

**EFECTO DE ENDOGAMIA E HIBRIDACION DE ONCE  
SUBPOBLACIONES ENDOCRIADAS  
S25 DE Trichogramma pretiosum Riley EN SU PARASITISMO  
SOBRE HUEVECILLOS DE Sitotroga cerealella EN LABORATORIO**

**LUCIANO GARCIA NIÑO**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA**



**Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro**

**PROGRAMA DE GRADUADOS  
Buenavista, Saltillo, Coah.  
NOVIEMBRE DE 1994**

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

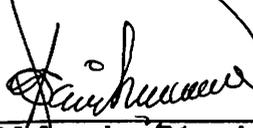
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:

  
MC. Mariano Flores Dávila

Asesor:

  
MC. Alfredo Sánchez López

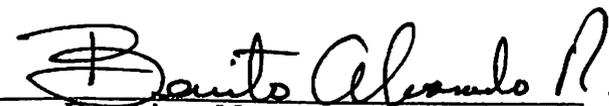
Asesor:

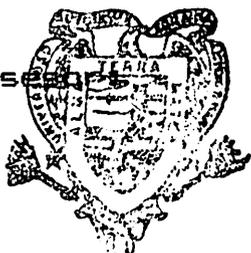
  
MC. Emilio Padrón Corral

Asesor:

  
Dr. Oswaldo García Martínez

Asesor:

  
Dr. Benito Alvarado Rodríguez



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
U.A.A.A.N.  
SALTILLO, COAH.

  
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 1994

## A G R A D E C I M I E N T O S

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por haberme brindado la oportunidad de relizar la maestría en Parasitología Agrícola.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo económico que sin el cual no hubiera sido posible mi permanencia en el Programa de Graduados.

Al Departamento de Parasitología Agrícola, maestros y trabajadores por el apoyo brindado, gracias.

Al Ing. MC. Alfredo Sánchez López por su amistad, por la confianza que siempre me tuvo, por su valioso apoyo profesional que me permitieron salir adelante con el trabajo de investigación, y por sus oportunas sugerencias que mejoraron la conclusión del presente escrito.

Al Ing. MC. Mariano Flores Dávila por su gran apoyo y por la siempre disponibilidad de atención.

Al MC. Emilio Padrón Corral por su brillante colaboración en la interpretación estadística de los resultados de la investigación y por su gran amistad.

Al Dr. Benito Alvarado Rodríguez por su

colaboración en el adiestramiento de colecta y cría del parasitoide y por la disposición de ayuda a los demás.

Al Dr. Oswaldo García Martínez por su colaboración y sugerencias proporcionadas para mejorar la investigación.

Al Ing. Jorge Hernández y colaboradores, así como a las autoridades administrativas del C. R. E. R. O. B. en Torreón, Coah. por el apoyo brindado con el hospedero.

A Joel, Germán, José Luis y Tomás por su gran colaboración en la colecta y cuantificación de material biológico, que sin la cual no hubiera concluido satisfactoriamente.

A mis compañeros de la generación XIV de Parasitología por su apoyo y amistad.

## DEDICATORIAS

### A MIS PADRES:

Luciano y Gregoria por su gran comprensión y apoyo, además por la confianza depositada en mí en todo momento, por sacrificarse en todo momento y por sus palabras de aliento, gracias.

### A MIS HERMANOS:

Por su gran muestra de apoyo en todo momento y por el gran entusiasmo transmitido a mi persona.

### A MI NOVIA:

Por su gran apoyo moral y aliento a seguir adelante, con eterno amor.

A MIS AMIGOS:

Oscar, Andrés, César, Jorge,  
Samuel, Plácido, Miguel,  
Herbey, Dolores, Lety, Hilda  
y Paty por esa muestra de  
cariño y apoyo cuando se  
requirió.

A MIS COMPANEROS:

De la maestría por su amistad  
y cooperación que siempre  
recibí de ellos de manera  
desinteresada durante mi  
estancia en la Universidad.

## COMPENDIO

Efecto de Endogamia e Hibridación de Once Subpoblaciones Endocriadas S<sub>25</sub> de *Trichogramma pretiosum* Riley en su Parasitismo sobre Huevecillos de *Sitotroga cerealella* en Laboratorio.

POR

LUCIANO GARCIA NIÑO

MAESTRIA

PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE 1994.

MC. Mariano Flores Dávila. - Asesor -

Palabras claves: *Trichogramma pretiosum*, Endogamia, Hibridación, Parasitismo.

Once muestras de subpoblaciones de *T. pretiosum* Riley provenientes de huevecillos de *Heliothis* spp. parasitados sobre flores femeninas de maíz de localidades de mas de 7 km de separadas en la Región Lagunera, fueron tomadas para someterlas a endogamia mediante 25 autofecundaciones sucesivas con el producto de 15 huevecillos parasitados como progenitores. Fueron criadas usando como hospedero huevecillos frescos de *S. cerealella* en una cámara de cría a temperatura de 27  $\pm$  2 °C, Humedad

Relativa de 70  $\pm$  5 % y fotoperíodo 12:12.

Las variables evaluadas de la progenie en generaciones alternas fueron: total de huevecillos parasitados, total de hembras fértiles y total de individuos no fértiles (pupas diapáusicas + individuos con alas atrofiadas). Con la progenie de las F<sub>25</sub> de cada línea, se realizó un compuesto balanceado, aislando los huevecillos parasitados en cápsulas de gelatina transparente (uno por cápsula), se esperó a que emergieran los adultos, se sexaron y se colocaron 7 hembras + 7 machos por cruzamiento implicado en el Diseño Dialélico I de Griffing.

En la generación F<sub>19</sub>, las líneas de 4 localidades se comportaron como autocidas por efecto de la depresión endogámica. Todas las líneas estudiadas fueron afectadas por efecto de endogamia, resultando ser la variable total de hembras fértiles la más afectada, pero permanecieron con las mejores medias las líneas de localidades de clima mas seco.

Los cruzamientos con los mejores resultados en las variables medidas fueron aquellos donde participaron progenitores de líneas de localidades con medias superiores en su F<sub>25</sub> que a su vez resultaron ser las de localidades de clima mas seco. El mejor cruzamiento superó en efectividad

parasítica a la mejor línea en F<sub>1</sub> bajo condiciones controladas.

ABSTRACT

Effect of Hybridization and Inbreeding of Eleven S<sub>25</sub> Inbreed *Trichogramma pretiosum* Riley Populations on *Sitotroga cerealella* Eggs Parasitism in Rearing Chambers.

BY

LUCIANO GARCIA NIÑO

MASTER IN SCIENCE

PLANT PROTECTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVEMBER 1994

MC. Mariano Flores Dávila. - ADVISOR -

Key Words: *Trichogramma pretiosum*, Inbreeding,  
Hybridization, Parasitism.

Eleven subpopulations of *T. pretiosum* Riley from *Heliothis spp.* parasitized eggs, sampled from maize female flowers at locations separated each other at least by 7 km in the Laguna Region, were subject to inbreed through 25 successive self generations from 15 parasitized eggs. These populations were reared on fresh *S. cerealella* host eggs in a rearing chamber at  $27 \pm 2$  °C, Relative Humidity of  $70 \pm 5$  % and a 12:12 photoperiod.

Evaluated variables on progeny of alternated generations were: total parasitized eggs, total fertile females and total non fertile individuals (diapausic pupae + individuals with non functional wings) from the F<sub>2s</sub> progeny, a balanced compound was prepared, individual parasitized egg was placed in clear gelatin capsules, once adults emerged, they were sexed, 7 females and 7 males were crossed according to the Griffing Diallelic I design.

In the F<sub>1s</sub>, the lines from four locations acted as suicide ones as a result of inbreeding depression. All studied lines were affected by inbreeding, reducing markedly the female fertility variable, but the lines from the dryer climates had the highest means.

The crosses with the best results on the evaluated variables were those that involved parents with the highest means in F<sub>2s</sub>, that came from the dryer climates. Parasitic effectiveness of the best cross was better than the F<sub>1</sub> under controlled conditions.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
INDICE DE CUADROS.....	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xx
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
Descripción del Material Genético.....	4
Morfología de Trichogrammatidae.....	4
Biología y Hábitos de Trichogrammatidae.....	5
Identificación de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley.....	7
Depresión Endogámica.....	8
Coeficiente de Endogamia.....	10
Efectos de la Endogamia.....	11
Cambios Genéticos Durante el Mantenimiento en Laboratorio.....	13
Dialélicos.....	14
Aptitud Combinatoria.....	16
Heterosis.....	19
MATERIALES Y METODOS.....	24
Colecta del Material Genético.....	24
Cámara de Cría.....	26
Especificaciones del Experimento.....	26
Toma de Datos.....	27
Depresión Endogámica.....	27
Heterosis.....	30

Análisis Estadístico.....	32
Análisis de Varianza.....	38
Comparación de Medias.....	39
Heterosis (h).....	40
RESULTADOS.....	42
Depresión Endogámica.....	42
Coeficiente de Endogamia.....	42
Depresión por Endogamia.....	44
Análisis Estadístico.....	51
Análisis de Regresión Polinomial.....	60
Vigor Híbrido.....	60
DISCUSION.....	72
CONCLUSIONES.....	80
SUGERENCIAS.....	82
RESUMEN.....	84
LITERATURA CITADA.....	87
APENDICE.....	90

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.	
3.1	Cálculo de los componentes del ANVA en el Diseño I de Griffing.....	36
4.1	Progenitores participantes en cada "autofecundación" de las once subpoblaciones en estudio.....	43
4.2	Por ciento del coeficiente de endogamia obtenido por cada "autofecundación" realizada en las poblaciones en estudio.....	45
4.3	Por ciento del coeficiente de endogamia acumulado en las generaciones medidas en las poblaciones.....	46
4.4	Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de huevecillos parasitados, promedio de 10 repeticiones con 15 progenitores, según línea de regresión calculada.....	49
4.5	Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de hembras fértiles, promedio de 10 repeticiones con 15	

	progenitores, según línea de regresión calculada.....	49
4.6	Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de huevecillos parasitados, promedio de 10 repeticiones, por madre, según línea de regresión calculada.....	50
4.7	Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de hembras fértiles, promedio de 10 repeticiones, por madre, según línea de regresión calculada.....	50
4.8	Análisis de varianza para la variable total de huevecillos parasitados bajo diseño completamente al azar con arreglo factorial.	52
4.9	Análisis de varianza para la variable total de hembras fértiles bajo diseño completamente al azar con arreglo factorial.	52
4.10	Análisis de varianza para la variable total de individuos no fértiles bajo diseño completamente al azar con arreglo factorial.	52
4.11	Resultados de las líneas de regresión polinomial de grado 2 para cada una de	

	las poblaciones de las localidades involucradas en el estudio en la variable total de huevecillos parasitados.....	62
4.12	Resultados de las líneas de regresión polinomial de grado 2 para cada una de las poblaciones de las localidades involucradas en el estudio en la variable total de hembras fértiles.....	63
4.13	Resultados de las líneas de regresión polinomial de grado 2 para cada una de las poblaciones de las localidades involucradas en el estudio en la variable total de individuos no fértiles.....	64
4.14	Análisis de varianza para la variable total de huevecillos parasitados por híbridos F <sub>1</sub> .	66
4.15	Análisis de varianza para la variable total de hembras fértiles por híbridos F <sub>1</sub> .....	66
4.16	Efectos de Aptitud Combinatoria General y medias de las variables estudiadas de 7 progenitores.....	67
4.17	Efectos de Aptitud Combinatoria Especifica y	

	medias de los cruzamientos en las variables estudiadas.....	69
4.18	Prueba de rango múltiple por el método de Tukey con $\alpha=0.05$ para las medias de las variables en estudio de los híbridos formados.....	70
4.19	Heterosis (h) expresado en por ciento para las variables estudiadas.....	71
A.1	Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de individuos no fértiles, promedio de 10 repeticiones con 15 progenitores, según línea de regresión calculada.....	
A.2	Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de individuos no fértiles, promedio de 10 repeticiones, por madre, según línea de regresión calculada.....	
A.3	Total de huevecillos parasitados promedio de 10 repeticiones con 15 progenitores, conforme avanza la depresión endogámica, según línea de regresión calculada.....	

- A.4 Total de hembras fértiles promedio de 10 repeticiones con 15 progenitores, conforme avanza la depresión endogámica, según línea de regresión calculada.....
  
- A.5 Total de individuos no fértiles promedio de 10 repeticiones con 15 progenitores, conforme avanza la depresión endogámica, según línea de regresión calculada.....
  
- A.6 Total de huevecillos parasitados promedio de 10 repeticiones, por madre, conforme avanza la depresión endogámica, según línea de regresión calculada.....
  
- A.7 Total de hembras fértiles promedio de 10 repeticiones, por madre, conforme avanza la depresión endogámica, según línea de regresión calculada.....
  
- A.8 Total de individuos no fértiles promedio de 10 repeticiones, por madre, conforme avanza la depresión endogámica, según línea de regresión calculada.....

## INDICE DE FIGURAS

### Figura

- 4.1 Por ciento del coeficiente de endogamia acumulado en las poblaciones estudiadas..... 46
- 4.2 Efecto de endogamia sobre total de huevecillos parasitados. Prom. de 10 rep. con 15 huev. parasitados como progenitores según línea de regresión calculada..... 58
- 4.3 Efecto de endogamia sobre total de hembras fértiles. Prom. de 10 rep. con 15 huev. parasitados como progenitores según línea de regresión calculada..... 58
- 4.4 Efecto de endogamia sobre total de indiv. no fértiles. Prom. de 10 rep. con 15 huev. parasitados como progenitores según línea de regresión calculada..... 59
- 4.5 Efecto de endogamia sobre total de huevecillos parasitados. Prom. de 10 rep. por madre progenitora según línea de regresión calculada..... 59
- 4.6 Efecto de endogamia sobre total de hembras

	fértiles. Prom. de 10 rep. por madre progenitora según línea de regresión calculada.....	61
4.7	Efecto de endogamia sobre total de indiv. no fértiles. Prom. de 10 rep. por madre progenitora según línea de regresión calculada.....	61
A.1	Localidades de colecta de las poblaciones en estudio en la Región Lagunera.....	
A.2	Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 1. Sapioriz, Cd. Lerdo, Dgo.....	
A.3	Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 2. Santa Anna, Matamoros, Coah.....	
A.4	Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 3. Purísima, Matamoros, Coah.....	
A.5	Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 4. Santa Teresa, San Pedro, Coah.....	

- A.6 Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 5. Frontera, San Pedro, Coah.....
- A.7 Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 6. Albia, Torreón, Coah.....
- A.8 Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 7. El Consuelo, Matamoros, Coah.....
- A.9 Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 8. Hidalgo, Fco. I Madero, Coah.....
- A.10 Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 9. Santo Niño, Fco. I Madero, Coah.....
- A.11 Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 10. Los Arenales, Torreón, Coah.....
- A.12 Total de parasitismo, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 11. La Goma, Cd. Lerdo, Dgo.....

- A.13 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 1. Sapioriz, Cd. Lerdo, Dgo.....
- A.14 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 2. Santa Anna, Matamoros, Coah.....
- A.15 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 3. Purísima, Matamoros, Coah.....
- A.16 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 4. Santa Teresa, San Pedro, Coah.....
- A.17 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 5. Frontera, San Pedro, Coah.....
- A.18 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 6. Albia, Torreón, Coah.....
- A.19 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 7. El Consuelo, Matamoros, Coah.....

- A.20 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 8. Hidalgo, Fco. I Madero, Coah.....
- A.21 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 9. Santo Niño, Fco. I Madero, Coah.....
- A.22 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 10. Los Arenales, Torreón, Coah.....
- A.23 Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 11. La Goma, Cd. Lerdo, Dgo.....
- A.24 Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 1. Sapioriz, Cd. Lerdo, Dgo.....
- A.25 Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 2. Santa Teresa, San Pedro, Coah.....
- A.26 Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 3. Purísima, Matamoros, Coah.....

- A.27 Total de indiv. no fértiles, pro genie de 15  
progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 4. Santa Teresa, San Pedro, Coah.....
- A.28 Total de indiv. no fértiles, pro genie de 15  
progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 5. Frontera, San Pedro, Coah.....
- A.29 Total de indiv. no fértiles, pro genie de 15  
progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 6. Albia, Torreón, Coah.....
- A.30 Total de indiv. no fértiles, pro genie de 15  
progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 7. El Consuelo, Matamoros, Coah.....
- A.31 Total de indiv. no fértiles, pro genie de 15  
progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 8. Hidalgo, Fco. I Madero, Coah.....
- A.32 Total de indiv. no fértiles, pro genie de 15  
progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 9. Santo Niño, Fco. I Madero, Coah.....
- A.33 Total de indiv. no fértiles, pro genie de 15  
progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 10. Los Arenales, Torreón, Coah.....

A.34 Total de indiv. no fértiles, pro genie de 15  
progenitores y por madre según endogamia.  
Pob. 11. La Goma, Cd. Lerdo, Dgo.....

## INTRODUCCION

Dentro del control biológico, uno de los géneros de parasitoides que más se ha utilizado es *Trichogramma* que actualmente es base para controlar algunas plagas de lepidópteros en diversos cultivos, esto mediante la cría masiva en laboratorio para su posterior liberación en el campo. Al respecto en México no se han considerado los efectos deletéreos genéticos a que da lugar una cría de esta naturaleza, generación tras generación ni se ha dado importancia a lo que esto significa para el control efectivo de plagas en los diferentes cultivos.

Un total de 11 centros de cría particulares y 25 Centros Regionales de Reproducción de Insectos Benéficos dependientes de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en la república produjeron cerca de 28, 000 millones en 1993 de este parasitoide y es el organismo que más se cría comercialmente en nuestro país (S.A.R.H. 1994).

En México además no se ha planteado mejorar la capacidad de los organismos de las poblaciones nativas mediante programas continuos a través de la hibridación con líneas autofecundadas para explotar el vigor híbrido y/o

heterosis.

La fecundidad de una especie entomófaga que se cría comercialmente es uno de los factores más importantes que determinan la efectividad de su cría y uso. Por esta razón en trabajos donde se utiliza *Trichogramma* para el control biológico de plagas es de gran interés el aspecto de los factores que afectan su fecundidad.

La crianza de insectos ha sido descrita como la propagación por una o mas generaciones de material colectado de campo en el laboratorio. El procedimiento involucra la selección de una colonia de campo y el mantenimiento de ésta bajo condiciones que se espera no alteran seriamente el comportamiento en comparación con la población colectada en condiciones naturales. La preservación de los atributos naturales de la colonia es particularmente importante cuando se trabaja con especies que posteriormente se liberarán en programas de control de plagas. En la mayoría de los casos, el único objetivo de la producción en laboratorio es obtener a menos costo mas individuos útiles (Mackauer 1972).

El grado al cual una población de insectos responde a las condiciones ambientales del laboratorio está bajo control genético. Como un ejemplo de las teorías genéticas y procedimientos, se ha considerado a estos problemas como controles autocidas. El énfasis es en los procedimientos

para seleccionar el origen de la colonia, proceso que es el más importante y condiciona el deterioro durante el mantenimiento y las consecuencias (para control) que resultan de tal deterioro.

El tamaño numérico y el origen geográfico de la colonia están correlacionados con la flexibilidad genética y con la habilidad para responder a eventos repetidos y a la selección (Mackauer 1972).

Existe la imperiosa necesidad de mejorar este método de control biológico natural tradicional, considerando la posibilidad de incrementar las habilidades parasíticas mediante hibridaciones de líneas autofecundadas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Considerando esta situación se plantearon los siguientes objetivos:

1.- Determinar la capacidad parasítica de *T. pretiosum* sobre huevecillos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) conforme al comportamiento de la depresión endogámica.

2.- Identificar líneas progenitoras de híbridos a partir de líneas endogámicas S<sub>25</sub> sobresalientes en su capacidad parasítica sobre huevecillos de *S. cerealella*.

## REVISION DE LITERATURA

### Descripción del Material Genético.

#### Morfología de Trichogrammatidae.

Doutt y Viggiani (1968) citan que son Himenópteros de tamaño diminuto, cuya longitud fluctúa entre 0.2 a 0.3 mm. Tarsos de tres segmentos en ámbos sexos, abdómen no peciolado, ampliamente unido al metatórax y penetrado por un largo músculo; alas anteriores largas y posteriores hialinas ámbas con setas marginales, variables pero con las discales arregladas en líneas que corresponden a los vestigios de la formación de las venas; antenas cortas con la base abajo de la cara, angulada hacia la unión del escapo y pedicelo; segmentos flagelares altamente variables entre los géneros pero no excediendo de 7 segmentos en la antena de la hembra; el funículo puede o no estar presente, si lo está, nunca excede de 2 segmentos; clava formada de 1 a 5 segmentos; antenas del macho similar a las de la hembra en la mayoría de los géneros, pero en *Ufens* y *Trichogramma* existe un marcado dimorfismo sexual en la estructura antenal.

## Biología y Hábitos de Trichogrammatidae.

Claussen (1940) señala que la familia es cosmopolita en distribución y comprende un número relativamente pequeño de géneros, siendo el mas común *Trichogramma*, en el cual todas las especies conocidas son parasitoides internos de los huevecillos de otros insectos.

(Flanders (1935) en un estudio de los géneros representantes de Norteamérica mencionó que tienen hábitos ambientales diferentes. Como un resultado de esta diferencia en hábitat, encontró que cada especie tiene un diferente complejo de hospederos y que las 3 especies son raramente encontradas en asociación, *T. pretiosum* tiene hábitos arbustivos, *T. evanescens* se encuentra bajo condiciones de praderas y *T. semblidis* tiene hábitos pantanosos.

(Claussen (1940) reportó que para *T. pretiosum* se conocen mas de 150 especies hospederas, representantes de 6 Ordenes : Neuroptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera y Hemiptera.)

### Biología.

Claussen (1940) encontró que hay un considerable incremento en volúmen de los huevecillos durante la incubación. La larva permanece inmóvil en el fluido del

huevecillo, gradualmente lo consume completamente y pupa *in situ*. Además menciona que el parasitismo en *Trichogramma spp* es aparentemente mucho mas rápido e incluye mas cambios fisiológicos notables que en la mayoría de los otros parasitoides de huevecillos.

### Hábitos. ✓

Claussen (1940) cita que cuando se efectúa la emergencia, el adulto realiza un orificio en el corion del huevecillo hospedero, la emergencia toma lugar durante la mañana temprano y las hembras son hábiles para ovipositar el mismo día. En el acto de ovipostura en hospederos grandes, el parasitoide se posa sobre el huevecillo del hospedero e inserta el ovipositor perpendicularmente. Las hembras de *Trichogramma* pueden alimentarse de fluídos que emergen de la punzación del ovipositor con el hospedero.

Ha sido determinado que la habilidad de las hembras para penetrar el corion del hospedero se incrementa con el tamaño de éstas. Muchas especies son hábiles para ovipositar sobre huevecillos en cualquier estado de desarrollo pero en general los prefieren recién depositados.

✓ Claussen (1940) encontró que existe una considerable diferencia en la capacidad reproductiva de *Trichogramma*. *T. pretiosum* deposita un máximo de 29

huevecillos y *T. evanescens* 50 huevecillos. La longevidad promedio de vida del adulto es aproximadamente 5 días a una temperatura de 25 °C. 40 por ciento de los huevecillos son depositados en las primeras 12 hrs. después de la emergencia del hospedero y un 76 por ciento en los 2 días siguientes a la emergencia.

Identificación de *Trichogramma pretiosum* Riley. Pinto et al. (1978).

La identificación de las especies de *Trichogramma* se basa en la genitalia y algunas otras características principalmente de los machos.

Color similar en ámbos sexos, cápsula cefálica amarilla, antenas de un amarillo tenue excepto los segmentos basales que son moteados de color café castaño, macho con áreas oscuras mas extensas en el dorso, patas amarillo claro, con pronunciado color café oscuro en el dorso del fémur y en tarsos, abdómen café, la hembra con ovipositor color café oscuro.

Macho.- Antena con flagelo relativamente largo curvado en la mitad de la base;  $1.29 \pm 0.01$  veces tan largo como la tibia posterior,  $0.15 \pm 0.01$  veces tan ancho como largo; seta flagelar larga y adelgazándose gradualmente desde la base,  $44.6 \pm 0.18$  en número, longitud de la seta mas larga 2.5-2.8 veces mas larga que

la máxima anchura flagelar.

Ala anterior con líneas de setas, región entre la cuarta y quinta línea con 21-29 setas, longitud de la seta en el margen postapical 0.11-0.12 veces tan larga como la máxima anchura del ala.

