



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ Análisis de las Relaciones de Aislamiento
Sexual en Algunos Mutantes de Color de
Ojos de Drosophila melanogaster ”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

B I O L O G O

P r e s e n t a

Ana María Ayala Bolado

MEXICO, D.F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION.....	2
ANTECEDENTES.....	9
BIOLOGIA Y CONDUCTA DE <u>D.melanogaster</u>	18
MATERIALES Y METODOS.....	23
RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
CONCLUSIONES.....	67
PRESECTIVAS.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	69

RESUMEN.

El objetivo principal de este trabajo es determinar la influencia que tienen las mutaciones del color de los ojos sobre el comportamiento de cortejo de Drosophila melanogaster.

Para ésto se seleccionaron 8 mutantes de color de ojos. Se reunieron en cajas de observación de Elens y Wattiaux 20 parejas en 10 ocasiones, cubriendo todas las posibilidades de cruzamiento, es decir, cada uno de los machos con todas las hembras mutantes y viceversa. De esta manera se confirman los mecanismos de aislamiento precópula, conocidos también como aislamiento sexual o etológico (Mayr,1942).

A los resultados se aplicó el índice de aislamiento propuesto por Stalker en 1942 (Ehrman y Parsons,1976), además de algunas pruebas de validación estadística.

Se concluye que sí existe una influencia de las mutaciones de color de ojos, que pueden tener una acción directa sobre el comportamiento de cortejo en los mutantes utilizados.

Se observa que algunos de estos mutantes tienen mucho éxito en el cortejo, mientras que otros casi no se aparean con ningún mutante.

INTRODUCCION.

La idea de que los organismos pueden transformarse con el tiempo no es nueva, y ya algunos filósofos griegos hablaban de ello.

La transformación de los seres humanos en animales y viceversa formó parte de la mitología en varias culturas; la generación de animales a partir de materia inorgánica o como creaciones especiales, fue una creencia bastante diseminada durante la edad media y utilizada por teólogos como Tomás de Aquino, quien ayudó a sustentar algunas ideas fijistas implantadas por la religión judeo-cristiana.

Durante el siglo XVIII, algunos naturalistas comenzaron a dudar de la inmutabilidad de las especies, y se introducen elementos transformacionistas, que aunque no fueron suficientes para constituir una teoría evolucionista coherente, sí sentaron las bases para ello, e incluso llegaron a manejar algunos conceptos de la teoría evolutiva moderna.

Una primera teoría evolucionista completa fue planteada por Lamarck en 1809, y sus elementos constitutivos han sido generalmente malinterpretados, aunque esto no significa que sean válidos. Lamarck es el primer naturalista que descarta formalmente la idea de la inmutabilidad de las especies, y las analiza como poblaciones variables tendientes al aumento de complejidad (Dobzhansky, 1977).

Charles Darwin con su publicación de "El Origen de las Especies en 1859 (1972), puede considerarse realmente como el fundador de la teoría de la evolución moderna. La grandeza de Darwin como evolucionista radica, no solamente en el reconocimiento y desarrollo del concepto de la selección natural como el elemento unificador del cambio evolutivo, sino en su alta capacidad para sintetizar datos tanto descubiertos por él, como los vertidos por sus predecesores.

Existen dos elementos inherentes a todos los escritos de Darwin: el primero es que presentan un análisis detallado y profundo de los fenómenos naturales por medio de observaciones muy específicas y descripciones cuidadosas; y el segundo es la elaboración de una síntesis completa basada en toda la información disponible (Dobzhansky,1977).

La importancia de los conceptos vertidos por Darwin puede determinarse por la gran aceptación que tuvieron éstos desde el momento de su publicación y , además, por la gran cantidad de trabajos de investigación acerca de la evolución - que se realizaron en la segunda mitad del siglo XIX.

La teoría evolutiva planteada por Darwin tuvo muchos fallos ya que, en su momento, no contó con los elementos proporcionados posteriormente por los trabajos - de Mendel. Debido a la carencia de una teoría de la herencia coherente, era difícil el entendimiento de los mecanismos de acción de la selección natural; de hecho, ésta carencia llevó a Darwin a plantear uno de sus conceptos más fallidos: el de la pangénesis (formación de gémulas responsables de la reproducción), que se contrapone al concepto contemporáneo de la epigénesis (Klopper,1976).

