hawaiian Entomol. So. 24(1): 25-29. 1982.
3. CAUSSE, R. and FERON, M. Influence of the photoperiodic rhythm on the sexual activity of the Mediterranean fruit fly *C. capitata*. Ann. Epi-phyt 18(2): 191. 1967.
4. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Diccionario Geográfico de Guatemala. Guatemala, 1980. V.3, pp. 453.
5. HOLBROOK, F. R., STEINER, L.F. and FUJIMOTO, M.S. Mating competitiveness of Mediterranean fruit flies marked with fluorescent powders. Journal of Economic Entomology. 63(2): 454-455. 1970.
6. HOLBROOK, F.R. and FUJIMOTO, M.S. Mating competitiveness of unirradiated and irradiated Mediterranean fruit flies. Journal of Economic Entomology. 63(4):1175 - 1176. 1970.
7. HOLDRIGE, L. Zonificación Ecológica de América Central. Turrialba, Costa Rica. IICA., 1959. 216 p.
8. KATIYAR, K.P. Mating competitiveness and rate of sexual maturity of gamma - sterile Mediterranean fruit fly males. Turrialba (Costa Rica) 23(2):216 - 221. 1973.
9. -----, and RAMIREZ, E. Sperm transferability of gamma sterilized Mediterranean fruit fly males. Turrialba (Costa Rica) 23(3):324 - 326. 1973.
10. ----- Mating duration of gamma irradiated Mediterranean fruit fly

males. Turrialba (Costa Rica) 23(4):471 - 472. 1973

11. McBRIDE, O.C. The response of the Mediterranean fruit fly its environmental factors. Proceedings Hawaiian Entomol. So. 9(1):99 - 108. 1934.
12. NAKAGAWA, S. et al. Reproduction of the Mediterranean fruit fly; frequency of mating in the laboratory. Annals of the Entomological Society of America 64(4):949 - 950. 1971.
13. OHINATA, K. et al. Sterilization of the Mediterranean fruit fly by irradiation: comparative mating effectiveness of treated pupae and adults. Journal of Economic Entomology 64(4):781 - 784. 1971.
14. OHINATA, K., ASHRAF, M. and HARRIS, E. J. Mediterranean fruit flies: sterility and sexual competitiveness in the laboratory after treatment with gamma irradiation in air, carbon dioxide, helium, nitrogen or partial vacuum. Journal of Economic Entomology 70(2):165 - 168. 1977.
15. PROKOPY, R. J. and HENDRICH, J. Mating behavior of *Ceratitidis capitata* on a field - caged host tree. Annals of the Entomological Society of America 72(5):642 - 648. 1979.
16. REYES CHAVEZ, L.M. Instructivo para la utilización del paquete estadístico de ciencias sociales. Guatemala, IIME, Facultad de Agronomía, USAC. 1983. pp. 1 - 15.
17. SHOUKRY, A. and HAFEZ, M. Studies on the biology of the Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata*. Entomologia Experimentalis et applicata 26(1):33 - 39. 1979.
18. TURICA, A. Ciclo biológico de *Ceratitidis capitata* (wied) en el Delta del Paraná. IDIA (Argentina) 63:1 - 3. 1953.
19. WONG, T. T. Y. and NAKAHARA, L. M. Sexual development and mating

response of laboratory - reared and native Mediterranean fruit flies.
Annals of the Entomological Society of Americana 71(4):592 - 596.
1978

20. WONG, T. T. Y., NISHIMOTO, J. I. and COVEY, H. M. Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): further studies on selective mating response of wild and of unirradiated and irradiated, laboratory reared flies in field cages. Annals of the Entomological Society of Americana 76(1):51 - 55. 1983.
21. -----, COVEY, H. M. and NISHIMOTO, J.I. Oriental fruit fly: sexual development and mating response of laboratory reared and wild flies. Annals of the Entomological Society of Americana 75(2):191 - 194. 1982.
22. -----, et al. Mediterranean fruit fly: (Diptera: Tephritidae): mating choices of irradiated laboratory - reared and untreated wild flies of california in laboratory cages. 1983. pp. 2-17 (inédito).
23. ZAPIEN, G. et al. Comparative mating behavior of wild and massreared sterile medfly *Ceratitidis capitata* (wied) on an field caged host tree. II. Female mate choice. 1983. pp. 2- 11 (inédito).

Patrucco



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Centro de
Documentación
e Información
Agrícola
FACULTAD DE AGRONOMIA-S.C.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

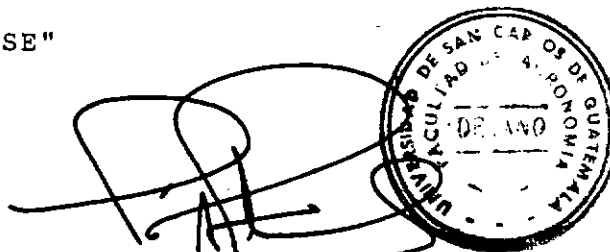
Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O