Ala posterior con 3 líneas de setas, la anterior y posterior no tan prominentes como la media, está compuesta de setas cortas y espaciadas ampliamente, la posterior extendiéndose  $\frac{2}{3}$  la longitud de la media, la anterior con 5 setas y extendiéndose  $\frac{1}{2}$  de la longitud de la vena media.

Genitalia.- Cápsula genital 0.32-0.34 veces tan ancha como larga; expansión dorsal de la gonobase angosta apicalmente, proyección ventral media larga y estrecha (claramente en pico), llegando ligeramente abajo de las estructuras queladas y la expansión dorsal de la gonobase.

Ovipositor de la hembra.- 1.01- 1.1 veces tan largo como la tibia posterior.

#### Depresión Endogámica.

Falconer (1972) señala que la depresión por endogamia es el fenómeno que reduce el valor fenotípico medio de los caracteres conectados con la capacidad

reproductiva o con la eficiencia fisiológica. Indica además que es un fenómeno complementario opuesto a vigor híbrido.

Endogamia significa el apareamiento de individuos que están emparentados entre sí por ascendencia. Que el grado de parentesco entre los individuos en una población depende del tamaño de esta.

Los caracteres que forman una componente importante de la aptitud tales como el tamaño de la camada muestra una reducción bajo este fenómeno.

Cuando cierto carácter muestra depresión endogámica, se refiere al cambio promedio del valor medio genotípico en varias líneas. Las frecuencias génicas en la población en conjunto no cambian bajo la endogamia, cualquier cambio de la media de la población debe atribuirse a los cambios de las frecuencias genotípicas.

La endogamia causa un incremento de las frecuencias de los genotipos homocigóticos y una reducción de los genotipos heterocigóticos, por lo tanto un cambio en la media de la población bajo endogamia debe estar conectado con una diferencia del valor genotípico entre homocigotes y heterocigotes. Un cambio del valor medio bajo endogamia es consecuencia de la dominancia en los loci involucrados en el carácter, y que la dirección del cambio es hacia el valor de los alelos mas recesivos.

La dominancia puede ser parcial o completa, o puede ser sobredominancia, todo lo que se necesita para que un locus participe en el cambio de la media es que el heterocigote no debe ser exactamente intermedio entre los dos homocigotes.

Coeficiente de Endogamia.

Falconer (1972) citó que el coeficiente de endogamia de un individuo es la probabilidad de que un par de alelos llevados por los gametos que lo produjeron sean idénticos por descendencia.

Cualquier gameto tiene una probabilidad igual a  $1/2N$  de unirse con otro de la misma clase, de esta manera  $1/2N$  es la probabilidad de que los gametos que se unen llevan genes idénticos y constituye en esta forma el coeficiente de endogamia de la progenie. Para la siguiente generación existen dos maneras por medio de las cuales se pueden producir los homocigotos idénticos, una derivada de la nueva réplica de genes y la otra derivada de la réplica previa. La probabilidad de que los genes recientemente replicados se unan en un cigote es nuevamente  $1/2N$ . La proporción restante,  $1-1/2N$ , de cigotes llevan genes que son independientes en su origen de la generación 1, pero pueden ser idénticos en su origen de la generación cero.

Falconer (1978) menciona que la tasa de endogamia

en cualquier generación se da por medio de la fórmula  $1/2N$ . Si los números no son constantes de generación a generación, entonces la tasa media de endogamia es el valor medio de  $1/2N$  en generaciones sucesivas. A lo largo de un período de  $t$  generaciones, por lo tanto:

$$\frac{1}{Nt} = \frac{1}{t} \left| \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} + \frac{1}{N_3} + \dots + \frac{1}{N_t} \right|$$

Así la expansión en el número de progenitores no afecta la endogamia previa, simplemente reduce la cantidad de la nueva endogamia.

De esta manera en una población con números fluctuantes, la endogamia aumenta por etapas en cantidades variables y el tamaño presente de la población indica únicamente la tasa de endogamia presente.

#### Efectos de la Endogamia.

Telenga y Schepetil'nikova (1949) y Medoni et al. (1980) mencionan que cuando *Trichogramma* se cría generación tras generación en condiciones constantes, particularmente si *S. cerealella* es usada como el hospedero, entonces un número de generaciones sucesivas incrementa constantemente el deterioro de la cría, una de las manifestaciones es el deterioro en la fecundidad.

Franz y Vogelè (1974) encontraron que la temperatura es el principal factor que induce a la diapausa en *Trichogramma* y permanece el parasitoide en estado de prepupa dentro del huevecillo del hospedero, este fenómeno también se presenta con efecto de endogamia.

Falconer (1973), sostiene que la depresión endogámica afecta la fertilidad. Trabajando con ratones observaron que con un coeficiente de endogamia de 10 por ciento se obtenían un promedio de 7.5 individuos vivos por camada y un promedio de 4.5 crías vivas con un 62 por ciento de coeficiente de endogamia.

Por otro lado observaron que en *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) el número medio de progenie adulta por pareja por día, se inició con 50 adultos y con 0.0 por ciento de coeficiente de endogamia y con un adulto en 79 por ciento de coeficiente de endogamia en apareamientos consecutivos de hermanos completos.

House (1969) encontró que en una cría en ambiente constante donde la temperatura fué mantenida a 21 °C, la incidencia de pupas diapáusicas de la mosca entomófaga *Pseudosarcophaga affinis* (Diptera: Sarcophagidae) aumentó de cero a 88 por ciento durante 200 generaciones (aproximadamente 18 años) de producción continua.

## Cambios Genéticos Durante el Mantenimiento en Laboratorio.

Mackauer (1976) cita que en poblaciones determinadas, el muestreo al azar de gametos que en las siguientes generaciones da lugar a fluctuaciones estocásticas en frecuencias génicas.

Además menciona que es evidente que la frecuencia de alelos inicial y mas importante, el tamaño de la población efectiva, influye el rango con el cual la población alcanza la homocigosis. En ausencia de flujo de genes a través de migración, sólo la mutación y selección están disponibles como fuente de variación genética. Así con el tiempo, la fijación de algunos y pérdida de otros alelos son los resultados predecibles de errores de muestreo acumulados.

Cuando es establecida una colonia de laboratorio de un muy pequeño número de especímenes colectados en campo. Un aislamiento pequeño contiene sólo una fracción seleccionada de la diversidad genética de la población.

Condiciones favorables de mantenimiento en grupos fundadores pequeños para incremento rápido en número, estas crías alcanzan un tamaño de población definido que ha sido determinado arbitrariamente por las condiciones del programa de cría. Cualquier incremento numérico, sin embargo no adiciona variación genética apreciable de la

población, excepto indirectamente cuando es asociado con eventos recombinantes y mutación.

#### Dialélicos.

La utilización de los diseños de cruzas dialélicas se han venido utilizando desde tiempos atrás, hasta la actualidad, el término "dialélico", se utilizaba para denotar todos los cruzamientos posibles entre un grupo de animales machos y hembras. Sin embargo, actualmente el término de "cruzas dialélicas" generalmente es referido a todas las cruzas posibles entre un grupo de individuos afines genéticamente.

Gilbert (1958) describe el análisis dialélico como una forma de determinar los efectos aditivos principales de los padres y sus interacciones en los cruzamientos individuales, denominando componente genético aditivo y componente genético no aditivo a la Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE), respectivamente. La palabra interacción en este caso, es usada en su sentido estadístico como indicador de desviación de aditividad. Este mismo investigador, haciendo un análisis de todas las evidencias disponibles en varias especies, determinó que el valor de los cruzamientos dialélicos en mejoramiento no debería ser excesiva, ya que la información ganada en ellos es solo un poco mas que la obtenida de los padres mismos.

Griffing (1956) denomina experimentos dialélicos a aquellos que ensayan un determinado conjunto de cruzas dialélicas. Se elige un grupo de "p" líneas progenitoras para realizar un máximo de  $p^2$  cruzas posibles que son subdivididas en tres grupos:

- 1). (p) autofecundaciones.
- 2). Grupo de  $p(p-1)/2$   $F_1$ .
- 3).  $p(p-1)/2$  cruzas recíprocas de las  $F_1$ .

El mismo autor propone el siguiente modelo lineal donde representa las observaciones:

$$Y_{ij} = u + g_i + g_j + S_{ij} + r_{ij} + e_{ij}$$

Donde:

- $u$  = Efecto de la media general
- $g_i$  = Efecto de Aptitud Combinatoria General del progenitor  $i$ .
- $g_j$  = Efecto de Aptitud Combinatoria General del progenitor  $j$ .
- $S_{ij}$  = Efecto de Aptitud Combinatoria Específica de la cruza  $ij$ .
- $r_{ij}$  = Efecto de las repeticiones de las cruzas  $ij$
- $e_{ij}$  = Error aleatorio inherente.

El mismo autor establece cuatro métodos de análisis para cruzas dialélicas dependiendo de los genotipos que

vayan incluidos.

- 1). Progenitores, cruzas directas y recíprocas.
- 2). Progenitores y cruzas directas.
- 3). Cruzas directas y recíprocas.
- 4). Cruzas directas.

Cada método contiene su análisis que está basado en un modelo aleatorio o fijo para estimaciones de esperanzas de cuadrados medios, fórmulas para calcular efectos de ACG y ACE, así como la varianza de dichos efectos.

Gilbert (1958) describe el análisis dialélico como una forma para determinar los efectos aditivos principales de los progenitores y sus interacciones en los cruzamientos individuales, denominando componente genético aditivo a la ACG y componente genético no aditivo a la ACE. La interacción en este caso es usada como indicador de desviación de aditividad. En un análisis de todas las evidencias disponibles en varias especies, concluyendo que el valor de los cruzamientos dialélicos en mejoramiento no debería ser excesivo, ya que la información ganada en ellos es sólo un poco más que la obtenida de los padres mismos.

Aptitud Combinatoria.

En el mejoramiento moderno de individuos, es importante el conocimiento relativo de los materiales

usados como progenitores en un programa de hibridación, ya que se conoce que algunos progenitores combinan bien con muchos otros en la producción de progenies híbridas con mejor capacidad fisiológica, otros combinan bien con otros pocos o con ninguna. Al efectuar cruzamientos entre un grupo de poblaciones es para determinar las propiedades del material genético que producen los mejores cruzamientos como una estrategia en base a su capacidad de combinación que a su vez está en función de la acción génica predominante y de esta forma tener información para futuros programas de mejoramiento y/o aplicación de metodologías de selección más eficientes.

Sprague y Tatum (1942) citan que el método que permite evaluar la importancia de la contribución génica a la ACG y ACE para el comportamiento de cruzas simples. Este procedimiento involucra todas las combinaciones directas entre un número determinado de líneas y es considerado como el primer sistema de cruzamientos dialélicos puesto en práctica para obtener información genética. El método permite apreciar la magnitud de diferentes tipos de variabilidad genética entre las  $F_1$  que es debida a la varianza de ACG y varianza de ACE. Los autores mencionan que la varianza de ACG es en gran parte varianza genética aditiva, mientras que la varianza de ACE es debida a la dominancia. Sin embargo esta última también puede ser resultado de varias causas, tales como segregación y recombinación mendeliana y clasificación genotípica

incorrecta.

Sprague y Tatum (1942) definieron la (ACG) como el comportamiento promedio o general de una línea en una serie de cruzas y a la (ACE) como el comportamiento de las combinaciones específicas de líneas en relación al comportamiento promedio de las líneas que la forman.

Hayman (1954) analizó la teoría y análisis de cruzas dialélicas y sugiere que el material con el cual se trabaje cumpla una serie de supuestos genéticos para hacer inferencias válidas en un análisis de cruzas dialélicas y que pueden generalizarse para otros estudios genéticos, tales supuestos son:

- 1). Segregación diploide.
- 2). No diferencias de cruzas recíprocas.
- 3). Ausencia de epistasis.
- 4). No alelos múltiples.
- 5). Padres homocigotos.
- 6). Genes independientemente distribuidos entre los progenitores.

Hayman (1960) hace una observación a los conceptos de Griffing y señala que en presencia de (ACE) , la (ACG) puede ser enmascarada por dominancia o epistasis (caracter gobernado por 2 ó más locus), o bien por ambos, pero con los efectos génicos aditivos.

Jinks (1954) y Hayman (1960) indican que los objetivos básicos en un ensayo de cruza dialélicas son los de seleccionar progenitores. Señalan a la vez que la variación entre las medias en términos de componentes de varianza son solamente descriptivas de un conjunto particular de líneas progenitoras.

Kempthorne (1956) en cambio menciona que bajo circunstancias especiales, particularmente en ausencia de epistasis, las tablas dialélicas dan información acerca de las propiedades intrínsecas de la población, dejando ver la importancia que tienen los análisis dialélicos para proporcionar información sobre la población en particular.

Hoegenmeyer y Hallauer (1978) indican que en un programa de mejoramiento, cuya finalidad es la formación de híbridos, la ACE debe ser mas importante, ya que se pueden explotar más a los efectos no aditivos, como dominancia y epistasis, ya que la varianza de la ACG indica la porción de la varianza genética debida a los efectos aditivos de los genes. Mientras que la varianza de la (ACE) indica la porción de la varianza genética que puede ser debida a desviaciones de dominancia.

#### Heterosis.

Las bases genéticas de la heterosis fueron dadas originalmente basadas en las teorías de dominancia

(Devenport 1908, Bruce 1910, Keable y Pellew 1910 y Jones 1917) y sobredominancia (Shull 1908, East 1908) que Stanfield 1969, presentó en forma resumida en los siguientes términos:

a). Dominancia que supone al vigor híbrido como resultado de la acción e interacción de factores dominantes favorables en condiciones heterocigóticas.

b). Sobredominancia que atribuye al vigor a la condición de heterosis *Per se*, pues los individuos heterocigotos son menos influenciados por el ambiente que los individuos homocigotos.

Shull (1952) atribuye el vigor híbrido o heterosis a un estímulo fisiológico, ocasionado por la fusión de gametos haploides genéticamente diferentes que dan origen a un cigoto heterocigoto y un citoplasma desbalanceado y que a mayor diferencia genética mayor será la heterosis.

Harberg (1953) expresa que la heterosis está dada por la diferencia entre  $F_1$  y el progenitor superior y tanto la dominancia como la sobredominancia pueden contribuir simultáneamente a la heterosis.

Hayman (1957) considera que los factores que pueden estar asociados con heterosis son: Heterogeneidad *Per se* acumulación de factores dominantes de cada progenitor,

interacción alélica o sobredominancia e interacción no alélica.

Allard (1961) menciona que la heterosis puede expresarse de muchas formas (además del aumento del rendimiento).

Lonquist (1964) afirma que la heterosis que muestran dos genotipos al cruzarse, no sólo depende de la porción aditiva de la varianza genética total, sino también de la varianza no aditiva.

Falconer (1972) considera que la heterosis es un fenómeno inverso a la depresión endogámica y que la ocurrencia de uno u otro fenómeno depende de la dominancia y que en general, los progenitores de alto rendimiento y caracteres contrastados, producen los mejores rendimientos en las cruzas.

Mackey (1967) menciona que según el concepto moderno de heterosis, ésta puede ser positiva o negativa para diversas características, las cuales están controladas por genes alélicos o no alélicos, plasmáticos y/o interacción materna, lo cual puede describir su función como protectores, inhibidores, estimuladores, complementarios y/o ajustamiento del genotipo. La heterosis alélica depende de dominancia o sobredominancia y la heterosis no alélica, posee componentes transgresivos de

recombinación y epistáticos. Estos mecanismos son dependientes del sistema reproductivo y estado de evolución, desarrollo y dirección.

Guzmán et al. (1987) consideran que la heterosis es causada por la presencia de genes heterocigóticos en condiciones favorables o debido a sobredominancia, en donde el heterocigoto es superior a ambos homocigotos, o por los genes epistáticos o bien por genes con acción pleiotrópica. La heterosis del híbrido también puede originarse debido a la complementación de genes del citoplasma (genoma de mitocondria). Mencionan que generalmente la heterosis con respecto al rendimiento depende de la diversidad genética entre los padres de las cruzas, o de los altos valores de ACE de la crusa en cuestión. Estos mismos autores indican que el estudio de heterosis y heterobeltiosis son inútiles si no existe heterosis útil para las características en general, ya que siempre se deben formar híbridos superiores a los existentes, sin embargo la heterosis y heterobeltiosis son útiles para predecir el tipo de acción génica del carácter bajo estudio.

Palomo (1985) considera a la heterosis como cualquier desviación del híbrido, del comportamiento promedio de los padres y que ésta puede medirse de tres maneras diferentes dependiendo del punto de comparación:

- 1). El híbrido se compara con el comportamiento

medio de los progenitores (heterosis).

2). El híbrido se compara con el comportamiento del mejor progenitor (heterobelitosis).

3). El híbrido se compara con el comportamiento de la mejor variedad comercial (heterosis útil).

Ghaderi et al. (1978) estudiaron diversidad genética y su correlación con la heterosis y mencionan que la mayor heterosis sobre los progenitores, es proporcional a la distancia genética entre los padres y que en ausencia de información, la diversidad de origen o distancia geográfica entre los padres ha sido usada como una medida de distancia.

## MATERIALES Y METODOS.

### Colecta del Material Genético.

En la presente investigación se tenía contemplado contar con material genético de todo el país, para garantizar heterosis útil en los cruzamientos de líneas autofecundadas; desafortunadamente, los pocos recursos impidieron el cumplimiento de los planes originales, quedando sólo la alternativa de buscar heterosis útil con cruzamientos intrapoblacionales.

A principios del mes de Noviembre de 1992 se recorrieron lotes de maíz en plena floración de once localidades de mas de 7 Km de distancia uno de otro, todas en el área de influencia de la Región Lagunera tanto de Coahuila como de Durango (Figura A.1). Quedando establecida la numeración de ellas al azar como sigue:

- 1.- Sapioriz, Cd. Lerdo, Dgo. (S,CL,D.)
- 2.- Santa Anna, Matamoros, Coah. (SA,M,C.)
- 3.- Purisima, Matamoros, Coah. (P,M,C.)
- 4.- Santa Teresa, San Pedro, Coah. (ST,SP,C.)
- 5.- Frontera, San Pedro, Coah. (F,SP,C.)
- 6.- Albia, Torreón, Coah. (A,T,C.)

- 7.- El Consuelo, Matamoros, Coah. (EC,M,C.)
- 8.- Hidalgo, Fco. I Madero, Coah. (H,FIM,C.)
- 9.- Santo Niño, Fco. I Madero, Coah. (SN,FIM,C.)
- 10.- Los Arenales, Torreón, Coah. (LA,T,C.)
- 11.- La Goma, Cd.Lerdo, Dgo. (LG,CL,D.)

Se tomaron por localidad alrededor de 500 huevecillos de *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) de color morado-oscuro en estigmas que iniciaban a deshidratarse (puntas secas) y se colocaron en cápsulas de gelatina transparentes en grupos de 20 huevecillos por cápsula. Las cápsulas con los huevecillos se depositaron en cajas petri de plástico transparente previamente etiquetadas. Hecho el paquete de las cajas de cada localidad, se colocaron en el interior de una hielera a  $15 \pm 2$  °C para su transporte ya sea a refrigeración a 7 °C o a la cámara de cría del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (U.A.A.A.N.), en Buenavista, Saltillo, Coah.

Ya en la cámara de cría, los huevecillos pertenecientes a cada localidad se depositaron por separado en frascos de vidrio transparente de 200 ml debidamente etiquetados tapados con tela de algodón de 39 hilos por cm.

## Cámara de Cría.

Se acondicionó un local de 5X3X3 m con una temperatura media de  $27 \pm 2$  °C, proveída por un aparato calefactor marca Freyven. Humedad relativa de  $70 \pm 5$  por ciento generada por un humidificador marca Walton, manufacturado por Walton Laboratories, Moonachie, N.J., misma que se midió con un Higrotermógrafo marca Serdex, manufacturado por Bacharach Inc. Canada, y Fotoperíodo de 12:12. Fuente de luz proveída por lámparas de luz de día de 20 watts, marca General Electric. Controlado el fotoperíodo por un interruptor automático de Paragon Electric Co, Inc. Two Rivers, WI. Subsidiary of AMF Inc.

## Especificaciones del Experimento.

Los frascos que contenían a los huevecillos de *H. zea* se colocaron en estantería a 40 cm de la fuente de luz y se esperó hasta observar la emergencia de los parasitoides adultos; 24 hr después de este evento, a los parasitoides se les pusieron suficientes huevecillos frescos (< 24 hr) de *S. cerealella*, en una corcholata de refrescos embotellados mismos que se obtuvieron del Centro Regional de Reproducción de Organismos Benéficos (C.R.E.R.O.B.) en Torreón, Coah., cuatro días después (muertos los parasitoides adultos), se retiraron estos y se esperó a la siguiente generación cinco días después, y así

sucesivamente hasta incrementar el material genético durante cuatro generaciones.

Cuando se tuvo el incremento de cada una de las 11 subpoblaciones iniciales, estas se dividieron en diez repeticiones con 15 huevecillos (de color morado-oscuro) parasitados (cuatro días de exposición a los parasitoides) cada una, para que actuaran como progenitores en la siguiente generación siendo llamados progenitores  $F_1$ .

A partir de este momento se inició el registro de la acumulación del coeficiente de endogamia mismo que depende del número de progenitores participantes en cada generación hasta la número 25, a la que se denominó  $S_{25}$  (autofecundación número 25).

#### Toma de Datos.

#### Depresión Endogámica.

Cuatro días después de observado el pico de emergencia de adultos en cada generación (progenitores muertos), se retiraba la corcholata conteniendo los huevecillos parasitados y con ayuda de un microscopio de disección CARL ZEISS Mod. STEMI DV/4 se cuantificaron machos y hembras (según criterio de Pinto et al. (1978) en base a las antenas) retirándolos posteriormente de ella así

mismo, se realizó la búsqueda y retiro de adultos en la tapa y en el interior del frasco. Este primer conteo comprendió los progenitores  $F_1$ .

De cada una de la progenie (huevecillos hospederos parasitados) de cada unidad experimental, se separaron 15 huevecillos parasitados en otra corcholata limpia para que participaran como progenitores de la  $F_2$  y el resto de la progenie se aislaba en cápsulas de gelatina transparente debidamente etiquetadas, mismas que se depositaban en frascos de vidrio transparente expuestos a la luz en los estantes.

En todos los casos se esperó a que la progenie muriera para poder cuantificarla, labor que se ejecutó con la ayuda del microscopio de disección, separando el citado conteo en progenie hembra y macho, así como total de individuos que no emergieron del hospedero o bien individuos que emergieron pero que presentaban las alas atrofiadas. Esta labor se realizó en generaciones alternadas ( $S_1, S_3, S_5, S_7, S_{10}, S_{12}, S_{14}, S_{16}, S_{18}, S_{20}, S_{22}, S_{24}$ ), en el resto de las generaciones sólo se cuantificaron los progenitores y se depositaron 15 huevecillos parasitados en la corcholata para que participaran como progenitores de cada generación. Se siguió este procedimiento hasta la  $S_{25}$ .

Los resultados obtenidos se analizaron bajo regresión

polinomial de grado 2 , tomando como variable independiente X, el Arco Seno del coeficiente de endogamia y como variable dependiente Y, el número de individuos observados según la variable.

VARIABLES MEDIDAS:

- Total de huevecillos parasitados.
- Total de Hembras fértiles (fenotípicamente sanas).
- Total de individuos no fértiles (pupas diapáusicas + individuos con alas atrofiadas).

Para todas las variables se determinó tanto para media de 15 progenitores como por madre.

### Depresión por Endogamia.

Salamanca (1975) especifica que la depresión por endogamia, en cada una de las generaciones avanzadas respecto a una generación dada, se determinó con la relación expresada en por ciento, entre la media de la generación avanzada en cuestión y la media de la generación. Estando representado por lo siguiente:

$$D.E. = \frac{\bar{F}_{n+i}}{\bar{F}_n} \times 100$$

Dado:

n=1, i=1, 3, 5,.....24.  
 n=2, i=1, 3,.....22.  
 n=3, i=1, 3,.....20.  
 ⋮        ⋮  
 ⋮        ⋮  
 n=12, i=1

Heterosis.

Con la progenie (huevecillos parasitados) de la S2s se realizó un aislamiento de huevecillos a partir de un compuesto balanceado por localidad (alrededor de 600 huevecillos), poniendo un huevecillo parasitado en cada cápsula de gelatina transparente y colocándolos en frascos de vidrio transparente expuestos a la fuente de luz y se esperó a que se observara el inicio de emergencia de los adultos en cada una de la poblaciones.

Cuando se observó este "punto" con ayuda del microscopio de disección se procedió a sexar todos los adultos que estaban emergiendo y se separaron por sexo en cada población eliminando aquellos individuos que presentaban alas atrofiadas.