Las tres décadas posteriores al redescubrimiento de los trabajos de Mendel acerca de la herencia, no fueron muy afortunadas para la teoría darwiniana de la evolución, ya que se desarrolló una generación de científicos como Shull, Robson y Richards (Dobzhansky,1977) que no aceptaban la selección natural como el agente principal del cambio evolutivo.

Fue T.H.Morgan en su libro "The Scientific Basis of Evolution", publicado en 1932 quien con sus ideas acerca de la mutación, ayuda al planteamiento de la Teoría Sintética de la Evolución. Morgan, junto con De Vries y Bateson, concretan estudios acerca de la mutación, y la visualizan como un elemento básico del cambio evolutivo considerando, además, al individuo mutante más importante el resto de la población a la cual pertenece. Sin embargo, estos investigadores -- nunca llegaron a considerar a la evolución como resultado de los cambios en las frecuencias génicas.

El resurgimiento de la selección natural darwiniana como el factor principal - del cambio evolutivo se inició con el desarrollo de la genética en los años veinte a partir de los trabajos de Chetverikov, Fisher, Haldane y Wright (Dobzhansky, 1977).

Los trabajos realizados por Fisher en 1930, fueron el primer intento para conjuntar las observaciones de Darwin acerca de la variación natural con la genética mendeliana, con base en la relación entre mutaciones genotípicas y su manifestación fenotípica. Wright en 1936, habla de la importancia de la mutación y la selección natural en la composición genética de las poblaciones, introduciendo un elemento adicional: el efecto del azar en poblaciones pequeñas. Las contribuciones de Haldane son determinantes para la genética de poblaciones, proporcionando conceptos necesarios para la elaboración posterior de la síntesis.

La teoría sintética moderna nació en 1937 con la publicación del libro de Theodosius Dobzhansky "Genetics and the Origin of Species". Los elementos vertidos por él fueron posteriormente reforzados por los trabajos de investigadores como Huxley (1942), Mayr (1942), Simpson (1943, 1953) y Stebbins (1950) (en Dobzhansky 1977). A partir de la aparición de los libros de éstos científicos, la teoría sintética moderna ha sido ampliamente reconocida como la explicación más plausible de las causas y los mecanismos de la evolución.

El nacimiento de la genética molecular en 1950 impulsó el desarrollo ulterior de la teoría sintética, pero no alteró su naturaleza esencial. Una de las aportaciones fundamentales de esta disciplina científica fue el descubrimiento de la estructura molecular del ADN, lo que puso fin a las ideas, aún presentes entonces, de la heredabilidad de los caracteres adquiridos, e hizo más claros los planteamientos mendelianos de la herencia. Con éstos elementos, parece ser que queda solucionado el problema para entender los mecanismos de acción de la selección natural en los individuos y la importancia de la mutación en la variación poblacional.

Según Mc Farland (1981), los elementos de la teoría darwiniana de la evolución, pueden resumirse como sigue:

- 1.- Dentro de cualquier población de la misma especie, existe una variación considerable entre los individuos que la conforman.
- 2.- Gran parte de ésta variación es debida a factores hereditarios.
- 3.- En cada generación nacen muchos más individuos de los que llegan a la maduréz.
- 4.- La probabilidad de que cada individuo llegue a la maduréz estará afectada - por sus características particulares, especialmente aquellas que han sido - heredadas de sus progenitores.
- 5.- Si el individuo llega a la maduréz y se reproduce exitosamente, su descendencia tenderá a perpetuar las características heredadas, dentro de la misma población.
- 6.- El valor de sobrevivencia de una característica estará determinado por la selección natural.

Entonces, el mecanismo de la selección natural puede resumirse de la siguiente manera: el grado en que una característica es transmitida de una generación a la siguiente en una población natural, está determinado por el éxito en la reproducción de la población parental y por el valor que ésta característica tiene al permitir al individuo sobrevivir a las exigencias del medio en el que vive, tales como la adquisición de alimento, la depredación, la posibilidad de -- apareamiento, etc. Estas presiones ambientales actúan seleccionando aquellas - características heredadas y heredables que mejor adapten al individuo a su medio. A ésto es a lo que Darwin llamó "sobrevivencia del más apto". La selección natural actúa, de hecho, solamente sobre el éxito en la reproducción diferen-- cial (Mc Farland,1981).