El trabajo de sexado fue hecho en base a las antenas según criterio de Pinto et al. (1978).

Se realizaron todas las cruzas simples posibles del diseño estadístico Dialélico 1 de Griffing, colocando siete hembras y siete machos por cruzamiento; un total de 49 cruzamientos con cuatro repeticiones. Proceso que se ejecutó con individuos que habían emergido entre las primeras ocho a doce hr.

Los cruzamientos realizados consistieron de 21 cruzas directas, 21 cruzas recíprocas y siete autofecundaciones.

Enseguida se liberaron los adultos de las cápsulas y se depositaron en pequeños frascos de vidrio de 250 ml y procediéndose a colocarles hospedero suficiente en corcholatas, tapándose con la tela ya mencionada. Las 196 unidades experimentales se colocaron al azar en los estantes ya descritos en la cámara de cría.

Después de cuatro días (muertos los adultos progenitores), se retiraron estos de los frascos y de la totalidad de los huevecillos parasitados se tomaron 15 al azar por cada unidad experimental para que participaran como progenitores híbridos  $F_1$ . Se esperó a observar el pico de emergencia de los adultos y se les colocó nuevamente suficiente hospedero fresco en una corcholata.

A los cuatro días después del pico de emergencia de los híbridos  $F_1$ , se cuantificaron los progenitores (sexos)

y la progenie se puso en cápsulas de gelatina transparente colocándose en frascos de vidrio transparente a exposición de la fuente de luz y se esperó a que murieran para cuantificarlos. Solamente se dejaron 15 huevecillos parasitados parte de la progenie de los híbridos  $F_1$  para observar el comportamiento de los híbridos bajo efecto de endogamia durante 12 generaciones bajo el procedimiento ya descrito.

Las variables medidas fueron:

- a). Total de huevecillos parasitados.
- b). Total de hembras fértiles.

#### Análisis Estadístico.

El análisis de variables medidas se realizó de varias maneras:

- a). El análisis de varianza correspondiente al diseño completamente al azar con arreglo factorial
- b). Un análisis de regresión polinomial de grado 2.
- c). Un análisis de aptitud combinatoria para las diferentes variables estudiadas.

El modelo que se asume para el experimento

completamente al azar con arreglo factorial  $12 \times 7$  con 10 repeticiones fue como sigue:

$$Y_{ijk} = u + G_i + L_j + GL_{ij} + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, 12$$

$$j = 1, 2, \dots, 7$$

$$k = 1, 2, \dots, 10$$

donde:

$Y_{ijk}$  = Variable aleatoria observable

$u$  = Media general

$G_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo grado de endogamia

$L_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima población

$GL_{ij}$  = Efecto del  $i$ -ésimo grado de endogamia y la  $j$ -ésima población

$E_{ijk}$  = Error experimental

El modelo estadístico para la regresión polinomial de grado 2 fue el siguiente:

$$Y_i = B_0 + B_1 X_i + B_2 X_i^2 + E_i$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 12$$

donde:

$Y_i$  = Variable aleatoria observable

$B_0$  = Ordenada al origen

$B_1$  = Pendiente

$B_2$  = Pendiente

$X_i$  = Variable determinística

$E_i$  = Error experimental

Los datos obtenidos de los híbridos en las dos variables medidas se analizaron bajo el diseño estadístico dialélico 1 de Griffing, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = u + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + e_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = Valor fenotípico observado

$u$  = media de la población

$g_i$  = efecto de la aptitud combinatoria general (ACG) del  $i$ -ésimo progenitor.

$g_j$  = efecto de la aptitud combinatoria general (ACG) del  $j$ -ésimo progenitor.

$s_{ij}$  = efectos de la aptitud combinatoria específica (ACE) del  $i$ -ésimo progenitor con el  $j$ -ésimo progenitor.

$r_{ij}$  = Efecto de repeticiones del  $i$ -ésimo progenitor con el  $j$ -ésimo progenitor.

$e_{ijk}$  = elemento aleatorio del error asociado con la  $ijk$ -ésima observación.

El análisis de varianza apropiado para el modelo del diseño estadístico dialéctico I de Griffing se presenta en el Cuadro 3.1.

La prueba de significancia de los cuadrados medios para ACG y ACE, se realizó mediante la prueba de F bajo las siguientes hipótesis:

La hipótesis de  $H_0$ : varianza de ACG =  $\sigma^2_g = 0$ , se realizó calculando el coeficiente:

$$F = \frac{CM(ACG)}{CM(ACE)}$$

donde:

CM (ACG) es el cuadrado medio de la Aptitud Combinatoria General y CM (ACE) es el cuadrado medio de la Aptitud Combinatoria Específica. Este cociente bajo la hipótesis y la suposición de normalidad de que los errores se distribuyen como una F con  $(P - 1)$  grados de libertad en el denominador. Entonces si la F calculada mediante el cociente  $CM(ACG) / CM(ACE)$  es menor que la F tabulada al nivel de significancia de 5 por ciento de probabilidad no se rechaza la hipótesis planteada, en caso contrario se

Cuadro 3.1. Cálculo de los Componentes del ANVA en el Diseño I de Griffing.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Valores Esperados de los Cuadrados Medios
Repetición	r-1	$\sum_k \frac{Y_{...k}^2}{p(q+p-1)} - \frac{Y_{...}^2}{rp(q+p-1)}$	
Cruzas	p-1	$\sum_i \frac{Y_{ii}^2}{rq} + \sum_{i \neq j} \frac{Y_{ij}^2}{r} - \frac{Y_{...}^2}{rp(q+p-1)}$	
ADG	p-1	$\sum_i \frac{G_i^2}{2r(2q+p-2)} - \frac{4Y_{...}^2}{2rp(2q+p-2)}$	$\sigma_e^2 + \frac{2r(q^2+p-2)}{2q+p-2} \sigma_s^2 + 2r(2q+p-2) \sigma_g^2$
ACE	p(p-1)/2	$\sum_{i < j} \frac{(Y_{ij} + Y_{ji})^2}{2r} - \frac{Y_{...}^2}{rp(q+p-1)}$	$\sigma_e^2 + 2r \left\{ \frac{3q+p-4}{2q+p-2} + \frac{2-q}{(q+p-1)(2q+p-2)} \right\} \sigma_s^2$
EM	p-1	$\sum_i \frac{\{ \sum_{i=1}^{i < j} (Y_{ij} - Y_{ji}) \}^2}{2rp}$	$\sigma_e^2 + 2r\sigma_r^2 + 2rp\sigma_m^2$
ER	(p-1)(p-2)/2	$\sum_{i < j} \frac{(Y_{ij} - Y_{ji})^2}{2r} - SC(EM)$	$\sigma_e^2 + 2r\sigma_r^2$
Error	Por diferencia	Por diferencia	$\sigma_e^2$
Total	rp(q+p-1)-1	$\sum_{i < j < k} Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rp(q+p-1)}$	

rechaza.

La hipótesis  $H_0$  : varianza de  $ACE = \sigma^2_s = 0$ , se realizó calculando el coeficiente:

$$F = \frac{CM(ACE)}{CM(Error)}$$

donde:

CM (ACE) y CM (Error) son los cuadrados medios de la ACE y del error, respectivamente. Este cociente bajo la hipótesis nula y cuando los errores  $e_{ijk}$  siguen una distribución normal, se distribuyen como una F con los grados de libertad de la Aptitud Combinatoria Específica en el numerador y los grados de libertad del CM (Error) en el denominador.

Aquí el criterio de prueba es: si F calculada mediante el cociente  $CM(ACE) / CM(Error)$  es menor que la F tabulada al nivel de significancia de 5 por ciento de probabilidad, no rechaza la hipótesis planteada, en caso contrario se rechaza.

Estimación de los efectos de Aptitud Combinatoria General ( $g_i$ ) y Aptitud Combinatoria Específica ( $S_{ij}$ ).

Se realiza la estimación de los efectos de ACG y

ACE para las variables total de huevecillos parasitados y total de hembras fértiles con el propósito de observar el comportamiento genético de cada una de las cruzas.

Para su estimación se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$u = \frac{\bar{2Y_{...}}}{rp(p+1)} = \bar{Y_{...}}$$

$$g_i = \frac{G_i}{r(p+2)} - \frac{\bar{2Y_{...}}}{rp(p+1)}$$

$$s_{ij} = \frac{Y_{ij}}{r} - \frac{\bar{2Y_{...}}}{rp(p+1)} - (g_i + g_j)$$

donde:

$u$  = Media

$r$  = Repeticiones

$p$  = Progenitores

$G_i$  = Suma de las cruzas en donde interviene el progenitor  $i$ .

$Y_{...}$  = Gran total

Análisis de Varianza.

Los análisis estadísticos de los datos en su primer trato, atiende lo referente a la prueba de hipótesis nula,

de que no existen diferencias significativas entre los progenitores para cada una de las variables en estudio. Lo anterior se prueba efectuando el análisis de varianza para diseño completamente al azar con arreglo factorial.

#### Comparación de Medias.

El comportamiento promedio de los individuos de las poblaciones en estudio a través de su grado de consanguineidad hasta S<sub>25</sub> para cada una de las variables. Además de la comparación de las medias del comportamiento de los híbridos F<sub>1</sub>.

Para la comparación de las medias por el método de Tukey, se determinó el comportamiento promedio de los genotipos e híbridos, en las diferentes variables en estudio. En este método se calcula un valor W para juzgar la significación de todas las posibles diferencias entre las medias.

El modelo estadístico para la prueba de medias por el método de Tukey es el siguiente:

$$W = q (p,e) \bar{Sx}.$$

donde:

q = Valor tabular de Tukey con "p" tratamientos, "e" grados de libertad del error y  $\alpha$  nivel de significancia.

$S_{\bar{x}}$  = Desviación estandar de la media que se calcula como:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\text{C.M.E.}}{r}}$$

r = número de observaciones por media.

#### Heterosis (h)

Se determinó el por ciento de heterosis y para el comportamiento de los cruzamientos directos y recíprocos en las variables estudiadas. Para heterosis se compara el comportamiento promedio de los híbridos  $F_1$  con el progenitor medio (PM), de esta manera:

$$h (\%) = \frac{\bar{F}_1}{PM} \times 100$$

Donde:

$\bar{F}_1$  = Media de la cruce

$$PM = \text{Progenitor medio} = \frac{P_i + P_j}{2}$$

i = Media del progenitor hembra.

j = Media del progenitor macho.

## RESULTADOS

El experimento se desarrolló en dos etapas, la primera para determinar como se afectaba el parasitismo conforme avanzaba la depresión endogámica, y la segunda para observar el efecto de heterosis a partir de líneas autofecundadas.

### Depresión Endogámica

Coeficiente de Endogamia.

El número de progenitores por generación en cada población varió debido a que en algunos casos, de los 15 huevecillos parasitados que se colocaron en cada generación como progenitores, algunos no emergieron o bien de un huevecillo emergían dos individuos (superparasitismo) tal como se presenta en el Cuadro 4.1.

A esta cantidad de progenitores por generación se les calculó el coeficiente y porcentaje de endogamia, considerando que antes de la autofecundación  $S_1$  se tenía cero y que el valor máximo es de 1, así gradualmente va decreciendo el coeficiente de endogamia que se gana por generación (sin variar el número de progenitores

Cuadro 4.1. Progenitores participantes en cada once "autofecundación" de las subpoblaciones en estudio.

Autof.	Localidades.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	12.5	11.5	13.1	16.3	12.2	12.3	12.3	11.7	21.4	13.6	12.9
2	15.3	11.9	13.9	11.6	15.1	13.1	13.2	12.3	14.2	16.2	14.0
3	10.9	13.0	14.2	13.5	11.8	14.3	13.6	10.4	11.6	10.7	13.8
4	15.1	16.2	12.9	13.6	12.1	14.7	13.8	18.4	13.0	15.2	16.4
5	16.2	12.6	16.9	19.0	19.7	13.0	14.7	13.3	15.7	14.4	16.1
6	15.6	13.6	13.9	14.6	15.1	10.2	12.3	17.0	19.5	20.7	16.0
7	13.6	15.1	19.2	12.8	10.9	14.2	23.5	13.4	14.6	12.3	23.4
8	16.9	15.6	11.6	14.6	13.3	14.0	14.8	13.1	14.8	13.1	11.3
9	17.0	11.5	15.9	16.7	16.2	16.1	13.5	15.8	15.0	14.7	14.1
10	11.3	9.87	11.0	10.1	9.67	10.5	11.4	9.70	9.70	10.7	10.0
11	12.3	11.7	13.3	12.0	12.2	15.5	10.8	14.1	13.6	12.9	11.1
12	11.4	11.4	11.7	14.8	12.4	14.2	10.8	11.7	17.2	13.8	13.1
13	13.3	13.2	16.4	12.2	12.9	14.6	13.5	15.0	12.3	11.9	14.9
14	15.5	13.8	15.1	13.2	12.9	14.4	12.9	13.4	14.3	10.3	16.3
15	15.3	16.4	19.1	14.6	17.7	19.4	19.8	14.2	16.8	13.3	18.1
16	11.1	10.9	21.4	12.1	22.5	20.6	17.6	11.2	12.3	13.8	21.3
17	23.5	11.0	19.4	19.4	22.7	27.8	21.2	12.2	16.1	16.7	19.6
18	17.4	12.3	16.4	17.1	12.3	16.0	13.7	17.4	23.2	16.8	9.71
19	10.9	11.0	12.4	11.3	12.8	12.9	12.1	6.14	10.0	10.3	8.71
20	14.8	13.3	13.7	15.5	14.1	14.6	11.3	--	--	--	--
21	17.0	16.7	19.0	18.2	15.5	16.1	19.6	--	--	--	--
22	14.6	13.7	14.2	16.0	13.5	12.9	13.1	--	--	--	--
23	14.9	14.7	14.6	13.5	14.1	12.7	14.3	--	--	--	--
24	11.3	11.1	13.4	14.1	12.2	12.3	14.2	--	--	--	--
25	15.3	12.3	14.3	14.0	13.7	10.6	12.9	--	--	--	--

-- Ausencia de datos debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta la S19.

participantes) conforme avanza el grado de consanguineidad.

#### Cuadro 4.2.

En la acumulación del por ciento del coeficiente de endogamia, se consideraron solo las autofecundaciones alternas, de tal forma que en la generación No. 19, las poblaciones de las localidades 8.- (H, FIM,C.), 9.- (SN,FIM,C.), 10.- (LA,T,C.), 11.- (LG,CL,D.), se comportaron como autocidas, con porciento del coeficiente de endogamia acumulado de 78.8, 71.8, 75.3, y 72.9 respectivamente. Figura 4.1.

Mientras que las poblaciones de las localidades 1.- (S,CL,D.), 2.- (SA,M,C.), 3.- (P,M,C.), 4.- (ST,SP,C.), 5.- (F,SP,C.), 6.- (A,T,C.), 7.- (EC,M,C.), soportaron aceptablemente hasta la autofecundación No. 25, acumulando un porcentaje del coeficiente de endogamia de 82.0, 86.1, 80.2, 81.9, 82.7, 81.0 y 83.7 respectivamente. Figura 4.1.

#### Cuadro 4.3.

#### Depresión por Endogamia.

El por ciento de depresión por endogamia denota que en la variable total de huevecillos parasitados por 15 progenitores fué mayor en las localidades 2, 5, 7, y 1, con 79.09, 65.10, 64.6, y 60.02 por ciento respectivamente, siendo de menor escala en las poblaciones 3, 4, y 6, con 53.02, 52.94, y 43.7 por ciento respectivamente,

Cuadro 4.2. Por ciento del coeficiente de endogamia obtenido por cada "autofecundación" realizada en las poblaciones en estudio.

Autof.	Localidades.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8.00	8.69	7.63	6.13	8.20	8.13	8.13	8.55	4.67	7.35	7.75
2	6.10	7.67	6.64	8.09	6.08	7.01	6.96	7.43	6.71	5.72	6.59
3	7.89	6.42	6.04	6.35	7.26	5.93	6.24	6.00	7.64	8.12	6.21
4	5.17	4.76	6.19	5.84	6.48	5.37	5.70	4.24	6.23	5.18	4.84
5	4.50	5.75	4.35	3.87	3.65	5.65	4.96	5.54	4.76	5.11	4.63
6	5.00	5.27	5.87	5.47	5.20	8.03	6.16	4.09	4.02	3.62	4.94
7	5.37	4.39	3.94	5.81	6.73	5.20	2.96	4.89	5.09	5.78	3.17
8	4.01	3.97	6.21	4.69	4.99	4.91	4.50	4.61	4.68	5.00	6.29
9	3.74	5.04	5.96	3.83	3.81	3.96	4.60	3.54	4.31	4.13	4.57
10	5.28	5.36	4.48	5.94	5.97	5.70	5.95	5.40	6.22	5.24	6.01
11	4.43	4.05	4.14	4.51	4.24	3.49	4.78	3.33	3.98	4.26	4.86
12	4.40	3.82	4.35	3.35	3.82	3.56	4.33	3.73	2.91	3.39	3.75
13	3.44	3.01	2.84	3.79	3.39	3.23	3.15	2.66	3.83	3.65	3.05
14	2.73	2.66	2.89	3.21	3.13	3.04	3.05	2.78	3.03	3.86	2.59
15	2.58	2.07	2.14	2.69	2.11	2.10	1.83	2.43	2.40	2.69	2.20
16	3.32	2.93	1.81	3.02	1.56	1.88	1.95	2.86	3.09	2.41	1.77
17	1.43	2.64	1.91	1.73	1.48	1.32	1.53	2.39	2.16	1.85	1.83
18	1.85	2.15	2.13	1.86	2.60	2.22	2.26	1.54	1.41	1.72	3.50
19	2.79	2.20	2.64	2.64	2.31	2.59	2.36	4.11	3.13	2.64	3.50
20	1.87	1.66	2.21	1.76	1.93	2.11	2.33	--	--	--	--
21	1.51	1.22	1.48	1.40	1.63	1.77	1.22	--	--	--	--
22	1.66	1.40	1.87	1.51	1.75	2.09	1.74	--	--	--	--
23	1.52	1.21	1.69	1.68	1.55	1.95	1.47	--	--	--	--
24	1.87	1.49	1.72	1.48	1.66	1.85	1.38	--	--	--	--
25	1.26	1.23	1.49	1.39	1.36	1.98	1.41	--	--	--	--

-- Ausencia de datos debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta la S<sub>10</sub>.

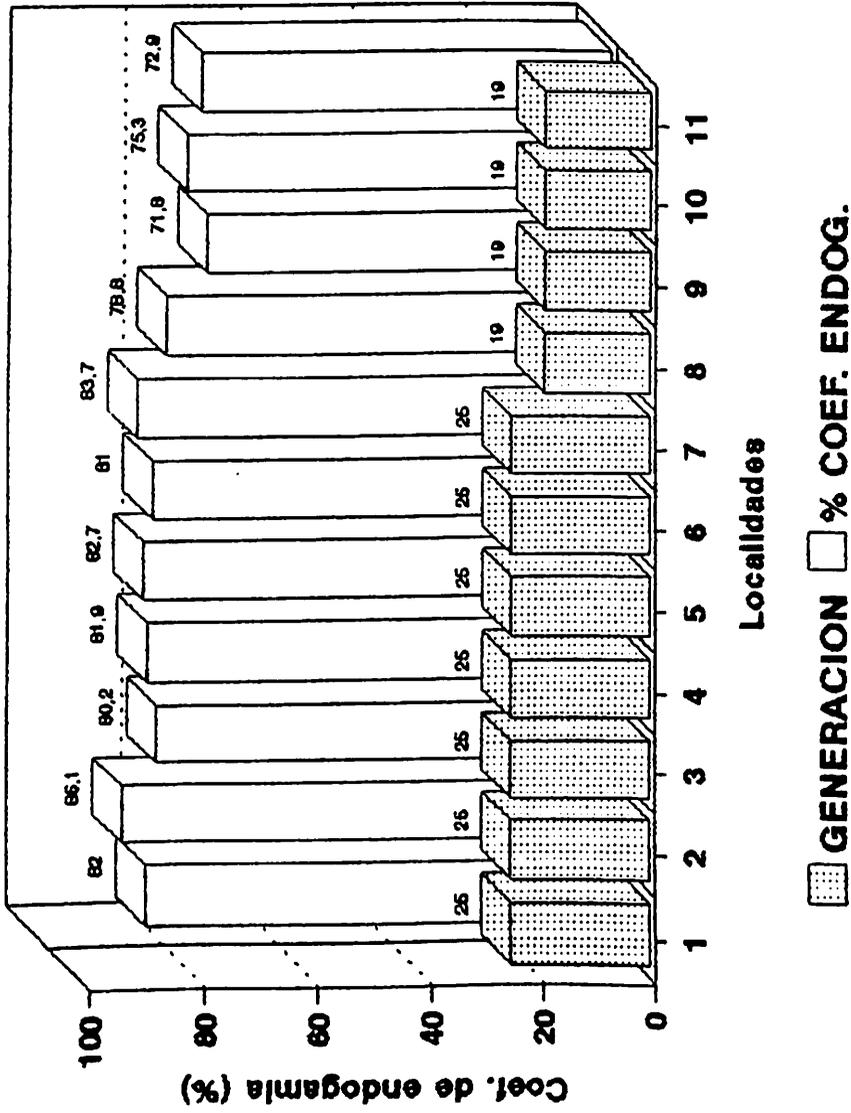


Figura 4.1. Por ciento del coeficiente de endogamia acumulado en las poblaciones estudiadas.

Cuadro 4.3. Por ciento del coeficiente de endogamia acumulado en las generaciones medidas en las poblaciones.

Autof.	Localidades.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8.00	8.69	7.63	6.13	8.19	8.13	8.13	8.55	4.67	7.35	7.75
3	21.9	22.8	20.3	20.6	21.5	21.1	21.3	22.0	19.0	21.2	20.5
5	31.6	33.3	30.9	30.3	31.7	32.1	32.0	31.8	30.0	31.5	28.0
8	36.4	42.0	34.5	36.1	38.4	36.2	37.9	44.1	35.3	39.5	35.3
10	45.4	52.4	44.9	45.8	48.2	45.9	48.4	53.0	45.9	48.9	45.9
12	54.2	60.3	53.4	53.7	56.2	52.9	57.5	60.1	52.8	56.5	54.5
14	60.4	65.9	59.1	60.7	62.8	59.2	63.7	65.5	59.6	64.0	60.2
16	66.3	70.9	63.1	66.4	66.4	63.2	67.5	70.8	65.1	69.1	64.4
18	69.6	75.7	67.1	70.0	70.5	66.7	71.3	74.7	68.7	72.7	69.5
19	**	**	**	**	**	**	**	78.8	71.8	75.3	72.9
20	74.3	79.6	72.0	74.4	74.7	71.4	76.0	--	--	--	--
22	77.4	82.2	75.3	77.4	78.1	75.3	78.9	--	--	--	--
24	80.8	84.9	78.7	80.5	81.3	79.1	81.8	--	--	--	--
25	82.0	86.1	80.2	81.9	82.7	81.0	83.7	--	--	--	--

\*\* Datos no cuantificados en esta "autofecundación".

-- Ausencia de datos debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta la S<sub>10</sub>.

representando estos resultados el por ciento del remanente en cada generación dada, es decir, a mayor por ciento de depresión por endogamia, la población fué menos afectada por este fenómeno. Cuadro 4.4.

Para la variable total de hembras fértiles por 15 progenitores, las poblaciones 7, 2, 5, y 4 fueron las de mayor por ciento de depresión endogámica con 32.27, 35.3, 27.97, y 25.21 respectivamente y las poblaciones 3, 6, y 1 con 23.24, 19.83, y 19.63 respectivamente que fueron las de menor valor. Cuadro 4.5.

En la variable total de individuos no fértiles por 15 progenitores fué la que resultó mas afectada ya que se reportan valores que van desde el 404.7 hasta el 2658.2 por ciento, solo que para esta variable, el por ciento de depresión por endogamia es directamente proporcional, es decir, el valor representa la porción afectada. Cuadro A.35.

Los resultados por madre en la variable total de huevecillos parasitados, total de hembras fértiles y total de individuos no fértiles muestran tendencias similares a cuando se comportaron por 15 progenitores. Cuadros 4.6, 4.7 y A.36.

Cuadro 4.4. Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de huevecillos parasitados, promedio de 10 repeticiones con 15 progenitores, según línea de regresión calculada.

L O C.	Fn/Fi										
	F3 F1	F5 F1	F8 F1	F10 F1	F12 F1	F14 F1	F16 F1	F18 F1	F20 F1	F22 F1	F24 F1
1	89.03	81.49	77.96	70.72	63.38	58.05	52.72	49.60	45.02	41.70	39.98
2	88.89	82.19	77.60	73.45	71.35	70.58	70.70	70.89	71.79	72.69	74.09
3	105.0	105.6	105.0	101.0	95.14	89.16	84.10	77.96	69.02	61.65	53.02
4	88.06	80.82	76.73	70.37	65.62	61.76	58.86	57.16	55.26	54.08	52.94
5	99.51	97.73	95.90	92.19	88.04	83.84	81.02	77.46	73.26	69.35	65.10
6	94.47	88.32	86.10	79.48	70.30	67.98	64.13	60.28	54.62	49.41	43.70
7	97.82	95.16	93.29	89.13	84.53	80.68	78.01	77.02	70.81	67.82	64.53
8	89.91	83.44	76.50	72.26	69.46	67.65	66.27	65.56	--	--	--
9	97.60	92.84	89.48	80.77	73.29	64.09	55.30	48.70	--	--	--
10	88.27	81.00	76.20	71.54	68.74	66.81	66.60	66.52	--	--	--
11	78.32	68.64	61.45	55.23	54.31	56.07	58.61	63.99	--	--	--

Valores obtenidos de Cuadro A.3.

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta 5a.

Cuadro 4.5. Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de hembras fértiles, promedio de 10 repeticiones con 15 progenitores, según línea de regresión calculada.

L O C.	Fn/Fi										
	F3 F1	F5 F1	F8 F1	F10 F1	F12 F1	F14 F1	F16 F1	F18 F1	F20 F1	F22 F1	F24 F1
1	80.54	68.12	62.33	52.01	42.62	36.58	31.12	28.27	24.41	22.00	19.63
2	85.06	74.82	66.99	58.07	51.93	47.59	44.10	40.84	38.43	36.87	35.30
3	92.61	85.04	82.04	72.45	63.20	55.81	50.62	44.54	34.44	30.28	23.24
4	79.50	67.23	60.50	50.08	42.69	36.81	32.61	30.25	27.82	26.39	25.21
5	90.31	82.54	76.96	68.19	60.24	53.11	48.81	43.78	38.03	33.09	27.97
6	86.24	74.51	70.13	59.75	47.43	44.81	40.08	35.86	30.04	24.98	19.83
7	90.09	81.72	76.98	67.95	59.58	53.52	49.56	48.13	39.87	36.12	32.27
8	88.13	78.69	65.79	55.42	46.45	38.88	31.03	24.39	--	--	--
9	95.33	87.22	81.81	67.79	55.88	41.34	27.47	17.09	--	--	--
10	84.59	73.84	65.74	56.44	49.27	42.10	37.45	34.66	--	--	--
11	74.50	62.06	51.70	39.88	33.46	31.07	30.29	30.83	--	--	--

Valores obtenidos de Cuadro A.4.

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta 5a.

Cuadro 4.6. Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de huevecillos parasitados, promedio de 10 repeticiones, por madre, según línea de regresión calculada.

		Fn/F1									
L O C.	F3	F5	F8	F10	F12	F14	F16	F18	F20	F22	F24
	F1										
1	97.24	94.79	92.65	88.79	84.05	80.08	75.60	72.84	68.35	64.91	60.74
2	101.1	101.6	101.0	99.02	96.7	94.4	91.74	88.70	85.70	83.30	80.51
3	107.6	110.3	110.3	108.2	103.3	98.14	93.55	87.99	79.50	72.50	64.14
4	90.16	83.91	80.31	74.45	69.92	65.98	62.81	60.86	58.48	56.91	55.23
5	100.1	99.13	97.97	95.44	92.46	89.31	87.19	84.50	81.23	78.20	74.93
6	98.22	94.87	93.13	87.92	79.57	77.50	73.45	69.44	63.36	57.65	51.12
7	105.8	107.8	107.9	106.3	101.8	96.90	93.58	92.37	83.07	78.18	72.73
8	98.99	97.13	93.25	89.15	84.96	81.03	76.49	72.56	--	--	--
9	101.6	98.31	95.12	85.48	76.42	64.80	53.25	44.43	--	--	--
10	86.57	79.46	75.71	73.42	73.53	75.66	78.51	80.97	--	--	--
11	99.39	98.53	97.35	94.94	92.3	90.12	88.33	85.59	--	--	--

Valores obtenidos de Cuadro A.6.

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta S<sub>10</sub>.

Cuadro 4.7. Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de hembras fértiles, promedio de 10 repeticiones, por madre, según línea de regresión calculada.

		Fn/F1									
L O C.	F3	F5	F8	F10	F12	F14	F16	F18	F20	F22	F24
	F1										
1	87.12	78.33	73.89	65.62	57.35	51.44	45.60	42.30	37.34	33.86	30.03
2	90.03	82.58	76.12	68.13	61.77	56.85	52.25	47.65	43.59	40.64	37.46
3	93.77	87.08	84.48	75.65	67.06	60.28	55.08	49.33	41.53	35.46	28.68
4	81.23	69.78	63.35	53.25	45.77	39.64	35.00	32.31	29.32	27.45	25.58
5	90.82	83.40	78.12	69.93	62.51	56.01	52.03	47.36	39.25	37.64	32.98
6	89.85	80.40	76.61	67.00	54.69	51.90	46.79	41.98	35.09	28.89	22.15
7	96.68	92.00	88.68	81.85	72.29	65.27	60.00	58.15	43.61	40.39	34.15
8	95.68	89.98	83.85	68.39	57.69	47.75	36.53	26.77	--	--	--
9	98.55	91.75	86.45	71.77	58.66	42.34	26.40	14.37	--	--	--
10	85.70	75.60	67.99	59.36	52.44	45.63	41.09	38.25	--	--	--
11	91.89	86.18	79.97	69.45	58.86	51.74	45.94	37.17	--	--	--

Valores obtenidos de Cuadro A.7.

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta S<sub>10</sub>.

## Análisis Estadístico.

En el análisis de varianza de las variables medidas, total de huevecillos parasitados, total de hembras fértiles y total de individuos no fértiles según el diseño completamente al azar con arreglo factorial 7X12 con 10 repeticiones muestra los siguientes resultados. Cuadros 4.8, 4.9, 4.10.

Presentando alta significancia en el factor A (localidades), factor B (grados de endogamia) e interacción AB, lo que indica que las poblaciones de las localidades estudiadas son diferentes y que al mismo tiempo hay diferencia en los resultados en cada grado de endogamia estudiado.

La alta significancia en la interacción AB indica que existe diferente respuesta en cada grado de endogamia y para cada localidad en las tres variables medidas.

Los coeficientes de variación para las variables estudiadas según el diseño experimental usado fueron de 32.38 por ciento para total de huevecillos parasitados, 35.72 por ciento para total de hembras fértiles y 57.33 por ciento para total de individuos no fértiles.

Cuadro 4.8. Análisis de varianza para la variable total de de huevecillos parasitados bajo diseño completamente al azar con arreglo factorial.

F. de V.	G. de l.	S. de C.	C.M.	Fc	Sig.
Repetic.		9	15984.93	1776.10	0.77
Loc.	A	6	318224.48	53037.41	22.96 **
Endog.	B	11	745573.54	67779.41	29.34 **
Interacc. AB		66	270684.28	4101.28	1.78 **
Error		747	1725526.37	2309.94	

C.V. = 32.38 %.

Cuadro 4.9. Análisis de varianza para la variable total de hembras fértiles bajo diseño completamente al azar con arreglo factorial.

F. de V.	G. de l.	S. de C.	C.M	Fc	Sig.
Repetic.		9	3398.32	377.59	0.84
Loc.	A	6	40615.77	6769.29	15.11 **
Endog.	B	11	517734.67	47066.79	105.09 **
Interacc. AB		66	53794.24	815.06	1.82 **
Error		747	334564.20	447.88	

C.V. = 35.72 %.

Cuadro 4.10. Análisis de varianza para la variable total de individuos no fértiles bajo diseño completamente al azar con arreglo factorial.

F. de V.	G. de l.	S. de C.	C.M	Fc	Sig.
Repetic.		9	1473.00	163.67	0.44
Loc.	A	6	56881.02	9480.17	25.54 **
Endog.	B	11	191206.08	7382.37	46.84 **
Interacc. AB		66	39468.34	598.00	1.61 **
Error		747	277225.24	371.12	

C.V. = 57.33 %.

Comparaciones de Medias.

Las comparaciones de medias según la prueba de rango múltiple de Tukey con  $\alpha=0.05$  realizada a los resultados de la progenie de la S<sub>1</sub> arroja los siguientes resultados.

Variable total de huevecillos parasitados.

Localidad	Media	Significancia
4	227.83	a
6	220.81	ab
5	202.81	ab
1	198.83	ab
3	195.57	ab
7	161.02	b
2	156.67	b

Variable total de hembras fértiles.

1	119.17	a
4	119.01	a
6	118.49	a
3	113.59	a
5	109.36	ab
7	90.79	ab
2	82.96	b

## Variable total de individuos no fértiles.

4	4.17	a
7	2.98	a
3	0.52	a
2	0.0	a
5	0.0	a
6	0.0	a
1	0.0	a

En la variable total de huevecillos parasitados, la población de la localidad 4 fue la que presentó el parasitismo mas alto en comparación al resto de las poblaciones. Las de las localidades 6, 5, 1, y 3, son estadísticamente iguales tanto a la 4 como a las poblaciones 7 y 2 que fueron las de menor parasitismo total en la generación F<sub>1</sub>.

Para la variable total de hembras fértiles, las poblaciones de las localidades 1, 4, 6, y 3 son iguales estadísticamente y fueron las de mejor media, las localidades 5 y 7 son iguales estadísticamente a las poblaciones anteriores y a la población de la menor media que resultó ser la No. 2.

Mientras que en la variable total de individuos no fértiles no existió diferencia significativa entre las medias de las poblaciones en estudio.

Misma situación se probó con los resultados medios de las poblaciones en la generación F<sub>25</sub> y según la prueba de rango múltiple de Tukey con  $\alpha=0.05$  muestra lo siguiente:

Variable total de huevecillos parasitados.

Población	Media	Significancia
5	131.71	a
4	120.63	a
2	116.14	a
7	103.90	a
3	103.66	a
6	96.47	a
1	75.49	a

Variable total de hembras fértiles.

5	30.55	a
4	29.99	a
2	29.28	a
7	29.24	a
3	26.42	a
6	23.48	a
1	23.39	a

## Variable total de individuos no fértiles.

5	68.41	a
4	51.96	ab
2	49.31	ab
6	45.67	ab
3	44.52	ab
7	37.49	b
1	29.33	b

En las variables total de huevecillos parasitados y total de hembras fértiles no se encontró diferencia significativa en los resultados de las poblaciones de las localidades involucradas, mientras que en la variable total de individuos no fértiles, la población mas afectada es la No. 5 y la menos afectada es la No. 1, mientras que las poblaciones 4, 2, 6, 3, y 7 son estadísticamente iguales entre ellas y a la población 5 como a la población 1.

Así las poblaciones fueron afectadas en diferente magnitud conforme al coeficiente de endogamia. En cuanto a la variable total de huevecillos parasitados. la población de la localidad 1 inició con 198.8 y terminó con 75.49, la 2 con 156.7 y 116.1, 3 con 195.6 y 103.7, 4 con 227.8 y 120.6, 5 con 202.8 y 131.7, 6 con 220.8 y 96.47, 7 con 161.0 y 103.9 y en cuanto a las poblaciones 8, 9, 10, y 11 que solo soportaron niveles de endogamia hasta la generación F<sub>19</sub>, los resultados son los siguientes. La

población 8 con 210.2 y 137.7, 9 con 250.0 y 121.7, 10 con 150.0 y 99.1, y la 11 con 228.3 y 146.1. Figura 4.2.

En la variable total de hembras fértiles, la población 1 inició con 119.2 y terminó con 23.39, 2 con 82.96 y 29.28, 3 con 113.6 y 26.42, 4 con 119.0 y 29.99, 5 con 109.4 y 30.55, 6 con 118.5 y 23.48, 7 con 90.79 y 29.24, misma situación para el resto de las poblaciones que solo soportaron depresión endogámica hasta F<sub>10</sub>, población 8 con 107.0 y 26.12, 9 con 136.9 y 23.4, 10 con 75.3 y 26.06, 11 con 129.4 y 39.85. Figura 4.3.

Para la variable total de individuos no fértiles, la población 1 con 0.0 y 29.33, 2 con 0.0 y 49.31, 3 con 0.52 y 44.52, 4 con 4.17 y 51.96, 5 con 0.0 y 68.41, 6 con 0.0 y 45.67, 7 con 2.98 y 37.49, 8 con 10.6 y 79.88, 9 con 8.51 y 73.61, 10 con 3.83 y 47.89, 11 con 0.05 y 51.84. Figura 4.4.

La situación en las variables cuando se analizaron los resultados por madre reflejaron los siguientes datos:

Para la variable total de huevecillos parasitados, la población 1 con 19.18 y 11.65, 2 con 16.47 y 13.26, 3 con 21.56 y 13.83, 4 con 25.6 y 18.08, 6 con 24.18 y 12.36, 7 con 18.11 y 13.15, 8 con 26.67 y 16.45, 9 con 28.92 y 12.85, 10 con 17.87 y 14.47, 11 con 21.16 y 18.11. Figura 4.5.

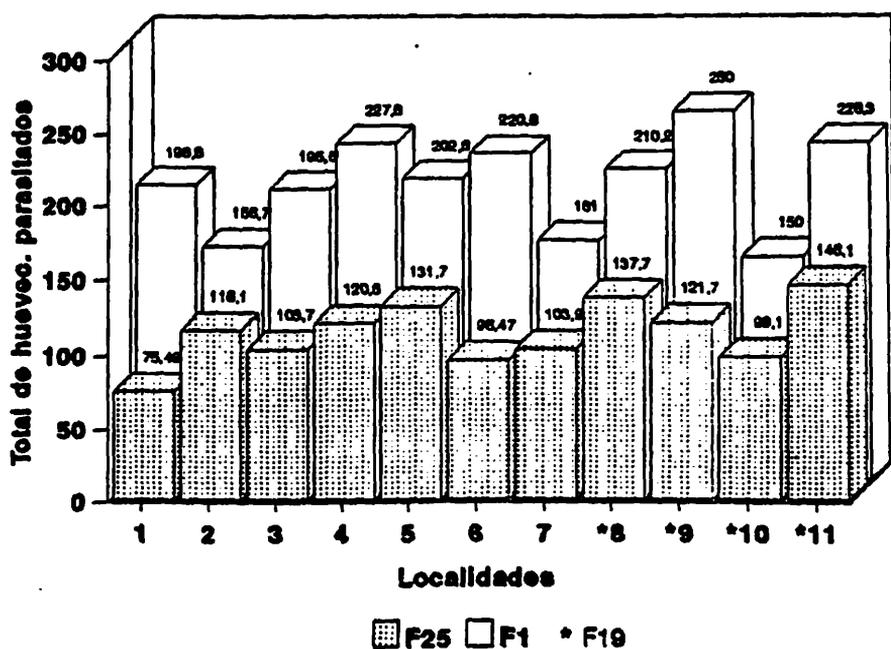


Figura 4.2. Efecto de endogamia sobre total de huevec. parasitados. Prom. de 10 rep. con 15 huev. parasitados como progenitores según línea de regresión calculada.

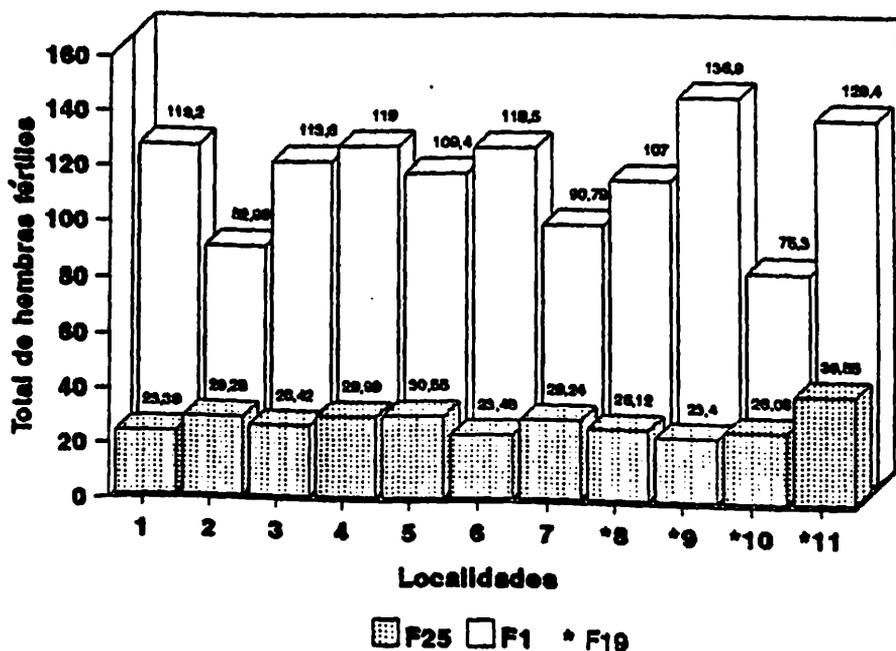


Figura 4.3. Efecto de endogamia sobre total de hembras fértiles. Prom. de 10 rep. con 15 huev. parasitados como progenitores según línea de regresión calculada.

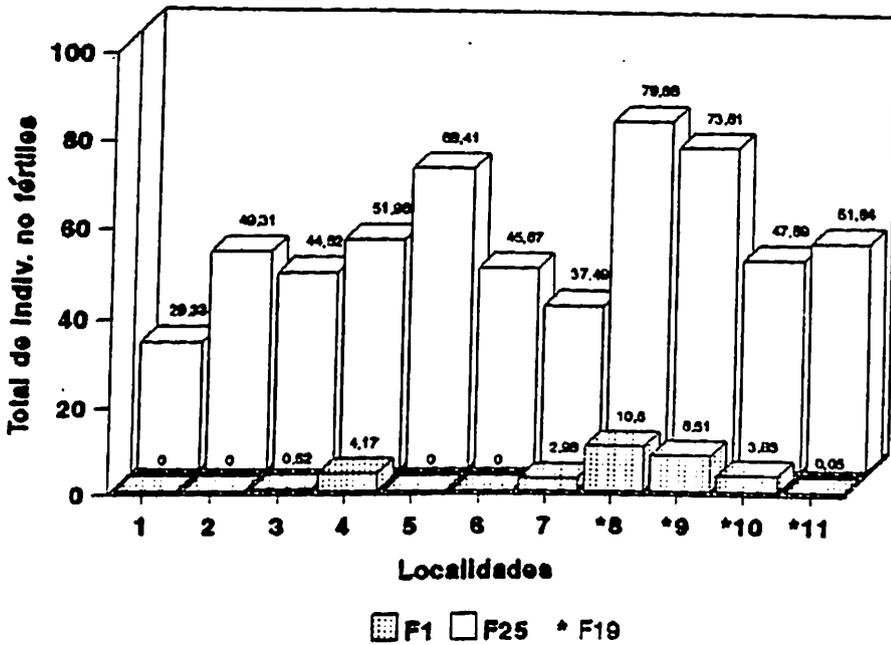


Figura 4.4. Efecto de endogamia sobre total de indiv. no fértiles. Prom. de 10 rep. con 15 huev. parasitados como progenitores según línea de regresión calculada.

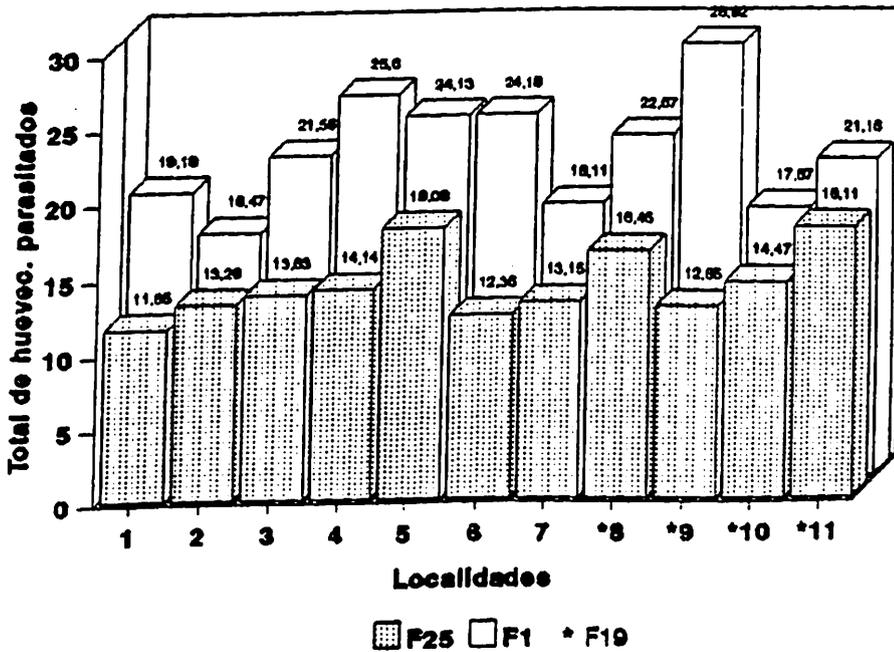


Figura 4.5. Efecto de endogamia sobre total de huevec. parasitados. Prom. de 10 rep. por madre progenitora según línea de regresión calculada.

En la variable total de hembras fértiles, la población 1 con 11.49 y 3.45, 2 con 9.13 y 3.42, 3 con 12.69 y 3.64, 4 con 13.37 y 3.42, 5 con 13.07 y 4.31, 6 con 12.61 y 2.86, 7 con 10.25 y 3.5, 8 con 11.58 y 3.1, 9 con 15.87 y 2.28, 10 con 8.8 y 3.37, 11 con 12.08 y 4.49. Figura 4.6.

La variable total de individuos no fértiles se comportó de la siguiente manera: población 1 con 0.0 y 4.68, 2 con 0.0 y 5.78, 3 con 0.07 y 5.82, 4 con 0.52 y 6.22, 5 con 0.0 y 9.48, 6 con 0.0 y 6.16, 7 con 0.38 y 4.98, 8 con 1.02 y 9.98, 9 con 0.9 y 8.11, 10 con 0.57 y 6.85, 11 con 0.0 y 6.89. Figura 4.7.

#### Análisis de Regresión Polinomial.

Los resultados en cuanto al comportamiento del parasitismo según la línea de regresión polinomial de grado 2 tomando como variable independiente X el Arc. Sen. del coeficiente de endogamia acumulado en las generaciones involucradas en medición para cada una de las poblaciones de las localidades en estudio. Cuadros 4.11, 4.12 y 4.13.

#### Vigor Híbrido.

Debido a que en este rubro no se presentaron problemas de individuos no fértiles, esta variable no se cuantificó.

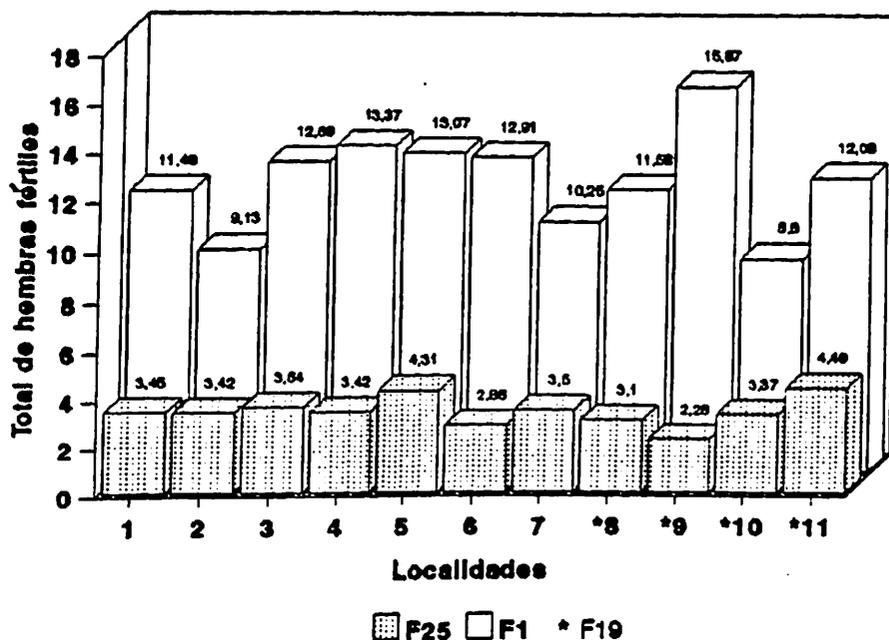


Figura 4.6. Efecto de endogamia sobre total de hembras fértiles. Prom. de 10 rep. por madre progenitora según línea de regresión calculada.