El valor adaptativo (fitness) de una individuo es cuantificado, generalmente, en términos de su contribución al acervo genético de la población, concepto que es diferente al valor adaptativo darwiniano, en donde se mide la aptitud deñ individuo solamente en cuanto al número de progenie que aporte a la población, y no en cuanto a su contribución genética (Dobzhansky,1977).

Uno de los componentes mas importantes de la selección natural es la búsqueda de la pareja y la lucha por ésta para el apareamiento, concepto que se engloba dentro del término selección sexual.

En muchos animales, los machos y las hembras difieren en apariencia y en comportamiento, particularmente durante la época de reproducción. Si los miembros de un sexo muestran preferencia por alguna pareja en particular, se presentará una cierta competencia entre ellos por el acceso a la posibilidad de reproducirse. Entonces, la elección de la pareja y la competencia intrasexual son fenómenos íntimamente relacionados que pueden explicarse con base en los procesos de selección sexual que, como se ha podido vislumbrar, es uno de los elementos más importantes de la selección natural.

A partir de la publicación del "Origen de las Especies" en 1859, se hicieron varios planteamientos acerca de la selección sexual, además de los propuestos por Darwin. Algunas de las teorías mas importantes a éste respecto son las siguientes (Halliday en Krebs y Davies, 1978):

Darwin en 1871 propone que la selección sexual está basada en las ventajas que lleguen a obtener los miembros de un sexo entre sí para conseguir una pareja. Esto puede efectuarse de dos maneras: en el primer caso los machos compiten entre sí directamente, y los vencedores son los que serán, posteriormente, disputados por las hembras; en el segundo caso, los machos compiten entre sí para atraer la atención de las hembras, desarrollando características morfológicas o etológicas muy llamativas.

Fisher en 1930, plantea que la selección sexual está basada en la preferencia para el apareamiento de alguno de los sexos, lo que conduce a la evolución de caracteres dimórficos en el otro sexo, y ésto produce alguna desventaja en los individuos portadores del caracter preferente. Supone, también, que éste caracter debe, o debió, presentar alguna otra ventaja adaptativa que posiblemente no haya tenido ninguna relación con el apareamiento.

Zahavi en 1975 arguye que las hembras seleccionarán machos en los que se presenten indicadores de la capacidad del individuo para sobrevivir. Esta teoría está basada en la idea de que éstos caracteres indicadores de adecuación ambiental, representan una desventaja para los machos que los posean, lo que representa -- una reducción en su capacidad para sobrevivir y, por lo tanto, para reproducirse. Asegura, también, que estos caracteres no adaptativos son seleccionados exactamente por su rareza, y que se fijan en la población como parte de un mecanismo equilibrador.

Trivers en 1976, propone una teoría que está mas relacionada con la evolución del sexo que con el mecanismo de la selección sexual. Sugiere que la reproducción sexual es ventajosa solamente en aquellas especies en las que la elección de la hembra es lo suficientemente discriminativa como para asegurar que los machos elegidos poseen los genes que son, por lo menos, doblemente adaptativos en términos de producir hijas (hembras) con un valor adaptativo mayor que el de la madre.

La selección sexual, entonces, nos estará marcando un cierto grado de diferenciación intrapoblacional representado por el desencadenamiento de procesos de aislamiento que pueden ser de tipo geográfico y etológico.

Según Mayr (1942), los mecanismos de aislamiento reproductivo se clasifican en dos grandes grupos:

Mecanismos de aislamiento precópula:

- 1.- Las parejas potenciales no se encuentran (aislamiento estacional y de hábitat).
- 2.- Las parejas potenciales se encuentran pero no se aparean (aislamiento sexual o etológico).
- 3.- Las parejas se encuentran y se aparean pero no hay transferencia de gametos (aislamiento mecánico).