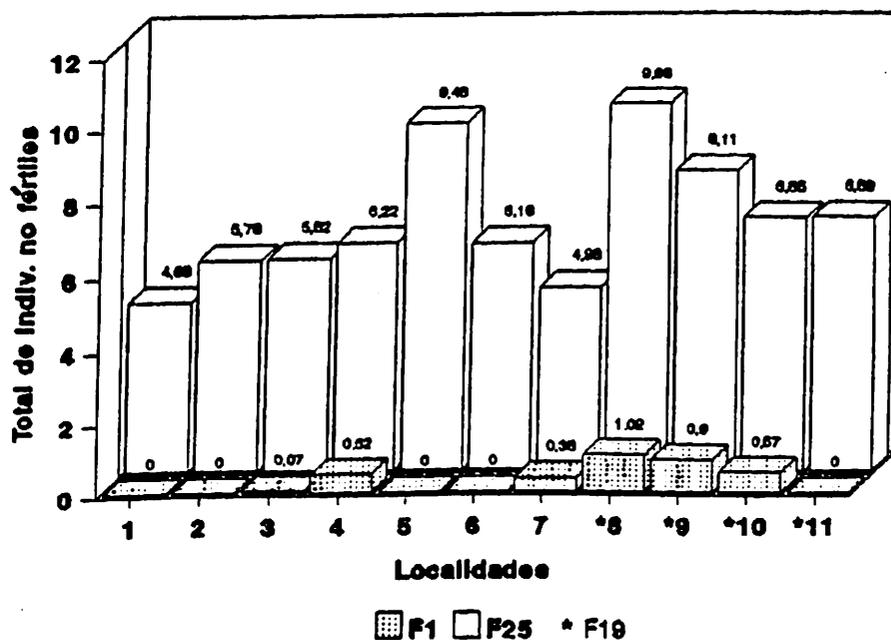


Figura 4.7. Efecto de endogamia sobre total de Indiv. no fértiles. Prom. de 10 rep. por madre progenitora según línea de regresión calculada.

Cuadro 4.11. Resultados de las líneas de regresión polinomial de grado 2 para cada una de las poblaciones de las localidades involucradas en el estudio en la variable total de huevecillos parasitados.

Loc.	C. V.	R <sup>2</sup>	Ecuación de predicción
1	17.52 %	0.7950	$Y=211.02-2.69X+0.0032X^2$
* 1	6.58 %	0.8811	$Y=19.36-0.0294X-0.0021X^2$
2	11.24 %	0.5763	$Y=169.1-2.65X+0.0299X^2$
* 2	12.51 %	0.3381	$Y=16.18+0.0669X-0.00205X^2$
3	10.74 %	0.8223	$Y=185.63X+2.63X-0.081X^2$
* 3	9.72 %	0.7769	$Y=20.1+0.376X-0.0095X^2$
4	9.65 %	0.8639	$Y=240.36-3.66X-0.0266X^2$
* 4	7.87 %	0.8879	$Y=26.72-0.327X+0.0017X^2$
5	15.09 %	0.5233	$Y=202.01+0.308X-0.0293X^2$
* 5	8.12 %	0.6430	$Y=23.94+0.0536X-0.0029X^2$
6	13.67 %	0.8088	$Y=227.051-1.223X-0.0244X^2$
* 6	3.48 %	0.9775	$Y=24.17+0.024X-0.0047X^2$
7	17.31 %	0.4595	$Y=162.22-0.1831X-0.016X^2$
* 7	3.48 %	0.9775	$Y=24.17+0.024X-0.0047X^2$
8	12.92 %	0.6608	$Y=225.44-3.249X+0.0297X^2$
* 8	6.86 %	0.7859	$Y=22.61+0.0279X-0.0032X^2$
9	6.24 %	0.9519	$Y=249.85+0.282X-0.074X^2$
* 9	6.90 %	0.9527	$Y=28.35+0.247X-0.0139X^2$
10	12.92 %	0.6561	$Y=160.83-2.678X+0.0229X^2$
* 10	8.48 %	0.6701	$Y=19.45-0.403X+0.0064X^2$
11	9.65 %	0.8765	$Y=265.49-9.012X+0.143X^2$
* 11	5.18 %	0.6047	$Y=21.15+0.0113X-0.0018X^2$

\* Resultados por madre.

Cuadro 4.12. Resultados de las líneas de regresión polinomial de grado 2 para cada una de las poblaciones de las localidades involucradas en el estudio en la variable total de hembras fértiles.

Loc.	C. V.	R <sup>2</sup>	Ecuación de predicción
1	16.93 %	0.9263	$Y=133.68-3.266X+0.0226X^2$
* 1	11.52 %	0.9313	$Y=12.36-0.1916X+0.00048X^2$
2	16.76 %	0.8558	$Y=91.21-1.71X+0.0111X^2$
* 2	8.29 %	0.9491	$Y=9.68-0.1116X+0.00006X^2$
3	8.66 %	0.9651	$Y=117.74-0.873X-0.017X^2$
* 3	5.39 %	0.9829	$Y=13.054-0.074X-0.00206X^2$
4	9.68 %	0.9699	$Y=130.40-3.34X+0.027X^2$
* 4	12.51 %	0.9462	$Y=14.53-0.338X+0.0024X^2$
5	14.88 %	0.8942	$Y=115.27-1.24X-0.0058X^2$
* 5	7.23 %	0.9657	$Y=13.77-0.146X-0.00051X^2$
6	9.82 %	0.9669	$Y=128.89-2.25X+0.0045X^2$
* 6	7.15 %	0.9777	$Y=13.67-0.158X-0.00092X^2$
7	15.74 %	0.8645	$Y=96.218-1.158X-0.0011X^2$
* 7	3.94 %	0.9880	$Y=10.35-0.01X-0.002X^2$
8	10.74 %	0.9584	$Y=114.77-1.545X-0.0059X^2$
* 8	4.03 %	0.9923	$Y=11.67+0.000098X-0.0036X^2$
9	4.23 %	0.9940	$Y=137.14+0.0707X-0.062X^2$
* 9	3.55 %	0.9960	$Y=15.66+0.102X+0.0094X^2$
10	7.50 %	0.9703	$Y=81.79-1.572X+0.0079X^2$
* 10	6.55 %	0.9723	$Y=12.58-0.103X-0.0018X^2$
11	15.00 %	0.9324	$Y=152.76-5.56X+0.068X^2$
* 11	6.50 %	0.9694	$Y=12.58-0.103X-0.0018X^2$

\* Resultados por madre.

Cuadro 4.13. Resultados de las líneas de regresión polinomial de grado 2 para cada una de las poblaciones de las localidades involucradas en el estudio en la variable total de individuos no fértiles.

Loc.	C. V.	R <sup>2</sup>	Ecuación de predicc.
1	28.76 %	0.7897	$Y = -8.35 + 1.368X - 0.0124X^2$
* 1	14.66 %	0.9476	$Y = -0.76 + 0.127X - 0.00049X^2$
2	18.50 %	0.9405	$Y = -6.0 + 0.675X + 0.0047X^2$
* 2	27.40 %	0.8643	$Y = -1.42 + 0.157X - 0.00057X^2$
3	20.63 %	0.8114	$Y = -14.4 + 3.62X - 0.048X^2$
* 3	16.41 %	0.8755	$Y = -1.659 + 0.42X - 0.00057X^2$
4	19.56 %	0.8255	$Y = -3.65 + 2.31X - 0.0235X^2$
* 4	13.33 %	0.9119	$Y = -0.38 + 0.262X - 0.0026X^2$
5	21.39 %	0.8770	$Y = -9.108 + 1.918X - 0.009X^2$
* 5	14.65 %	0.9522	$Y = -1.12 + 0.187X + 0.00014X^2$
6	22.40 %	0.8409	$Y = -13.559 + 2.45X - 0.0252X^2$
* 6	12.25 %	0.9494	$Y = -1.3 + 1.254X - 0.0021X^2$
7	17.58 %	0.8538	$Y = -4.567 + 1.72X - 1.0176X^2$
* 7	11.39 %	0.9361	$Y = -0.58 + 0.218X - 0.0021X^2$
8	38.68 %	0.7689	$Y = 10.669 - 0.164X + 0.0329X^2$
* 8	24.65 %	0.8886	$Y = 0.73 + 0.044X + 0.003X^2$
9	45.67 %	0.7270	$Y = 8.48 - 0.0838X + 0.0365X^2$
* 9	40.68 %	0.7446	$Y = 0.782 + 0.037X + 0.003X^2$
10	36.42 %	0.8634	$Y = 5.20 - 0.467X + 0.03X^2$
* 10	29.52 %	0.9202	$Y = 0.94 - 0.11X + 0.0051X^2$
11	11.95 %	0.9787	$Y = 1.156 + 0.232X + 0.0206X^2$
* 11	12.11 %	0.9765	$Y = 0.39 + 0.103X + 0.0014X^2$

\* Resultados por madre.

Los 49 cruzamientos realizados (con 15 progenitores) con 4 repeticiones cada uno y analizados bajo el diseño estadístico dialélico I de Griffing demuestran alta significancia para Cruzas y A.C.E. y significancia para A.C.G. y efectos maternos con un C.V.=50.648 % esto en la variable total de huevecillos parasitados. Cuadro 4.14.

Esto indica que existió diferencia en el cruzamiento cuando se cambia de población como progenitor así como el mejor parasitismo se da solo con ciertas combinaciones.

Para la variable total de hembras fértiles mostró alta significancia en Cruzas y ACE, significancia para ACG y Efectos recíprocos NS, con un CV.=52.695 %. Cuadro 4.15.

La población que mayor ACG mostró fue la No. 4. (ST,SP,C.) con 26.42 para total de huevecillos parasitados y con 15.62 para total de hembras fértiles, mostrando también las mejores medias por progenitor con 261.62 y 144.21 respectivamente. Cuadro 4.16.

Los cruzamientos que mejor combinaron en ciertas situaciones son las que presentan mayor A.C.E., la cruza 2X5 con 43.76, 4X7 con 59.19, 5X2 con 43.76, 7X4 con 59.19 para total de huevecillos parasitados mientras que para

Cuadro 4.14. Análisis de varianza para la variable total de huevecillos parasitados por híbridos F<sub>1</sub>.

F. de V.	G.L	S. de C.	C.M	Fc.	Signif.	
					0.05	0.01
Repetic.	3	90211.50	30070.50	7.74		
Cruzas	48	476608.25	9929.34	2.56		**
A.C.G.	6	64526.98	10754.50	2.77	*	
A.C.E.	21	253863.08	12088.72	3.11		**
E. recíp.	21	158218.28	7534.20	1.94	*	
Error	144	559567.25	3885.88			
Total	195	1126387.00				

C.V.= 50.648 %.

Cuadro 4.15. Análisis de varianza para la variable total de hembras fértiles por híbridos F<sub>1</sub>.

F. de V.	G.L	S. de C.	C.M	Fc.	Signif.	
					0.05	0.01
Repetic.	3	32329.06	10776.35	8.70		
Cruzas	48	136184.56	2837.18	2.29		**
A.C.G.	6	21181.56	3530.26	2.85	*	
A.C.E.	21	82074.74	3908.32	3.16		**
E. recíp.	21	32928.43	1568.02	1.26	NS	
Error	144	178364.13	1238.64			
Total	195	346877.13				

C.V.= 52.695 %.

Cuadro 4.16. Efectos de Aptitud Combinatoria General y medias de las variables estudiadas de 7 progenitores.

Padre	Total huevec. parasitados		Total hembras fért	
	Media	ACG	Media	ACG
1	190.68	-14.12	100.56	- 9.32
2	196.55	-10.76	108.96	- 4.53
3	199.09	- 9.31	109.99	- 3.94
4	261.62	26.42	144.21	15.62
5	212.40	- 1.71	114.06	- 1.61
6	220.95	3.18	118.58	0.97
7	226.41	6.30	121.79	2.80

total de hembras fértiles la cruza 2X5 con 16.46, 5X2 con 16.46, 2x6 con 19.52, 6X2 con 19.52, 4X7 con 31.34, 7X4 con 31.34, estas cruzas fueron las de mejor A.C.E. aunque no necesariamente poseen las mejores medias. Cuadro 4.17.

En la prueba de rango múltiple por el método de Tukey con  $\alpha=0.05$  de las medias de todos los cruzamientos implicados incluyendo las autofecundaciones. Aunque solo el cruzamiento 4X7 en ambas variables refleja ser diferente y el mejor del resto de las cruzas, cabe señalarse que también son sobresalientes por su ACE los cruzamientos 6X7, 1X4, 6X7, 7X4, 6X4, 5X4, y 4X3 en ambas variables. Cuadro 4.18.

En la medición de la heterosis resultaron mas promisorios los cruzamientos 1X4 con 95.05 por ciento, 4X7 con 93.42 por ciento y 6X7 con 96.86 por ciento para la variable total de huevecillos parasitados, mientras que para la variable total de hembras fértiles, los cruzamientos 1X4 con 96.65 por ciento, 4X7 con 93.42 por ciento, y 6X7 con 93.36 por ciento. Cuadro 4.19.

Cuadro 4.17. Efectos de Aptitud Combinatoria Específica y medias de los cruzamientos en las variables estudiadas.

Cruza	Total huevec. parasitados		Total hembras fért.	
	Media	ACE	Media	ACE
1X1	28.50	- 66.35	14.43	- 33.70
1X2	83.11	17.85	44.62	7.79
1X3	127.49	29.76	73.04	16.80
1X4	214.98	28.13	118.29	18.90
1X5	85.01	- 27.55	49.31	- 13.05
1X6	94.49	18.58	54.34	2.53
1X7	97.11	- 0.42	54.50	0.73
2X1	148.98	17.85	76.84	7.79
2X2	42.38	- 59.18	20.81	- 36.92
2X3	100.53	- 7.96	61.32	- 0.04
2X4	131.86	- 1.87	87.86	6.74
2X5	161.37	43.76	78.06	16.46
2X6	158.98	28.81	84.65	19.52
2X7	69.27	- 21.41	42.75	- 13.56
3X1	131.33	29.76	67.61	16.80
3X2	89.55	- 7.96	55.25	- 0.04
3X3	53.44	- 51.02	27.94	- 30.98
3X4	86.94	- 1.11	51.92	- 2.37
3X5	128.52	0.91	70.16	2.50
3X6	144.23	1.69	72.31	- 1.42
3X7	141.37	27.72	76.87	15.51
4X1	112.05	28.13	65.67	18.90
4X2	141.87	- 1.86	81.39	6.74
4X3	191.22	- 1.11	100.28	- 2.37
4X4	68.81	-107.10	31.69	- 66.34
4X5	121.53	14.14	71.65	5.55
4X6	133.47	8.60	74.37	6.18
4X7	227.96	59.19	128.33	31.34
5X1	74.39	- 27.55	36.29	- 13.05
5X2	147.38	43.76	76.17	16.46
5X3	97.43	0.91	57.33	2.50
5X4	202.33	14.14	101.03	5.55
5X5	57.19	- 62.48	27.56	- 36.00
5X6	137.27	23.50	74.45	17.42
5X7	102.05	7.71	63.15	7.12
6X1	166.94	18.58	67.59	2.53
6X2	129.63	28.81	80.87	19.52
6X3	93.05	1.69	52.50	- 1.42
6X4	189.09	8.60	104.74	6.18
6X5	158.83	23.50	93.00	17.43
6X6	40.50	- 88.93	19.87	- 48.86
6X7	216.64	7.74	112.20	4.63
7X1	132.57	- 0.42	67.49	0.73
7X2	125.14	- 21.41	60.26	- 13.56
7X3	154.20	27.72	85.45	15.51
7X4	202.01	59.19	104.78	31.34
7X5	168.71	7.71	87.05	7.12
7X6	63.95	7.74	38.20	4.63
7X7	55.13	- 80.55	26.63	- 45.77

Cuadro 4.18. Prueba de rango múltiple por el método de Tukey con  $\alpha=0.05$  para las medias de las variables en estudio de los híbridos formados.

Total huevec. parasitados		Total de hembras fértiles	
Cruza	Media Dif. signif.	Cruza	Media Dif. signif.
4X7	227.95 a	4X7	128.33 a
6X7	216.64 ab	1X4	118.28 ab
1X4	214.97 ab	6X7	112.19 ab
5X4	202.33 ab	7X4	104.77 ab
7X4	202.01 ab	6X4	104.73 ab
4X3	191.21 ab	5X4	101.02 ab
6X4	189.08 ab	4X3	100.27 ab
7X5	168.71 ab	6X5	93.00 ab
6X1	166.94 ab	2X4	87.85 ab
2X5	161.36 ab	7X5	87.04 ab
2X6	158.97 ab	7X3	85.45 ab
6X5	158.83 ab	2X6	84.65 ab
7X3	154.20 ab	4X2	81.38 ab
2X1	148.98 ab	6X2	80.60 ab
5X2	147.37 ab	2X5	78.05 ab
3X6	144.22 ab	3X7	76.87 ab
4X2	141.86 ab	2X1	76.84 ab
3X7	141.37 ab	5X2	76.16 ab
5X6	137.27 ab	4X6	74.37 ab
4X6	133.47 ab	5X6	74.15 ab
7X1	132.56 ab	1X3	73.04 ab
2X4	131.86 ab	3X6	72.30 ab
3X1	131.32 ab	4X5	71.65 ab
6X2	129.62 ab	3X5	70.15 ab
3X5	128.51 ab	3X1	67.61 ab
1X3	127.49 ab	6X1	67.59 ab
7X2	125.13 ab	7X1	67.49 ab
4X5	121.52 ab	4X1	65.67 ab
4X1	112.04 ab	5X7	63.15 ab
5X7	102.05 ab	2X3	61.32 ab
2X3	100.52 ab	7X2	60.26 ab
5X3	97.43 ab	5X3	57.32 ab
1X7	97.11 ab	3X2	55.25 ab
1X6	94.49 ab	1X7	54.50 ab
6X3	93.05 ab	1X6	54.34 ab
3X2	89.55 ab	6X3	52.50 ab
3X4	86.94 ab	3X4	51.92 ab
1X5	85.01 ab	1X5	49.31 ab
1X2	83.10 ab	1X2	44.61 ab
5X1	74.39 ab	2X7	42.75 ab
2X7	69.27 ab	7X6	38.19 ab
4X4	68.81 ab	5X1	36.29 ab
7X6	63.95 ab	4X4	31.68 ab
5X5	57.18 ab	7X7	29.62 ab
7X7	55.13 ab	3X3	27.93 ab
3X3	53.43 ab	5X5	27.56 ab
2X2	42.37 ab	2X2	20.81 b
6X6	40.50 ab	6X6	19.87 b
1X1	28.50 b	1X1	14.43 b

## DISCUSION

### Endogamia.

Existen relativamente pocos trabajos en México relacionados con estudios de depresión endogámica y ninguno sobre heterosis en insectos. Este capítulo se discute extrapolando trabajos realizados en laboratorio con otras especies animales respecto al apartado de vigor híbrido este se aborda con resultados reportados en vegetales.

La no coincidencia en números exactos de progenitores por generación a lo largo del presente estudio, se debió a que fué imposible controlar por un lado el comportamiento de superparasitismo a pesar de haber colocado suficientes huevecillos del hospedero, y por otro lado al mismo efecto de endogamia que afectó la fertilidad de las crías, ocasionando que algunas de estas permanecieran diapáusicas en estado de pupa (no emergieron) por lo que no participaron como progenitores, estos resultados coinciden con lo encontrado por Franz y Vogelè en 1974 en *Trichogramma spp.* y por House en 1967 con *Pseudosarcophaga affinis* (Diptera: Sarcophagidae).

En todas las poblaciones de las localidades

estudiadas, se observó deterioro fisiológico reflejado en la capacidad parasítica, habiendo variación en cada una de ellas. En las poblaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7, se observó que soportaron arriba del 80 por ciento del coeficiente de endogamia sin que la población se autoeliminara totalmente por efecto de la consanguineidad, pero en las poblaciones de las localidades 8, 9, 10, y 11, cuando el porcentaje del coeficiente de endogamia llegó al 78.8, 71.8, 75.3, y 72.9 sucesivamente, su tendencia de comportamiento fue como autocidas, lo cual concuerda con lo expuesto por Falconer (1978). Esta última situación puede estar relacionada con el tamaño relativamente pequeño y aislamiento de las poblaciones y que hasta cierto punto presentaron mayor homocigosis en comparación con el resto de las poblaciones.

Aunque en mayor o menor escala, todas las poblaciones fueron afectadas por la endogamia en las variables total de huevecillos parasitados y total de hembras fértiles, las poblaciones 1, 3, 4, 5, y 6 permanecieron con los mejores promedios en  $F_1$  y  $F_{25}$ , no obstante fueron las más afectadas en la variable total de individuos no fértiles y aún así, mantuvieron los mejores promedios en las variables deseables, esto indica claramente que aunque fueron muy afectadas en la variable de total de individuos no fértiles, la capacidad de parasitismo que tuvieron al final compensó favorablemente esta causa negativa.

Las poblaciones mas afectadas por el fenómeno de la endogamia fueron las relativamente mas pequeñas, pues hasta cierto punto presentaron un comportamiento en el grado de homocigosis mayor. Además los genotipos pudieron ser de introducción reciente y no estaban bien seleccionadas para las características del ambiente y las condiciones en el que se encontraban los individuos experimentales.

Es importante recalcar que aunque en F<sub>25</sub> todas las medias de las poblaciones fueron estadísticamente iguales en las variables total de huevecillos parasitados y total de hembras fértiles, los mejores promedios los tuvieron las poblaciones de las localidades 4 y 5 y por esta característica, deben considerarse como progenitores promisorios para obtener mejor heterosis en sus cruzamientos, no importando su alta afección en la variable total de individuos no fértiles (Falconer 1978).

En la variable total de huevecillos parasitados, las poblaciones de las localidades 1, 4, y 6, fueron las únicas (de las siete que participaron en estudios de heterosis) que presentaron una línea de regresión polinomial de grado 2 que correspondió al comportamiento esperado por efecto de la depresión endogámica, es decir, ser mas afectada en las primeras generaciones y en menor escala en las últimas generaciones. Esta situación pudo obedecer simplemente a que se trató de poblaciones mas homogéneas o sea con menos variabilidad genética que el

resto (Falconer 1978).

Para la variable total de hembras fértiles, todas las poblaciones de las localidades estudiadas promisorias (1 a 7) presentaron líneas de regresión polinomial que obedecieron al coeficiente de endogamia ganado por generación. Lo que indica que es un buen carácter para poder concluir acerca de las bondades de cada una de las poblaciones.

Solo las poblaciones de las localidades 1, 4, 5, 6, y 7 presentaron líneas de regresión aceptables en la variable total de individuos no fértiles.

La única población que presentó líneas de regresión polinomial esperadas según la acumulación de endogamia fué la No. 4, y esto pudo estar relacionado con el equilibrio de la población en forma natural en el campo.

En general, para las variables total de huevecillos parasitados y total de hembras fértiles, los coeficientes de variación fueron menores del 20 por ciento, lo que indica que hay confiabilidad en los resultados obtenidos. Solo para las variable total de individuos no fértiles, se rebasó ligeramente el 20 por ciento.

Esta medida de dispersión considerada alta, obedece por un lado a la no exactitud en el número de progenitores

por generación y por ende a la variación en el número de hembras que es mas importante y por otro lado a la presencia de valores nulos (ceros) en algunos casos en las progenes de las primeras generaciones en la variable total de individuos no fértiles.

Similar situación se presentó para los coeficientes de variación en los análisis de varianza tanto en las variables en el diseño factorial y en el dialélico I de Griffing.

Con respecto al coeficiente de determinación ( $R^2$ ), todas las poblaciones que se comportaron confiablemente de acuerdo al coeficiente de endogamia acumulado en las 3 variables, la cantidad de información que nos arroja el modelo en la línea de regresión es mayor del 79.5 por ciento.

#### Depresión por Endogamia.

La diferencia en la depresión por endogamia en cada una de las poblaciones y para cada generación se sospecha se debió a que las poblaciones mostraron diferente grado de heterocigosis, y esto se reflejó en la afección en diferente escala.

Esta diferencia genética pudo deberse a que en algunas poblaciones existió gran diversidad genética y esta

a la vez se debió a la inmigración de nuevas fuentes génicas, lo que pudo estar influenciado por la rotación de cultivos en las localidades donde se realizó el muestreo de las colecciones.

#### Exogamia.

La presencia de significancia en efectos recíprocos en la variable total de huevecillos parasitados, indica en realidad que en algunos cruzamientos realizados, el efecto de heterosis fué dado en una mayor proporción por los efectos maternos. Sin embargo para la variable total de hembras fértiles, el efecto de heterosis en los cruzamientos estuvo dado por el macho.

Definitivamente la selección de los mejores cruzamientos lo determinó la ACE ya que resultó ser altamente significativo, aunque en algunos casos pudo también haber efecto de ACG en ambas variables, pero solo se presenta positiva en las poblaciones de las localidades 4, 6, y 7, siendo en mucha gran medida la población 4.

Esto indicó que en los cruzamientos donde participó la población 4, aunque la población acompañante en la cruce tenga media baja, el efecto de heterosis que se dió pudo estar influenciado por esta población.

Para la determinación del mejor cruzamiento a

partir de ACE solo fué necesario seleccionar el cruzamiento con el valor mas alto de ACE y que tuviera la mayor media, en este caso es el cruzamiento 4X7 con 59.19 de ACE y 227.96 de media en la variable total de huevecillos parasitados y ACE de 31.34 y media de 128.33 en la variable total de hembras fértiles.

Mismos resultados se tuvieron en la comparación de medias de los cruzamientos, teniendo como mejor y único diferente significativo del resto al cruzamiento 4X7. Es interesante observar que en la autofecundación 4X4, este cruzamiento presentó la mejor media del resto de las autofecundaciones, lo que indicó que en realidad el efecto de heterosis fué proporcionado por la población 4 en la variable total de huevecillos parasitados y pudiera ser que en la variable total de hembras fértiles este efecto estuviera dado por la población 7 que presenta la segunda mejor media, pero muy cercana a la mejor No. 4, solo que en esta variable resultó ser NS en efectos recíprocos o sea que el efecto de heterosis lo proporcionaría la población 4, sino la población 7. Esto coincide con lo planteado por Falconer en 1978 en el sentido de que los individuos mas endogámicos y con mejores medias son los mas promisorios en efecto de heterosis.

Cabe señalar que la población 7, fué un poco mas endogámica (83.3) que la población 4 (81.9). Lo cual puede ser el factor que marcó la diferencia en esta variable

donde resultaron ser NS los efectos maternos.

Los coeficientes de variación por encima del 50 por ciento indicarían normalmente que existió poca confiabilidad en este análisis ya que sus medias empleadas difirieron en gran medida, lo que sucedió en este caso es en el sentido de que el número de progenitores por generación no fué homogéneo así como el número de hembras y esto se debió a que fué imposible saber a priori la proporción sexual en huevecillos parasitados que es en el estado en que se hizo la selección.

#### Heterosis (h).

La expresión del vigor híbrido reflejado en heterosis solo resultó espectacular en los cruzamientos 1X4, 4X7 y 6X7 con 95.05, 93.42 y 96.86 respectivamente para la variable total de huevecillos parasitados. En el cruzamiento 4X7 que fué el de mejor media en este caso mostró mas baja heterosis que otros también sobresalientes debido a que ambos progenitores resultaron con medias grandes en comparación con otros como la población 1 ó 6.

En la variable total de hembras fértiles, sucedió una situación similar, los cruzamientos 1X4, 4X7 y 6X7 con 96.65, 96.49 y 93.36 para heterosis.

Solamente el cruzamiento 4X7 presentó heterosis

útil en ambas variables con 100.05267 por ciento para total de huevecillos parasitados y 107.83127 por ciento para total de hembras fértiles y esto se debió a que es el único híbrido en que su progenie superó al progenitor mas alto.

Los cruzamientos donde se obtuvo mayor heterosis se debió a que los progenitores de las líneas autofecundadas S<sub>25</sub> permanecieron con los mas altos valores en las variables total de huevecillos parasitados y total de hembras fértiles. Falconer (1972).

## CONCLUSIONES

### Depresión Endogámica.

-Todas las poblaciones de las localidades involucradas en el presente estudio y en las variables medidas, fueron afectadas en menor o mayor proporción por el fenómeno de endogamia y siempre directamente proporcional al coeficiente de endogamia, siendo la variable total de hembras fértiles la mas afectada.

-La principal depresión por endogamia estuvo dada en *T. pretiosum* por la pérdida de la capacidad fisiológica que se reflejó fuertemente en la fertilidad y pupas diapáusicas u organismos con alas atrofiadas que vivieron menos de 12 horas bajo condiciones controladas.

-La afección en menor escala en la población 4.- Santa Teresa, San Pedro, Coah., 5.-Frontera, San Pedro, Coah., 7.-El Consuelo, Matamoros, Coah. se debe a que las poblaciones están bien adaptadas a las condiciones climáticas adversas de su hábitat en comparación a otras que son mas afectadas.

## Heterosis.

-Todos los cruzamientos realizados superaron en eficiencia a sus progenitores en autofecundación en S25.

-La mejor combinación de cruzamiento en las poblaciones estudiadas es la 4x7, (Santa Teresa, San Pedro, Coah.) como hembra Vs. (El Consuelo, Matamoros, Coah.) como macho. El efecto de heterosis en este cruzamiento estuvo dado por las hembras de la población 4.

-En trabajos posteriores para este tipo de poblaciones involucradas al proceso de mejoramiento seleccionar las poblaciones con mayor ACE para usarlos como progenitores y obtener los mejores híbridos.

## SUGERENCIAS

En trabajos posteriores sobre heterosis útil, se recomienda explotar esta posibilidad entre poblaciones más aisladas y manejo de otros diseños, es decir hacerlo interpoblacionalmente y seleccionando aquellas nativas de localidades con alguna sospecha de resistencia a clima adverso.

Se sugiere mezclar las cepas de *Trichogramma pretiosum* que previamente han sido sometidas a endogamia en los centros de cría para mejorar la capacidad parasítica actual mediante heterosis.

Un buen momento para realizar la mezcla (cruzamientos) de las diferentes cepas que se tengan es cuando de la totalidad de huevecillos parasitados, se tiene alrededor del 45 por ciento de individuos con alas atrofiadas + huevecillos parasitados de donde no emergió el adulto, esto mediante un muestreo de las líneas endogámicas. Con esta medida se garantiza al menos igualar la capacidad parasítica de las poblaciones nativas.

En lo sucesivo se recomienda al C.R.E.R.O.B. en Torreón, Coah., explotar las poblaciones Santa Teresa, San

Pedro, Coah., Frontera, San Pedro, Coah y El Consuelo, Matamoros, Coah. como fuente de material genético para la cría y liberación, así como la posibilidad de usarlas como progenitoras de híbridos a partir de líneas endogámicas.

Es factible determinar tanto en campo como mediante muestreos de los individuos que se liberan comercialmente, el momento en el que los parasitoides no están siendo eficientes en el campo. Este es el momento oportuno de realizar las hibridaciones con las diferentes cepas con que se cuente en el laboratorio de cría y comparar el parasitismo en campo de los híbridos con el de las líneas endogámicas que se estaban liberando para el control de determinada plaga.

Es determinante que la eficiencia de los híbridos en el parasitismo será mejor que los individuos que se liberaban. Es conveniente también evaluar la eficiencia de estos híbridos contra huevecillos de microlepidópteros, además de elevar el parasitismo, se tendrán mejores resultados en el control de las plagas.

## RESUMEN

Un total de 11 subpoblaciones de localidades con distancias mayores a 7 Kms entre ellas, todas del área de influencia de La Región Lagunera, quedando establecida la numeración de ellas al azar como sigue: 1.- Sapizotlán, Cd. Lerdo, Dgo., 2.- Santa Anna, Matamoros, Coah., 3.- Purísima, Matamoros, Coah., 4.- Santa Teresa, San Pedro, Coah., 5.- Frontera, San Pedro, Coah. 6.- Albia, Torreón, Coah., 7.- El Consuelo, Matamoros, Coah., 8.- Hidalgo, Fco. I Madero, Coah., 9.- Santo Niño, Fco. I Madero, Coah., 10.- Los Arenales, Torreón, Coah., 11.- La Goma, Cd. Lerdo, Dgo.; se colectaron en Noviembre de 1992 un total de 500 huevecillos de *Heliothis spp* parasitados por *Trichogramma pretiosum* Riley en lotes pequeños de maíz. El estudio se realizó en una cámara de cría a temperatura de  $27 \pm 2$  °C, Humedad Relativa de  $70 \pm 5$  % y fotoperiodo 12:12. Cada unidad experimental constó de 15 huevecillos de *Sitotroga cerealella* parasitados y colocados en un frasco de vidrio de 250 ml y tapa de tela de algodón de 39 hilos por cm. Cuando emergió el parasitoide como adulto, se les colocó suficiente huevecillo fresco hospedero de *S. cerealella* (proporcionado por el C. R. E. R. O. B. en Torreón, Coah.) en una corcholata.

Las variables medidas de la progenie fueron: total de huevecillos parasitados, total de hembras fértiles y total de individuos no fértiles (pupas diapáusicas + individuos con alas atrofiadas). Este procedimiento se siguió durante 25 generaciones, realizando evaluaciones en generaciones alternas. El procedimiento se realizó para lograr acumulación de endogamia en cada una de las líneas.

De la progenie de las F<sub>25</sub> de cada subpoblación, se realizó un compuesto balanceado aislando los huevecillos parasitados en cápsulas de gelatina transparentes (uno por cápsula y alrededor de 600 huevecillos por subpoblación), y cuando iniciaran a emerger para proceder de inmediato a sexar según criterio de Pinto et al. (1972) y en seguida se realizaron los 49 cruzamientos implicados en el Dialélico I de Griffing, colocando 7 hembras y 7 machos por cruzamiento en un total de 4 repeticiones. A la progenie F<sub>1</sub> de los híbridos se le cuantificó total de huevecillos parasitados y total de hembras fértiles.

En la generación F<sub>10</sub>, las subpoblaciones de las localidades 8, 9, 10 y 11 se comportaron como autocidas por efecto de la depresión endogámica (del 71.8 al 78.8 por ciento). Las líneas de regresión polinomial de grado 2 ajustadas, reflejaron que en todas las poblaciones se tuvo afección por efecto de endogamia, siendo la variable total de hembras fértiles la mas afectada y permanecieron en la F<sub>25</sub> con las mejores medias las poblaciones de las

localidades 4 y 5 que son las de condiciones climáticas mas secas.

El por ciento de la depresión por endogamia en la variable total de huevecillos parasitados, resulta más drástica en las poblaciones 1 y 6 con alrededor de 40 por ciento, mientras que para la variable total de hembras fértiles igualmente son las mas afectadas, pero en este caso con valores alrededor del 20 por ciento. En la variable total de individuos no fértiles, las poblaciones menos afectadas fueron de las localidades 3, 4 y 7.

Solo 7 de las 11 subpoblaciones soportaron mas la depresión por endogamia y permanecieron en F<sub>25</sub> con suficiente cantidad de individuos normales, los cuales se utilizaron para realizar las hibridaciones de las líneas endocriadas.

Los cruzamientos con los mejores resultados fueron aquellos donde participan las poblaciones de localidades de clima mas seco, siendo la mejor de ellas la cruza 4X7, interviniendo la población de Santa Teresa, Coah. como hembra y la población de El Consuelo, Coah. como macho. Siendo el único cruzamiento que supera en parasitismo a las líneas en su F<sub>1</sub>.

## LITERATURA CITADA

- Doutt, R. L. y G. Viggiani. 1968. The classification of the Trichogrammatidae (Hymenoptera:Chalcidoidea). Proc. Calif. Acad. Sci. 35:477-586.
- Falconer, D. S. 1978. Introducción a la genética cuantitativa. CECSA. México, D. F.
- Flanders, S. E. 1935. Host influence on the prolificacy and size of *Trichogramma*. Pan. Pacific Entomol. 11:175-177.
- Franz, J. M. y J. Voegelé. 1974. Les Trichogrammes vergers, organismes auxiliares en vergers de pomiers. OINB/SROF 201-210.
- Gilbert, N. E. 1958. Diallel cross in plant breeding. Heredity. 12:477-492.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian J. of Biological Sciences. 352:361.
- Guzmán, E. E., S. Kuruvadi y D. J. Villanueva. 1987. Heterosis útil en girasol. COMUNA, Organo Informativo de la UAAAN. p. 6-7.
- Hyman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics. 39:789-909.
- Hyman, B. I. 1960. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics. 43:63-85.
- Hoegenmeyer, I. C. and A. R. Hallauer. 1976. Selection among and within full-sib families to develop single crosses of maize. Crop Sci. 16:76-81.
- House, H. L. 1967. The decreasing occurrence of diapause in the fly *Pseudosarcophaga affinis* through laboratory-reared generations. Can. J. Zool. 45:149-53.149-53.
- Kempthorne, O. 1956. The theory of the diallel cross. Genetics. 41:451-459.
- Lonquist, J. H. 1964. Métodos de selección útiles para el

mejoramiento dentro de poblaciones. Trad. Dr. Mario Gutierrez. Fit. Lat. 2:1-22.

- Mackauer, M. 1972. Genetic aspects of insects production. Entomophaga 17:27-48.
- Mackauer, M. 1976. Genetic problems in the production of biological control agents. Ann. Rev. Entomol. 21:369-385.
- Mackey, J. 1967. Genetic and evolutionary principles of heterosis. Eucarpia. VII:17-33.
- Nagarkatti, S. y H. Nagaraja. 1971. Redescriptions of some known species of *Trichogramma* (Hymenoptera:Trichogrammatidae) showing the importance of the male genitalia as a diagnostic character. Bull. Entomol. Res. 61:13-31.
- Palomo, G. A. 1985. La heterosis y su uso en el cultivo del algodnero. Seminario Técnico Vol. 9(4). CAELALA, CIAN-INIFAP-SARH.
- Pinto, J. D., G. R. Platner y E. R. Oatman. 1978. Clarification of the identity of several common species of North American *Trichogramma* (Hymenoptera:Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 71:169-180.
- Shull, G. H. 1908. The composition of a field maize. Rept. Amer. Breeders Ass. 5:51-59
- Sprague, G. F. and D. W. Tatum. 1942. General Vs Specific combining ability single crosses of corn. Jour. Am. Soc. Agron. 34:477-492.
- Stansfield, D. W. 1969. Genética. McGraw-Hill. Colombia. pp 245-246.
- Telenga, N. A. and V. A. Shchepetil'nikova. 1949. Handbook for the rearing and use of *Trichogramma* for the control of pests of agricultural crops. (In Russ.). Kiev: 99 pp.
- Thompson, S. N. 1986. Nutrition and *in vitro* culture of insect parasitoids. Ann. Rev. Entomol. 31:197-219.
- Voegelé, J. et. al. 1974. Modalites de la prise de possession et de L'elimination de L'hote chez le parasite embryonnaire *Trichogramma brasiliensis* (Hymenoptera:Trichogrammatidae). Ann. Soc. Entomol. Fr. 18:757-761.
- Zaslavskiy, V. A. 1978. Inductive and spontaneous processes in the photoperiodism of insects. (In Russ.). Nauka

Press, Leningrad:5-61.

Zaslavskiy, V. A. and May Fu Kvy. 1979. An experimental study of some factors affecting fecundity in *Trichogramma* WESTW. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE).

A P E N D I C E

LOCALIDADES DE COLECTA

- 1.- Sapioriz, Cd. Lerdo, Dgo.
- 2.- Santa Anna, Matamoros, Coah.
- 3.- Furísima, Matamoros, Coah.
- 4.- Santa Teresa, San Pedro, Coah.
- 5.- Frontera, San Pedro, Coah.
- 6.- Albia, Torreón, Coah.
- 7.- El Consuelo, Matamoros, Coah.
- 8.- Hidalgo, Fco. I Madero, Coah.
- 9.- Santo Niño, Fco. I Madero, Coah.
- 10.- Los Arenales, Torreón, Coah.
- 11.- La Goma, Cd. Lerdo, Dgo.

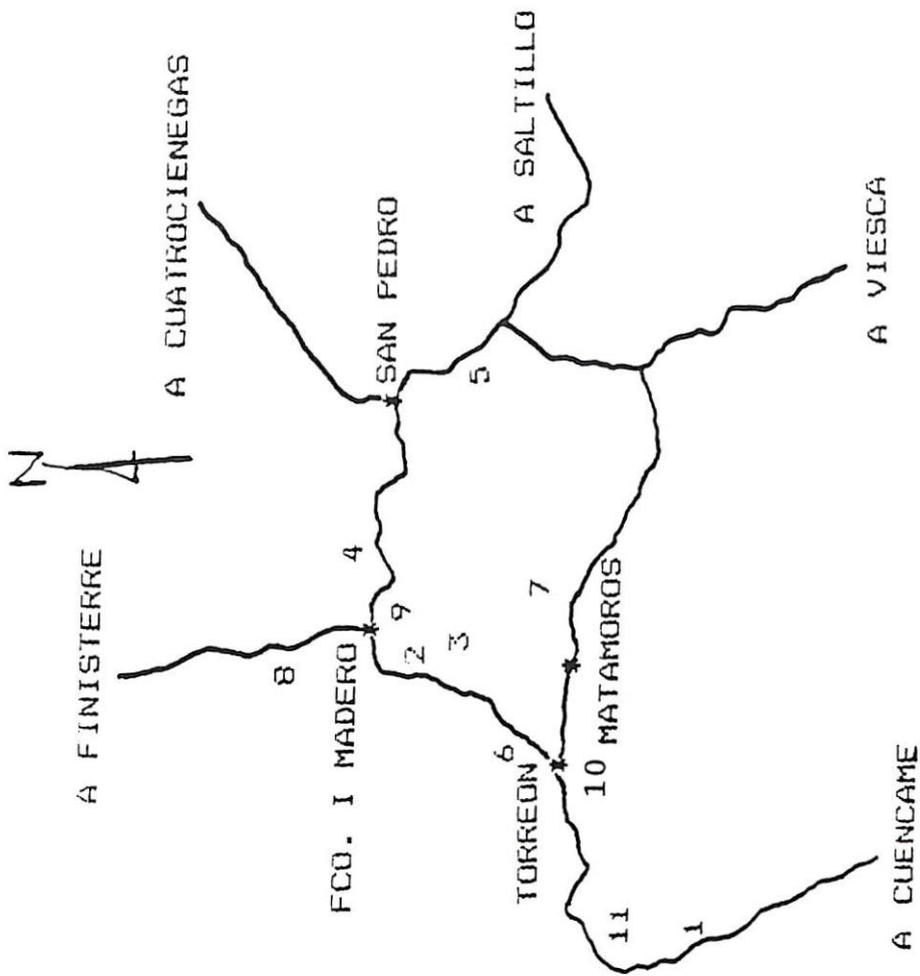
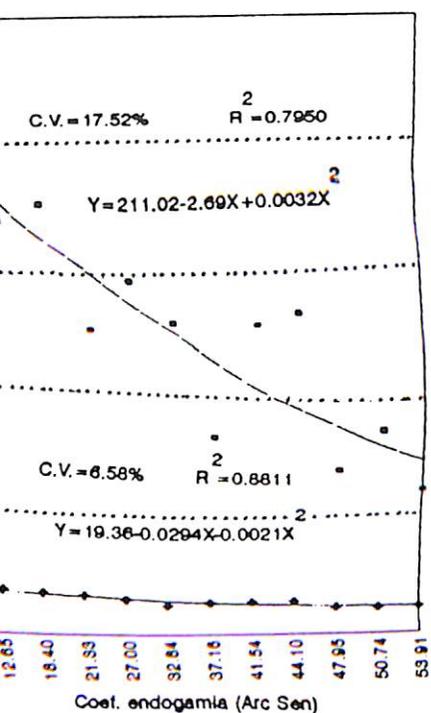


Figura A.1. Localidades de colecta de las poblaciones en estudio en la Región Lagunera.



2. Total de huevec. parasitados, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 1. Sapioritz, Cd. Lerdo, Dgo.

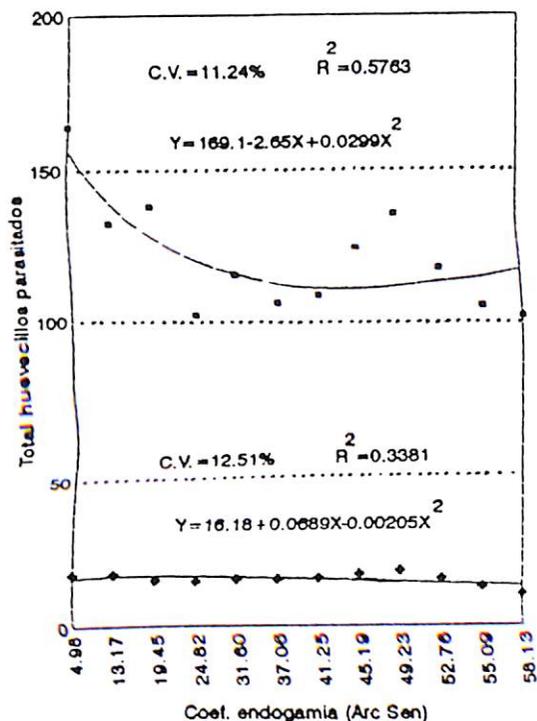
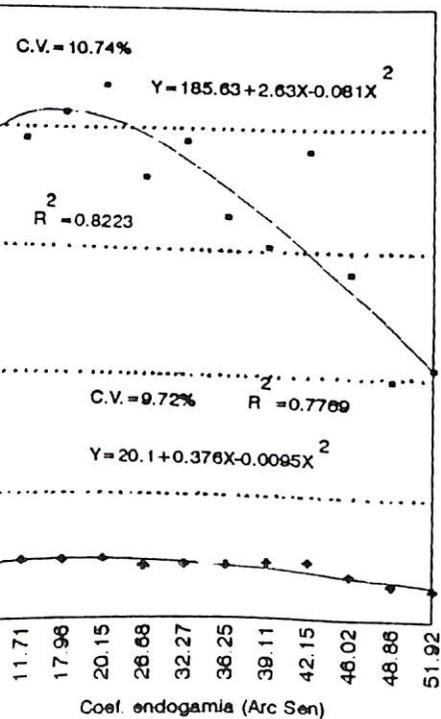


Figura A.3. Total de huevec. parasitados, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 2. Santa Anna, Matamoros, Coah.



4. Total de huevec. parasitados, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 3. Purísima, Matamoros, Coah.

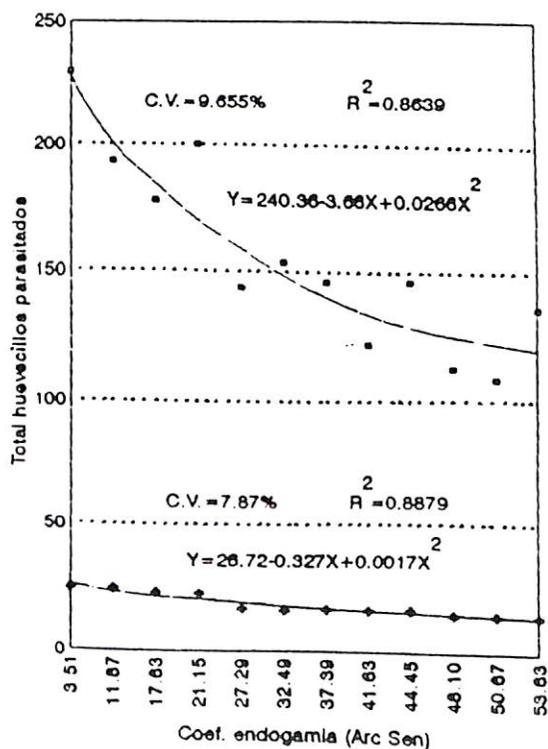
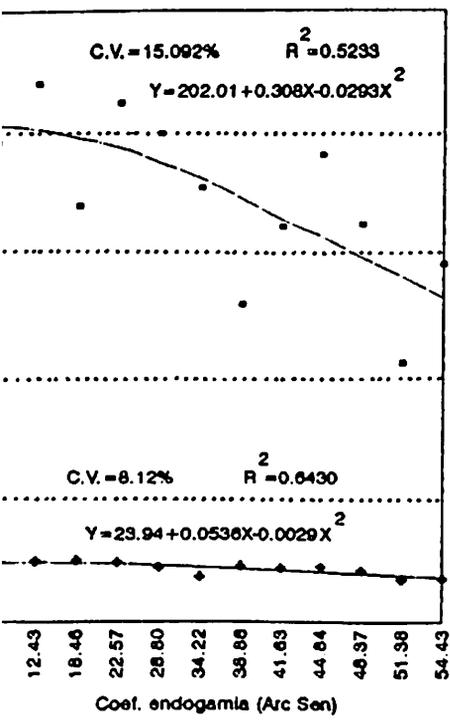


Figura A.5. Total de huevec. parasitados, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 4. Santa Teresa, San Pedro, Coah.



A.6. Total de huevec. parasitados, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 5. Frontera, San Pedro, Coah.