Mecanismos de aislamiento postcópula:

- 1.- Los gametos son transferidos pero no hay fecundación, por lo tanto, no se forma el cigoto (mortalidad genética).
- 2.- Se produce la muerte de los cigotos (inviabilidad de los híbridos).
- 3.- Los cigotos F_1 son viables, pero son parcial o completamente estériles (esterilidad de los híbridos).
- 4.- Los híbridos F_1 son fértiles, pero el valor adaptativo de la F_2 o de la retrocruza se ve disminuido (deficiencias de los híbridos).

El aislamiento entre poblaciones de una misma especie se inicia, forzosamente, con un aislamiento de tipo geográfico. Debido a ésta separación espacial, las poblaciones descendientes serán genéticamente diferentes y estarán listas para evolucionar solas e independientemente una de otra, presentando divergencias evolutivas en algunos caracteres que pueden ser morfológicos, fisiológicos e incluso, conductuales.

El aislamiento geográfico será, entonces, un factor que evitará el entrecruzamiento de poblaciones diferentes de una misma especie. Además de ésta separación espacial, las especies presentan mecanismos intrínsecos que seguirán evitando el entrecruzamiento en el caso de que las poblaciones fueran, eventualmente, simpátricas y sincrónicas.

Los mecanismos de aislamiento reproductivo intrínsecos de la especie son, generalmente, conductuales (etológicos o sexuales), aunque existen muchos otros factores que impiden el entrecruzamiento y, por lo tanto, el intercambio genético (Aznavurian, 1983).

ANTECEDENTES.

La teoría de la evolución, para la Biología, es el punto de partida para intentar comprender los cambios que han ocurrido en los seres vivos con el transcurso del tiempo geológico, los que ocurren actualmente en las poblaciones y nos permite prever los cambios probables que se darán en el futuro.

La teoría de la evolución nos provee de los elementos teóricos para comprender los mecanismos por medio de los cuales éstos cambios se llevan a cabo: la selección natural, la adaptación, la especiación, etc. por lo que es la gran teoría unificadora e integradora de las diferentes disciplinas dentro de las ciencias biológicas. No obstante, aún en nuestros días, la biología evolutiva se enfrenta a problemas de definición y de concepto debido, principalmente, a la gran -- cantidad de datos de que dispone y de la dificultad que existe para su organiza ción en una sola teoría.

Actualmente explicamos la teoría de la evolución sobre las bases de la selección natural y la mutación, elementos que conducen a la variación poblacional. La va riación heredable se genera constantemente en las especies por las mutaciones, y éstas aumentan su frecuencia debido a la reproducción sexual, generando nue-- vos modelos de variabilidad. Las condiciones en las que vive un individuo, ac-- túan como fuerzas selectivas permitiendo la fijación de los genotipos mas adaptados.

Se sabe que las especies se distribuyen ampliamente bajo condiciones diferentes, por lo que las poblaciones que éstas constituyen están sujetas a distintas pre siones de selección, y en consecuencia, la acumulación de mutaciones adaptati-- vas tenderá a aislarlas generando procesos de especiación, y, posteriormente, de evolución transespecífica.

Las poblaciones en función del medio, forman razas geográficas, y del aislamiento prolongado de éstas, se establecen grupos que, con el paso del tiempo, pueden llegar a tener impedimentos para cruzarse.

Estos mecanismos son los reconocidos como más usuales en cuanto a la determinación del proceso evolutivo, siendo el estudio de la genética de poblaciones el que ha proporcionado la información más valiosa sobre los mecanismos demostrables que influyen en la diferenciación de algunas poblaciones que pueden analizarse experimentalmente.

Es necesario aquí, considerar el papel que juega el comportamiento en la especiación, así como esclarecer los conceptos de especie y especiación.

La especie es definida por Dobzhansky (1951) como: "Una gran comunidad de individuos con reproducción sexual, de fertilización cruzada, que participan de un acervo genético común". Existen, así mismo, muchas otras definiciones de especie.

En cuanto a la especiación, pueden mencionarse dos procesos principales que nos llevan a la constitución de especies nuevas, a saber: la especiación alocrónica, basada solamente en el paso del tiempo, y la especiación alopátrica, resultante del aislamiento geográfico y el transcurso del tiempo (White, 1981)

En el primer caso, las especies nuevas surgen casi en línea directa de los progenitores y el grado de adaptación estará determinado por la selección natural.