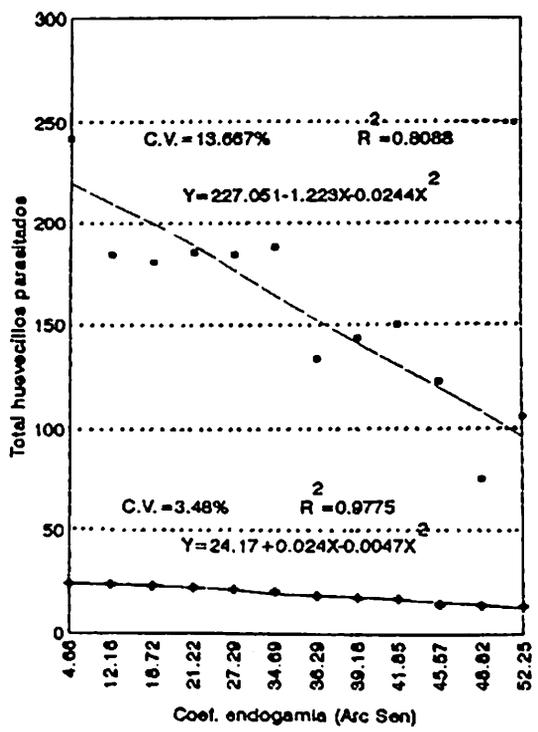
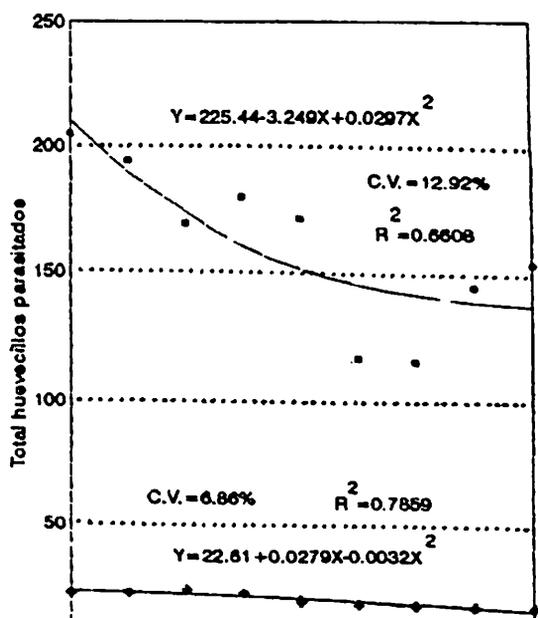
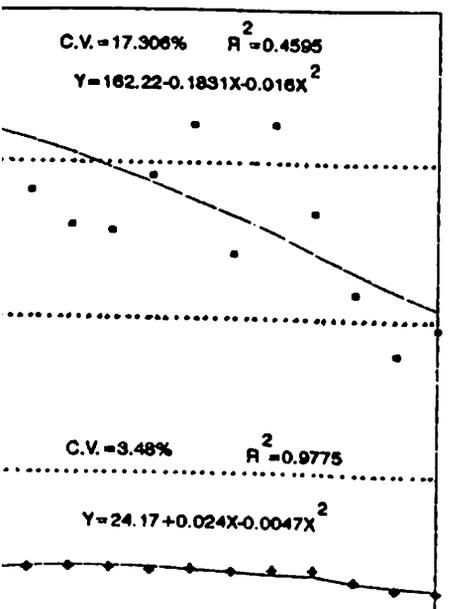


Figura A.7. Total de huevec. parasitados, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 6. Albia, Torreón, Coah.



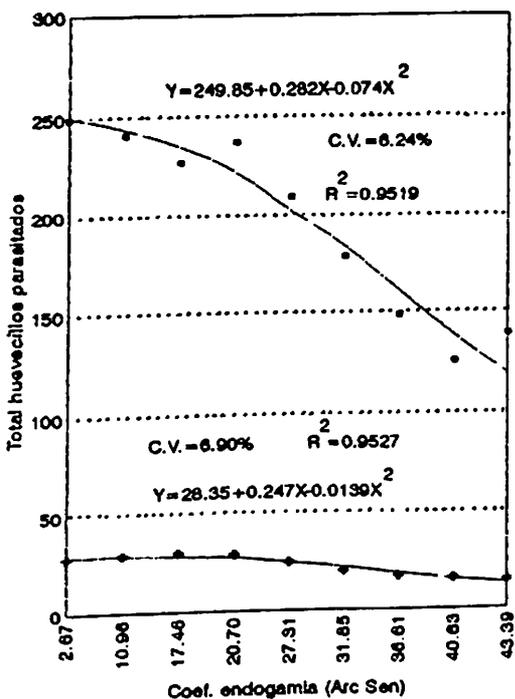


Figura A.10. Total de huevec. parasitados, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 9. Santo Niño, Fco. I Madero, Coah.

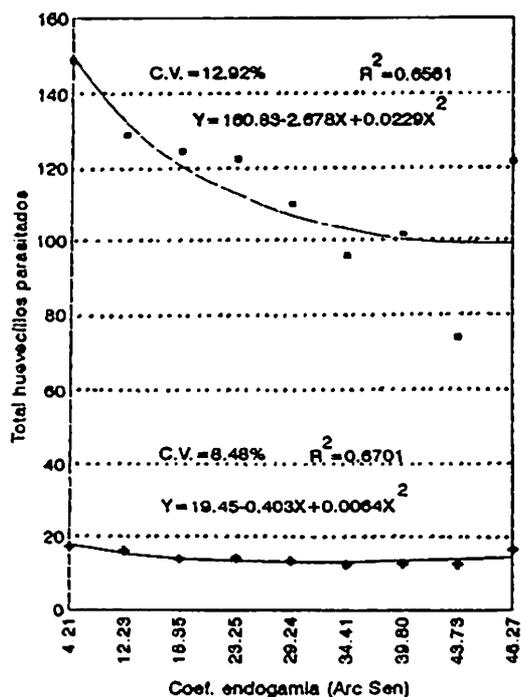


Figura A.11. Total de huevec. parasitados, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 10. Los Arenales, Torreón, Coah.

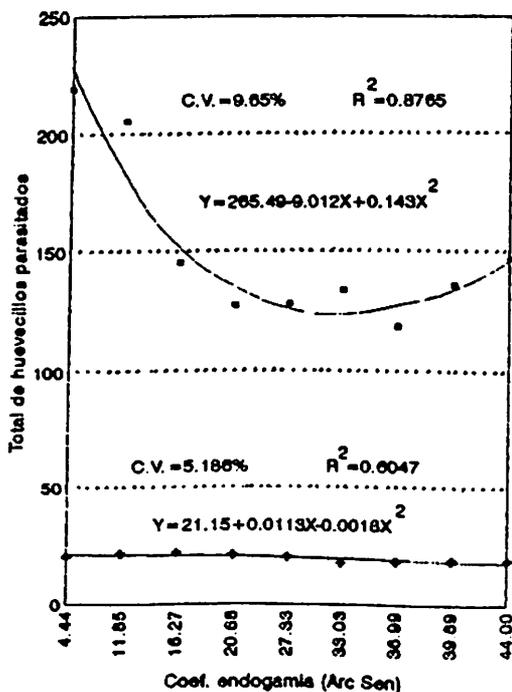


Figura A.12. Total de huevec. parasitados, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 11. La Goma, Cd. Lerdo, Dgo.

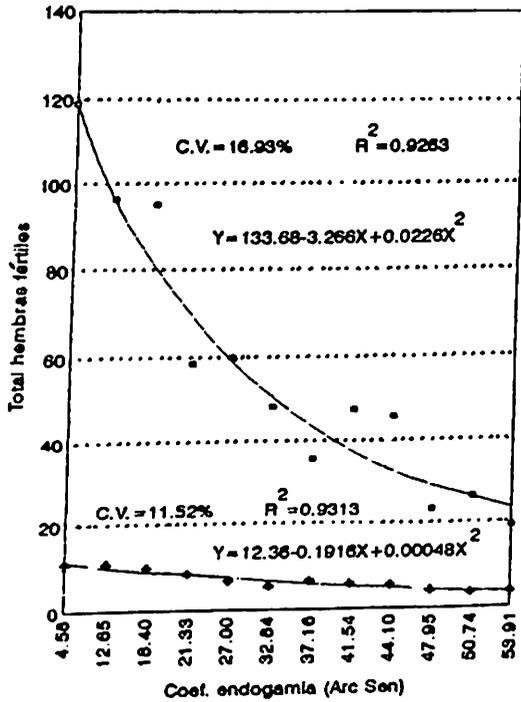


Figura A.13. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 1. Saporiz, Cd. Lerdo, Dgo.

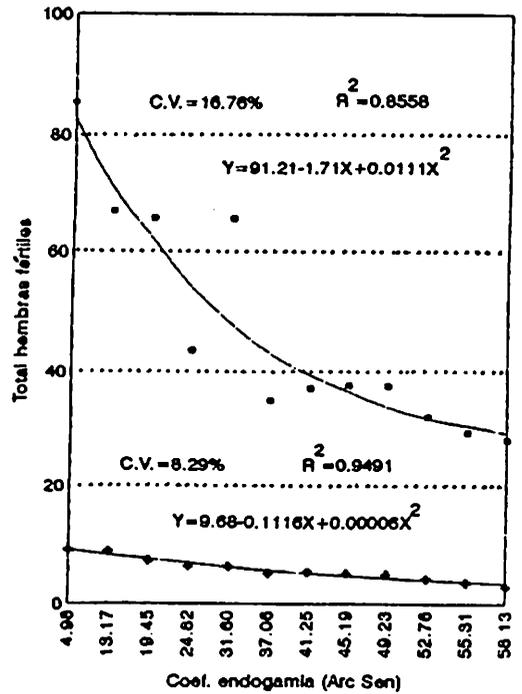


Figura A.14. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 2. Santa Anna, Matamoros, Coah.

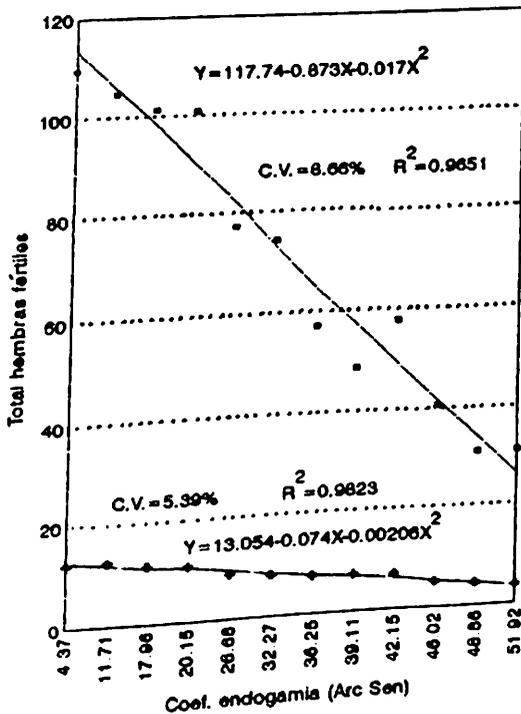


Figura A.15. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 3. Purísima, Matamoros, Coah.

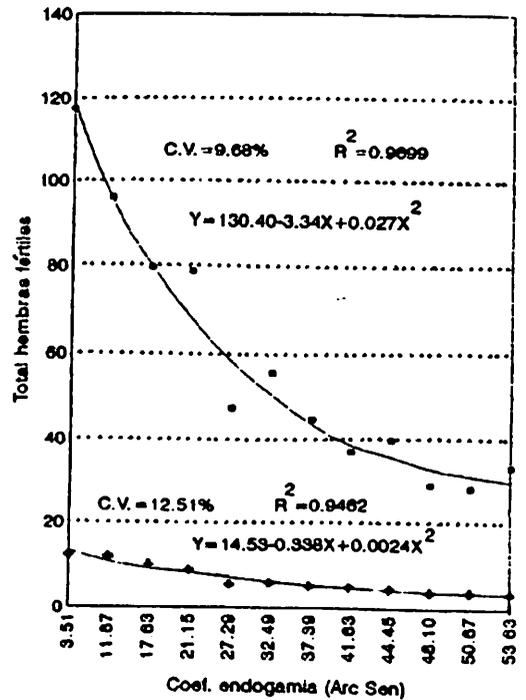


Figura A.16. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 4. Santa Teresa, San Pedro, Coah.

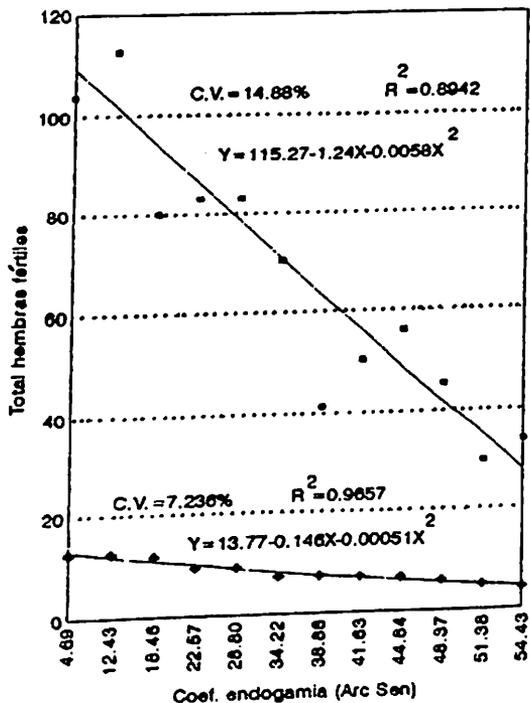


Figura A.17. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 5. Frontera, San Pedro, Coah.

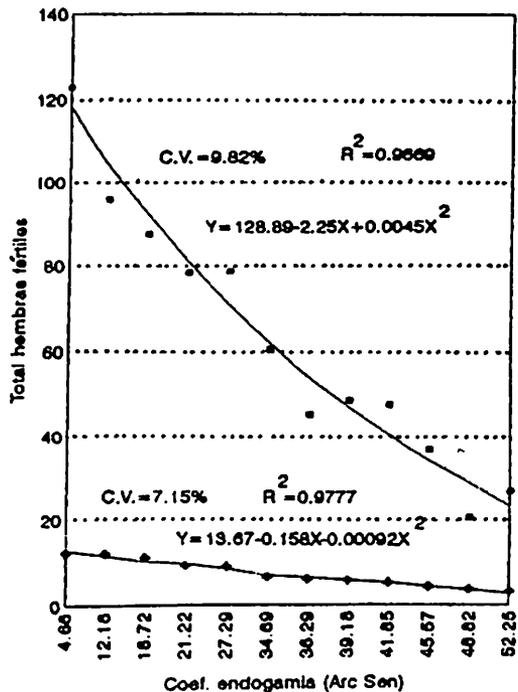


Figura A.18. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 6. Albia, Torreón, Coah.

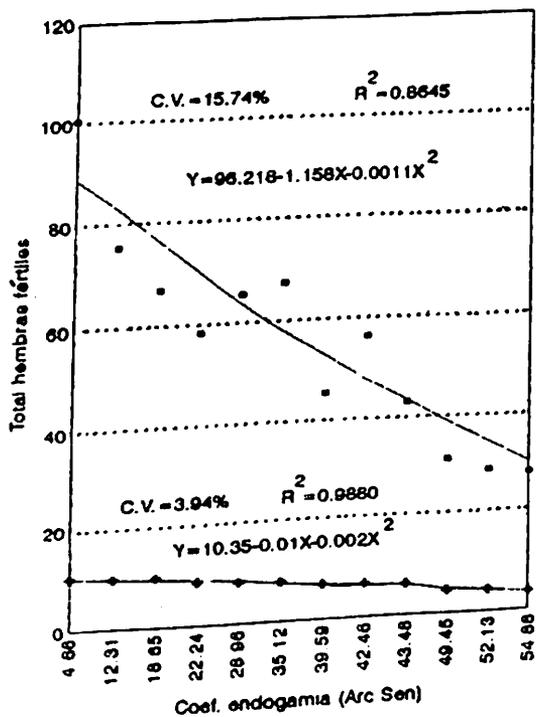


Figura A.19. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 7 El Consuelo, Matamoros, Coah.

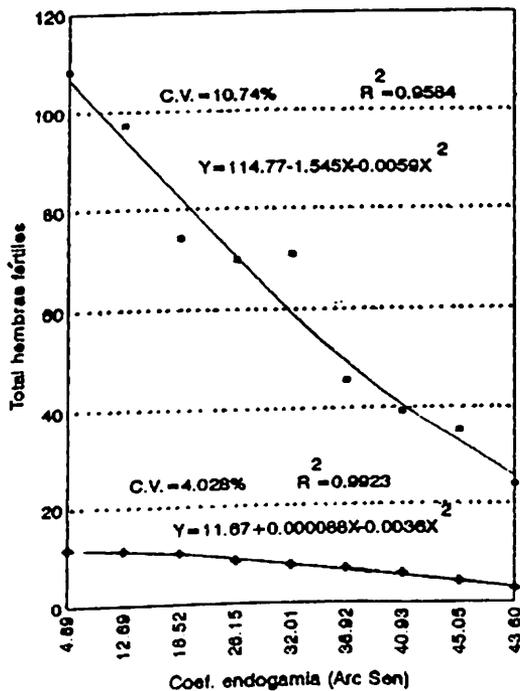


Figura A.20. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 8 Hidalgo. Fco. 1 Madero, Coah.

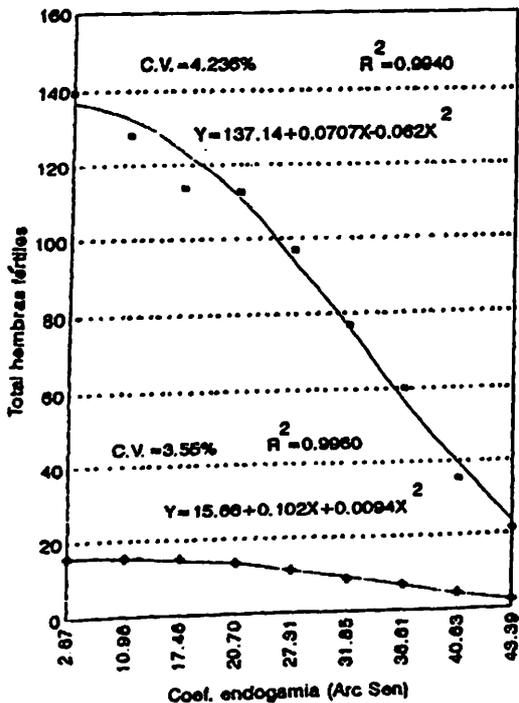


Figura A.21. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 9. Santo Niño, Fco. I Madero, Coah.

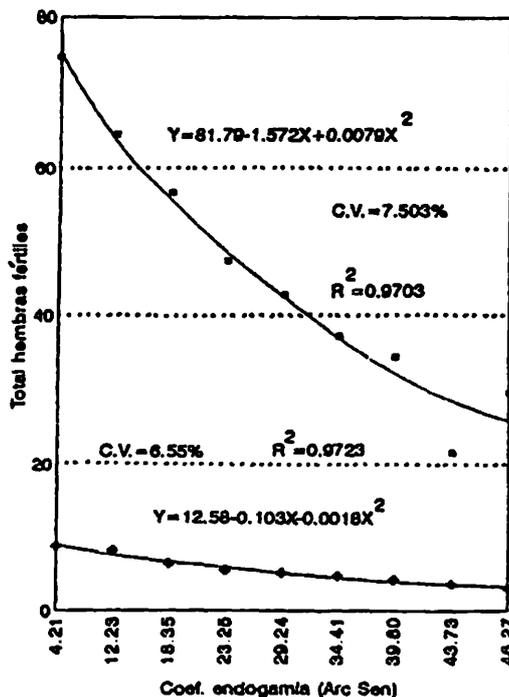


Figura A.22. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 10. Los Arenales, Torreón, Coah.

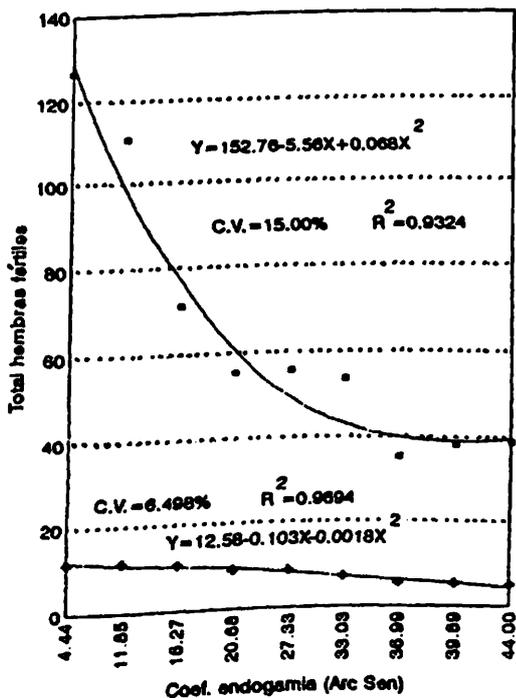


Figura A.23. Total de hembras fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 11. La Goma, Cd. Lerdo, Dgo

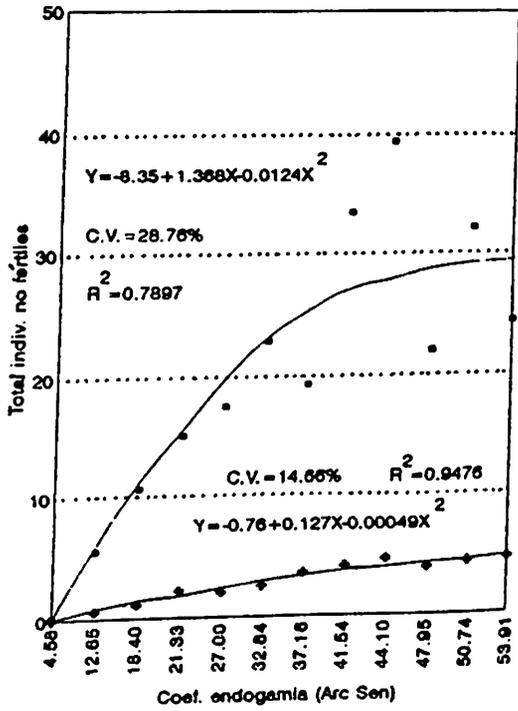


Figura A.24. Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 1. Saporiz, Cd. Lerdo, Dgo.

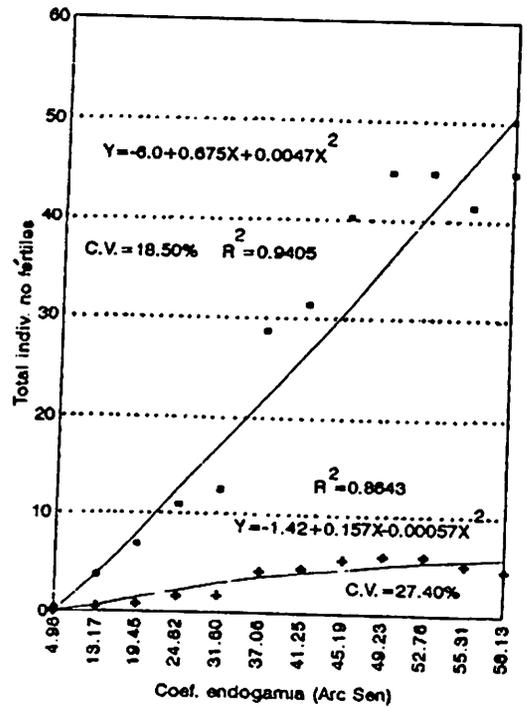


Figura A.25. Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 2. Santa Anna, Torreón, Coah.

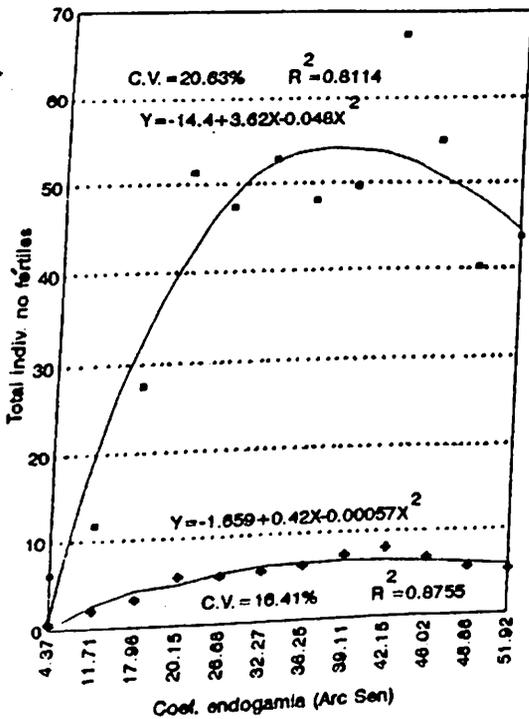


Figura A.26. Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 3. Purísima, Matamoros, Coah.