En el segundo caso, las poblaciones de una especie quedan separadas geográficamente, por lo que la selección natural actúa de manera diferente sobre las poblaciones. En éste tipo de especiación alopátrica se definen poblaciones genéticamente diferentes, imposibilitadas para cruzarse, mientras que en la especiación alocrónica mantienen una similitud genética ya que, aunque el genoma se ha modificado, sigue siendo similar a través del tiempo.

La influencia del comportamiento en el proceso evolutivo es innegable. Solo para mencionar algunos elementos en los que se puede basar ésta afirmación, se menciona el caso del comportamiento sexual intraespecífico como un factor generador de aislamiento sexual o etológico y que es considerado como una presión de selección bastante fuerte y determinante en el proceso de la especiación.

Desde los trabajos de Morgan y colaboradores en 1909 (Dobzhansky, 1977), se introdujo el género Drosophila como objeto de estudio de la genética. Los estudios realizados por especialistas de diversas disciplinas biológicas han generado información suficiente para emprender la taxonomía, biología, evolución y filogenia del grupo.

El género Drosophila es uno de los más abundantes y de más amplia distribución en el mundo. Se han descrito alrededor de 1000 especies, y con la descripción y redesccripción de nuevas especies se calcula que el número de éstas puede llegar a 2000 (Hardy en Spieth, 1968).

Los drosófilidos son organismos pequeños de 2 a 7 mm. de longitud, aunque la mayoría de las especies tienen un promedio de longitud de 2 a 3.5 mm. Para estudiarlas en el laboratorio, las moscas se colocan en cajas o frascos de vidrio o plástico que permitan su observación al microscopio estereoscópico.

La observación del comportamiento de apareamiento varía dependiendo del objeto de estudio, así, pueden observarse desde parejas aisladas hasta grupos completos formados por machos y hembras de características diferentes, resultantes de mutaciones o arreglos cromosómicos específicos.

Parsons (1973), asume que, entre las muchas razones que existen para trabajar con Drosophila en la investigación de la genética del comportamiento, están el amplio conocimiento acerca de su biología, taxonomía, reproducción, comportamiento, etc.

Morgan en 1909 (Dobzhansky,1977), al trabajar con Drosophila melanogaster descubrió, entre otras cosas, la herencia ligada al sexo, utilizando moscas mutantes de ojos blancos. Estas investigaciones facilitaron la formulación de la teoría de la recombinación genética.

Morgan y sus asociados Sturtevant, Bridges y Muller (Aznavurian,1983), diseñaron el primer mapa cromosómico de la especie, lo que la ubica como la mejor conocida a nivel genético, en cuanto a la localización de genes en los cromosomas normales y en los resultantes de aberraciones cromosómicas.

Gran parte de los trabajos de genética de poblaciones fueron realizados con Drosophila por Chetverikov en 1926 (Parsons,1973), quién encontró una gran variación hereditaria en poblaciones de Drosophila melanogaster.

Aunque gran parte de la información sobre las características genéticas, ecológicas y etológicas de Drosophila surge como producto secundario de otras investigaciones, actualmente el estudio del comportamiento ha tenido un mayor énfasis para analizar los problemas del apareamiento, de la selección y del aislamiento sexual.

Para la comprensión de la genética, la ecología y el comportamiento de las especies pueden considerarse dos aspectos básicos (Spieth,1968):

El primero es el estudio de las poblaciones en su hábitat natural, lo que nos permite correlacionar razas, variedades y genotipos presentes en las poblaciones con respecto a su distribución en el medio.

El segundo nos posibilita para establecer relaciones entre los factores ecológicos y los del comportamiento, que son, en última instancia, los que limitan la constitución genética de las especies naturales.

Para el análisis genético del comportamiento de Drosophila melanogaster se recomienda la consideración de algunos puntos esenciales:

1. Que el genoma seleccionado sea bien conocido, que la crucea sea fácil y que se produzcan líneas con fertilidad adecuada.
2. Que el carácter conductual estudiado pueda ser distinguido de manera objetiva.
3. Que no se olvide la influencia que tienen los factores ambientales en la manifestación del genotipo, que en éste caso sería el comportamiento (Ehrman y Parsons, 1976).

En condiciones experimentales se ha observado con frecuencia que hay desviaciones de la panmixia. Magalhaes y Querubim (1974), han considerado cuatro factores que influyen en la modificación de la variabilidad poblacional:

1. Aislamiento reproductivo o cruzamiento preferencial
2. Cruzamiento selectivo
3. Cruzamiento dependiente de la frecuencia. Se observa principalmente en los machos y raramente en las hembras.
4. Cruzamiento resultante de la impronta.

En el caso de Drosophila se han desarrollado un gran número de pruebas para comprobar el aislamiento reproductivo, anticipando que en el proceso de especiación se opera, gradualmente, un aislamiento etológico.

Spieth (1968), aclara que para comprender como surge el aislamiento sexual en Drosophila es necesario hacer las siguientes consideraciones:

1. Que los individuos de poblaciones entrecruzables presenten manifestaciones de cortejo similares.
2. Que entre mas cercanas se encuentren dos especies, ya sea morfológica o genéticamente, serán mas similares sus patrones de cortejo.

El número de métodos y técnicas utilizables para la determinación del aislamiento sexual en drosófilos es considerable. Comúnmente se aíslan los adultos poco tiempo después de la eclosión; al alcanzar la madurez sexual se reúnen machos y hembras en un espacio limitado por un período de tiempo determinado para observar la cópula, y después de separarlos se hace la disección de las hembras para detectar la frecuencia de las que han sido inseminadas.

Spieth (1968), propone cuatro diferentes combinaciones utilizables para este tipo de estudios:

1. Sin elección.

Los machos de la población A se reúnen con las hembras de la población B y viceversa. Se utiliza un número igual de machos y hembras, variando solamente la cantidad de parejas.

2. Elección del macho.

Los machos de la población A se reúnen simultáneamente con hembras de las poblaciones A y B, y recíprocamente, los machos de la población B con hembras de las poblaciones A y B.

3. Elección de la hembra.

Las hembras de la población A se reúnen con machos de las poblaciones A y B, y al contrario, las hembras de la población B, con machos de las poblaciones A y B.

En este trabajo se ha utilizado la primera proposición de Spieth (1968), en la cual se consideran exclusivamente los casos de una sola elección entre machos y hembras. No se ha hecho comprobación de la fecundación de la hembra, ya que en el caso del aislamiento sexual no es difícil afirmar que lo más importante es el hecho de que se dé la cópula, lo que significa que ha habido reconocimiento en el cortejo.

La utilización de un índice de aislamiento es solamente uno de los instrumentos estadísticos para registrar las diferencias ocurridas en el éxito de la cópula de Drosophila melanogaster.

Para el estudio de la conducta animal es necesario considerar el hecho de que las unidades de comportamiento pueden ser separadas para su análisis, en unidades discretas como la respiración, la alimentación, el apareamiento y la selección de hábitat; sin embargo, el comportamiento es un continuo del animal. Las divisiones representan respuestas del individuo a diversos estímulos del ambiente externo, y a las variaciones provenientes del interior del organismo.

Ehrman (1964), propone que las especies se consideren como sistemas genéticamente cerrados, debido a que el intercambio genético entre ellas es evitado por mecanismos de aislamiento reproductivo.

El término "mecanismo de aislamiento" fue propuesto por Dobzhansky en 1937 (Dobzhansky, 1951), para designar a todas las barreras genéticas que condicionan el intercambio genético entre poblaciones con reproducción sexual. La importancia de este concepto es reafirmada por Mayr (1963) quien asegura que los mecanismos de aislamiento son "...posiblemente el más importante conjunto de atributos que tiene una especie".

Los mecanismos de aislamiento son fisiológica y etológicamente un grupo de fenómenos muy heterogéneos. Es evidente que estos mecanismos que mantienen la separación genética entre dos especies, son diferentes no solo entre los grupos -- sino hasta en pares distintos de especies del mismo género.

La eficiencia en el apareamiento de los portadores de diferentes cariotipos ha sido estudiada en la cámara de observación de Elens y Wattiaux (1961). Cuando un número igual de los dos sexos de ambos cariotipos se reúnen, la posibilidad de que un individuo logre aparearse es uniforme. Cuando un cariotipo es más frecuente que el otro (80% vs. 20%), el cariotipo extraño es favorecido por la selección sexual; esto confiere un valor adaptativo darwiniano alto a los portadores de este. El valor adaptativo disminuye cuando el cariotipo aumenta su frecuencia en forma proporcional.