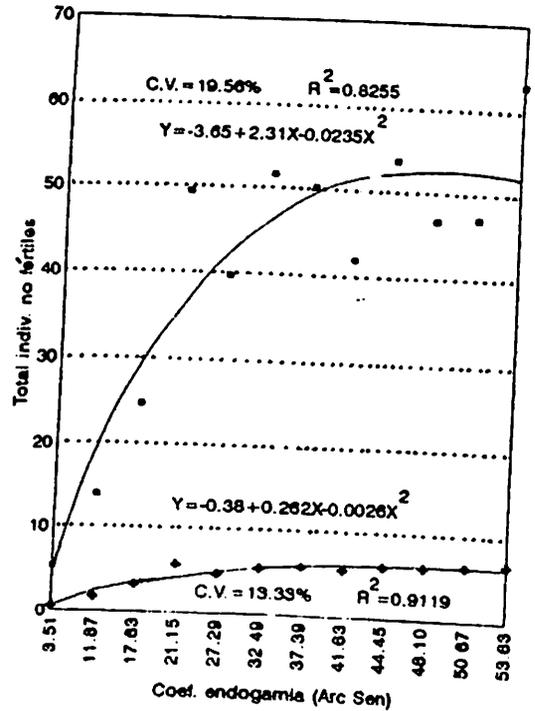
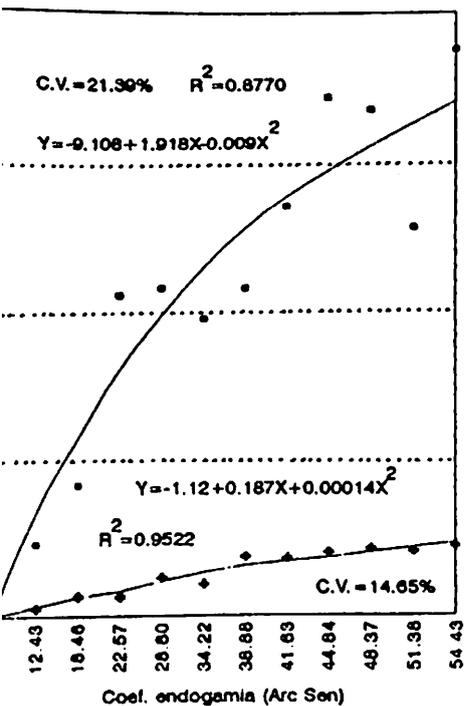


Figura A.27. Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 4. Santa Teresa, San Pedro, Coah.



A 28 Total de indiv no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 5. Frontera, San Pedro, Coah.

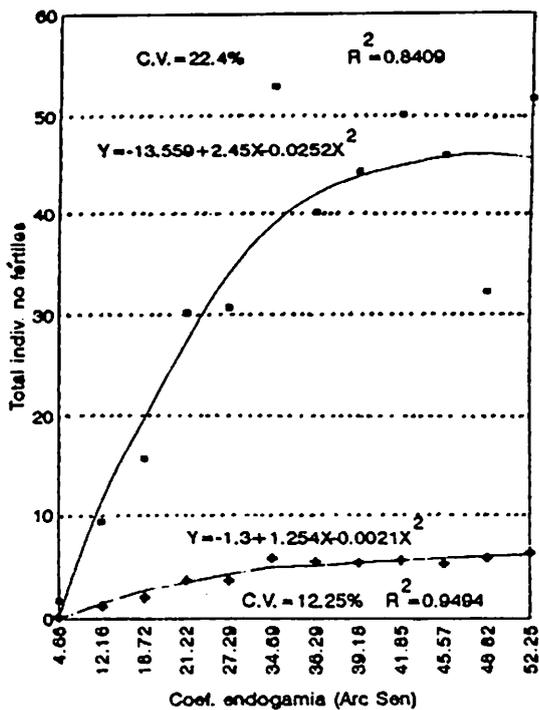
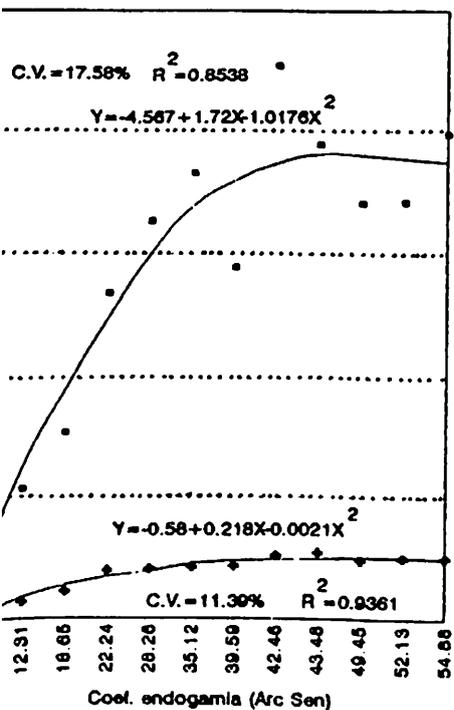


Figura A.29 Total de indiv no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 6 Albia, Torreón, Coah.



A 30 Total de indiv no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 7 El Consuelo, Matamoros, Coah.

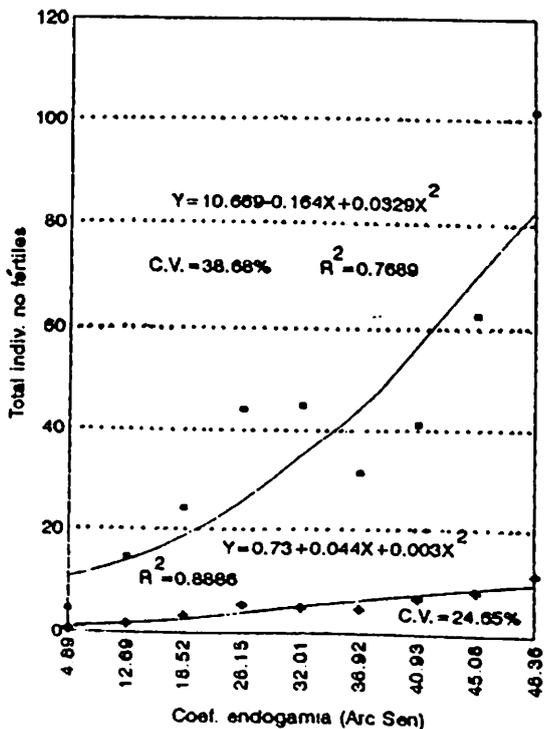


Figura A.31 Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 8 Hidalgo, Fco. I Madero, Coah.

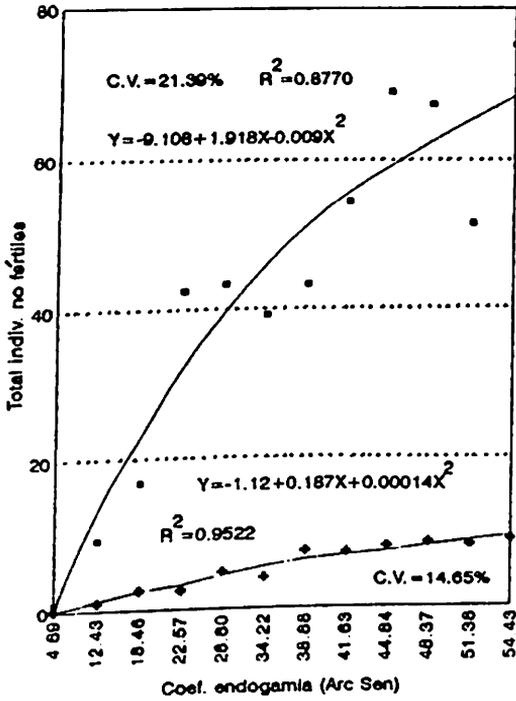


Figura A 28 Total de indiv no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob. 5. Frontera, San Pedro, Coah

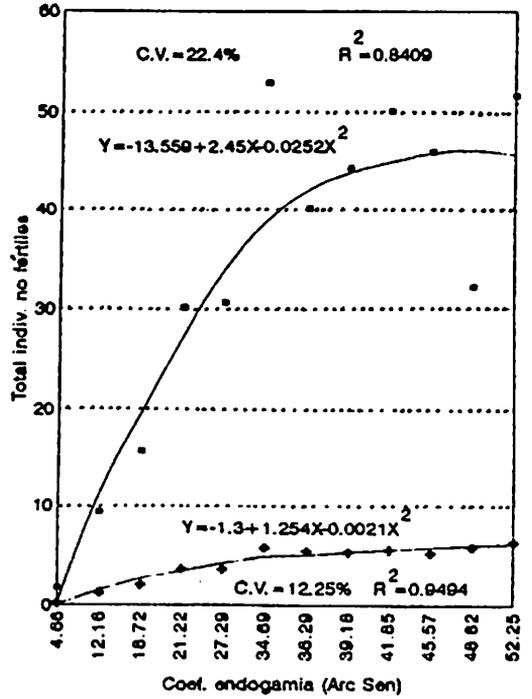


Figura A 29 Total de indiv no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob 6 Albia, Torreón, Coah

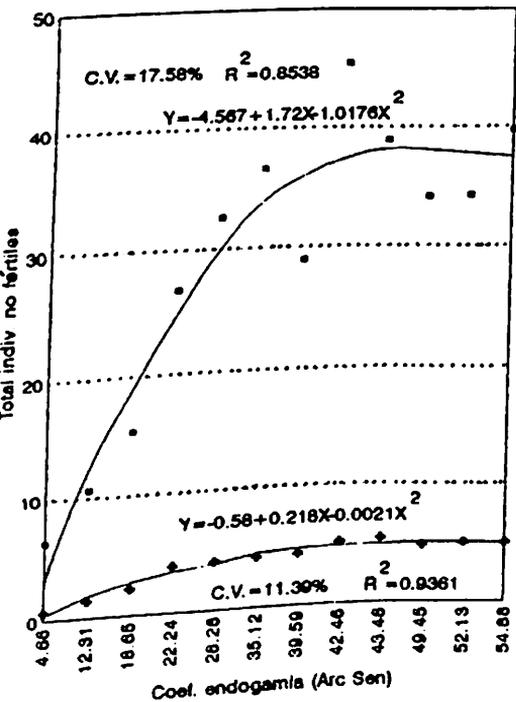


Figura A 30 Total de indiv no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob 7 El Consuelo, Matamoros, Coah.

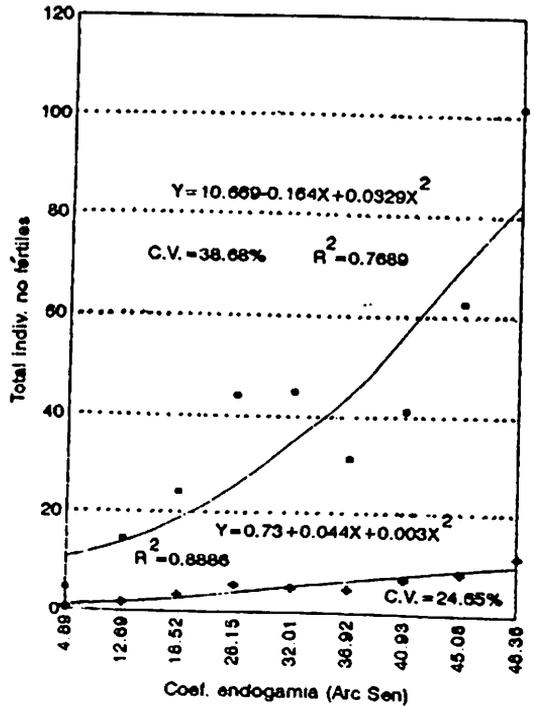


Figura A 31 Total de indiv no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pob 8 Hidalgo, Fco I Madero, Coah

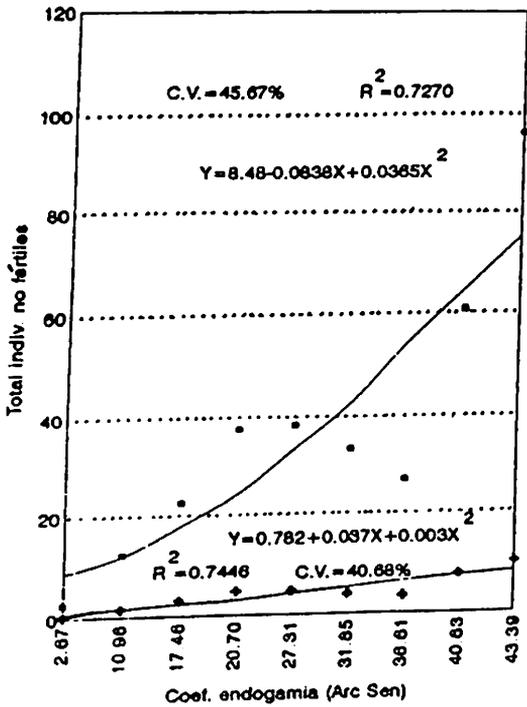


Figura A.32 Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia Pobl. 9 Santo Niño, Fco I. Madero, Coah

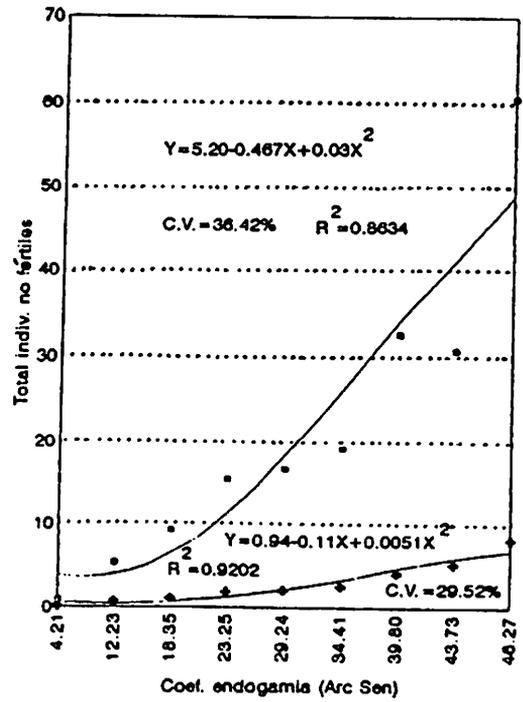


Figura A.33. Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 10. Los Arenales, Torreón, Coah.

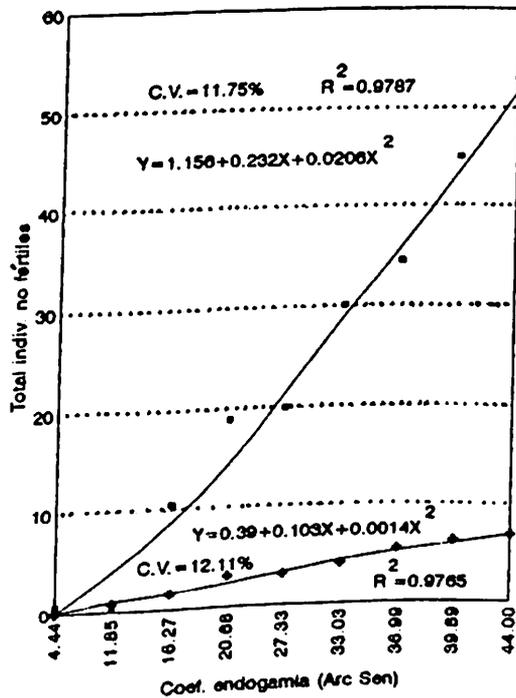


Figura A.34. Total de indiv. no fértiles, progenie de 15 progenitores y por madre según endogamia. Pobl. 11 La Goma, Cd. Lerdo, Dgo.

Cuadro A.1. Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de individuos no fértiles, promedio de 10 repeticiones, con 15 progenitores, según línea de regresión calculada.

L O C	Fn/F1									
	<u>F5</u>	<u>F8</u>	<u>F10</u>	<u>F12</u>	<u>F14</u>	<u>F16</u>	<u>F18</u>	<u>F20</u>	<u>F22</u>	<u>F24</u>
	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1
1	362.6	436.2	561.2	666.4	728.4	777.6	800.0	825.0	836.5	842.8
2	481.4	737.5	1082.4	1377.4	1614.0	1844.7	2090.6	2310.5	2473.9	2658.2
3	320.1	355.8	437.6	478.3	490.5	490.8	483.4	462.2	438.9	404.7
4	241.6	281.3	339.2	376.7	402.5	417.4	423.3	426.5	425.6	421.4
5	348.0	348.0	378.9	688.3	775.9	824.9	879.3	936.1	981.9	1025.6
6	375.1	432.7	551.7	656.5	673.2	698.4	709.4	730.3	733.9	728.4
7	253.2	296.3	362.8	407.5	430.4	440.9	443.8	452.3	451.3	448.2
8	154.2	235.6	319.4	403.7	482.2	572.6	650.5	--	--	--
9	177.4	218.9	326.8	419.0	531.4	639.0	719.6	--	--	--
10	171.5	269.3	440.1	631.8	876.3	1083.2	1229.5	--	--	--
11	363.1	559.3	918.3	1285.9	1574.7	1802.9	2151.0	--	--	--

Valores obtenidos de Cuadro A.5.

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta S<sub>9</sub>.

Cuadro A.2. Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de individuos no fértiles, promedio de 10 repeticiones, por madre, según línea de regresión calculada.

L O C.	Fn/F1									
	F5	F8	F10	F12	F14	F16	F18	F20	F22	F24
	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1
1	368.8	449.4	602.6	750.6	854.5	955.8	1015.6	1096.1	1153.2	1215.6
2	522.2	785.2	1100.0	1337.0	1514.8	1670.4	1825.9	1955.6	2044.4	2140.7
3	320.8	356.9	443.1	489.2	506.2	510.8	507.7	493.1	474.6	447.7
4	240.6	281.1	339.2	378.3	405.6	422.4	430.1	435.7	436.4	435.0
5	391.8	521.3	719.7	895.1	1045.9	1134.4	1224.6	1355.7	1454.1	1554.1
6	367.3	425.9	549.7	672.1	695.2	732.0	761.9	795.9	816.3	838.1
7	253.7	297.2	359.3	412.0	437.0	448.1	451.8	463.0	463.0	461.1
8	185.0	283.6	376.4	465.0	545.7	636.4	705.7	--	--	--
9	192.7	232.7	331.4	412.2	506.9	596.7	662.0	--	--	--
10	139.8	249.5	453.8	696.8	1010.8	1281.7	1473.1	--	--	--
11	322.3	456.3	677.7	885.4	1042.7	1161.2	1337.9	--	--	--

Valores obtenidos de Cuadro A.8.

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta S<sub>10</sub>.

Cuadro A.2. Por ciento de depresión por endogamia en la variable total de individuos no fértiles, promedio de 10 repeticiones, por madre, según línea de regresión calculada.

L O C.	Fn/F1									
	F5	F8	F10	F12	F14	F16	F18	F20	F22	F24
	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1
1	368.8	449.4	602.6	750.6	854.5	955.8	1015.6	1096.1	1153.2	1215.6
2	522.2	785.2	1100.0	1337.0	1514.8	1670.4	1825.9	1955.6	2044.4	2140.7
3	320.8	356.9	443.1	489.2	506.2	510.8	507.7	493.1	474.6	447.7
4	240.6	281.1	339.2	378.3	405.6	422.4	430.1	435.7	436.4	435.0
5	391.8	521.3	719.7	895.1	1045.9	1134.4	1224.6	1355.7	1454.1	1554.1
6	367.3	425.9	549.7	672.1	695.2	732.0	761.9	795.9	816.3	838.1
7	253.7	297.2	359.3	412.0	437.0	448.1	451.8	463.0	463.0	461.1
8	185.0	283.6	376.4	465.0	545.7	636.4	705.7	--	--	--
9	192.7	232.7	331.4	412.2	506.9	596.7	662.0	--	--	--
10	139.8	249.5	453.8	696.8	1010.8	1281.7	1473.1	--	--	--
11	322.3	456.3	677.7	885.4	1042.7	1161.2	1337.9	--	--	--

Valores obtenidos de Cuadro A.8.

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta S10.

Cuadro A.6. Total de huevec. parasitados promedio de 10 repeticiones, por madre, conforme avanza la depresión endogámica, según línea de regresión calculada.

LOCALIDADES											
GEN.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	19.18	16.47	21.56	25.60	24.13	24.18	18.11	22.67	28.92	17.87	21.16
3	18.65	16.65	23.19	23.08	24.15	23.75	19.16	22.44	29.39	15.47	21.03
5	18.10	16.74	23.77	21.48	23.92	22.94	19.53	22.02	28.43	14.20	20.85
8	17.77	16.63	23.79	20.56	23.64	22.52	19.54	21.14	27.51	13.53	20.60
10	17.03	16.31	23.32	19.06	23.03	21.26	19.25	20.21	24.72	13.12	20.09
12	16.12	15.92	22.27	17.90	22.31	19.24	18.43	19.26	22.10	13.14	19.53
14	15.36	15.54	21.16	16.89	21.55	18.74	17.61	18.37	18.74	13.52	19.07
16	14.50	15.11	20.17	16.08	21.04	17.76	16.97	17.34	15.40	14.03	18.69
18	13.97	14.61	18.95	15.58	20.39	16.79	16.72	16.45	12.85	14.47	18.11
20	13.11	14.11	17.14	14.97	19.60	15.32	15.03	--	--	--	--
22	12.45	13.72	15.63	14.57	18.87	13.94	14.14	--	--	--	--
24	11.65	13.26	13.83	14.14	18.08	12.36	13.15	--	--	--	--

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta S<sub>10</sub>.

Cuadro A.7. Total de hembras fértiles promedio de 10 repeticiones, por madre, conforme avanza la depresión endogámica, según línea de regresión calculada.

LOCALIDADES											
GEN.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	11.49	9.13	12.69	13.37	13.07	12.91	10.25	11.58	15.87	8.81	12.08
3	10.01	8.22	11.90	10.86	11.87	11.60	9.91	11.08	15.64	7.55	11.10
5	9.00	7.54	11.05	9.33	10.90	10.38	9.43	10.42	14.56	6.66	10.41
8	8.49	6.95	10.72	8.47	10.21	9.89	9.09	9.71	13.72	5.99	9.66
10	7.54	6.22	9.60	7.12	9.14	8.65	8.39	7.92	11.39	5.23	8.39
12	6.59	5.64	8.51	6.12	8.17	7.06	7.41	6.68	9.31	4.62	7.11
14	5.91	5.19	7.65	5.30	7.32	6.70	6.69	5.53	6.72	4.02	6.25
16	5.24	4.77	6.99	4.68	6.80	6.04	6.15	4.23	4.19	3.62	5.55
18	4.86	4.35	6.26	4.32	6.19	5.42	5.96	3.10	2.28	3.37	4.49
20	4.29	3.98	5.27	3.92	5.13	4.53	4.47	--	--	--	--
22	3.89	3.71	4.50	3.67	4.92	3.73	4.14	--	--	--	--
24	3.45	3.42	3.64	3.42	4.31	2.86	3.50	--	--	--	--

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta 5a.

Cuadro A.8. Total de indiv. no fértiles, promedio de 10 repeticiones, por madre, conforme avanza la depresión endogámica, según línea de regresión calculada.

LOCALIDADES											
GEN.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.0	0.0	0.07	0.52	0.0	0.0	0.38	1.02	0.90	0.57	0.0
3	0.77	0.54	2.53	2.34	1.22	1.47	1.78	1.78	1.55	0.36	1.03
5	1.42	1.41	4.17	3.44	2.39	2.70	2.74	2.59	2.36	0.65	1.66
8	1.73	2.12	4.64	4.02	3.18	3.13	3.21	3.97	2.85	1.16	2.35
10	2.32	2.97	5.76	4.85	4.39	4.04	3.88	5.27	4.06	2.11	3.49
12	2.89	3.61	6.36	5.41	5.46	4.94	4.45	6.51	5.05	3.24	4.56
14	3.29	4.09	6.58	5.80	6.38	5.11	4.72	7.64	6.21	4.70	5.37
16	3.68	4.51	6.64	6.04	6.92	5.38	4.84	8.91	7.31	5.96	5.98
18	3.91	4.93	6.60	6.15	7.47	5.60	4.88	9.88	8.11	6.85	6.89
20	4.22	5.28	6.41	6.23	8.27	5.85	5.00	--	--	--	--
22	4.44	5.52	6.17	6.24	8.87	6.00	5.00	--	--	--	--
24	4.68	5.78	5.82	6.22	9.48	6.16	4.98	--	--	--	--

--Datos no cuantificados debido a que estas poblaciones sólo soportaron depresión endogámica hasta S<sub>9</sub>.