Dobzhansky y Köller (1938), demostraron que el aislamiento sexual entre D.pseudoobscura y D.miranda varía en las diferentes razas geográficas. Las investigaciones iniciales trataron de esclarecer los orígenes y mecanismos de aislamiento reproductor entre razas geográficas o subespecies; el aumento de la selección hace posible la transformación de razas geográficas en especies incipientes.

Bössiger (1957), observó que los machos de diferentes líneas silvestres y los machos mutantes de D.melanogaster no fecundaban el mismo número de hembras. La actividad sexual de los machos de líneas naturales capturados, es más fuerte que la de los que han permanecido mucho tiempo en cultivos de laboratorio.

Ehrman (1965), describió en sus estudios sobre D.paulistorum que las líneas de especies incipientes mostraron una mayor tendencia hacia las cruzas homogámicas, así, a mayor alejamiento entre las especies incipientes, se incrementa el aislamiento en mayor o menor grado. Ehrman aplicó el índice de aislamiento propuesto por Stalker en 1942 (Levene, 1949; Ehrman y Parsons, 1976) en el cual el valor de +1 significa un aislamiento completo, esto es, que la frecuencia de cruzas heterogámicas es muy baja, o no se presentan; el valor del índice de 0 significa -- que no hay aislamiento marcado, es decir, que puede considerarse que los apareamientos ocurren al azar; el índice de -1 significa que las cruzas entre machos y hembras ocurren, casi exclusivamente, entre líneas diferentes, o sea que, la frecuencia de cruzas homogámicas es muy baja, y la de cruzas heterogámicas muy alta.

Miller y Westphal (1967), observaron aislamiento sexual entre líneas de laboratorio de D.athabasca que evidencian la idea de que las poblaciones norteamericanas distribuidas ampliamente, son subdivisiones con aislamiento reproductor, sin embargo, este aislamiento no se muestra completo en condiciones de laboratorio.

Dobzhansky, Ehrman y Kastritsis (1968) estudiaron al apareamiento dentro y entre seis especies del grupo obscura. La observación fue realizada en cajas de Elens y Wattiaux. Se encontró aislamiento etológico de tipo sexual entre cualquiera - de dos de éstas especies; sin embargo se observaron algunas cruces en casi todas las demás combinaciones. El grado de aislamiento no es, por ningún motivo, proporcional a las diferencias morfológicas o cromosómicas entre las especies, ó su habilidad para producir híbridos viables cuando tiene lugar la cópula. Tres especies simpátricas del oeste norteamericano están aisladas entre sí por lo menos tan fuertemente como lo están las especies japonesas y europeas, con quienes están mucho menos relacionadas.

Petit (1951), estudió una población experimental de Drosophila melanogaster en la cual reunió el mutante portador de Bar y de forked con el tipo silvestre, encontrando una rápida eliminación del mutante. Esto se debe principalmente a dos factores: por una parte la abundancia de larvas del tipo silvestre evidenciadas desde 1933 por L'Heritier y Teissier (Petit, 1951), y por otra, por la acción de la selección sexual. En efecto las hembras que son de genotipo mutante se acoplan más sencillamente con los machos silvestres que con los mutantes, mientras que, según los resultados, los machos parecen absolutamente indiferentes al genotipo de la hembra.

En el género Drosophila hay datos concernientes al ciclo sexual en varias de las especies. Spieth (1968) sugiere la consideración de varios problemas que pueden surgir al analizar la ontogenia del comportamiento en la especie:

1. Las hembras muy jóvenes son ignoradas por los machos adultos
2. Los machos adultos suelen cortejar hembras jóvenes, antes de que éstas puedan cortejar.
3. Los machos jóvenes cortejan antes de poder copular, aún a hembras adultas.
4. La receptividad sexual se eleva con el tiempo y luego declina gradualmente en ambos sexos.

BIOLOGIA Y CONDUCTA DE Drosophila melanogaster.

Con pocas excepciones el período de maduración varía, desde algunas horas en D.melanogaster hasta 10 días en las especies hawaianas del mismo género. La mayoría de las especies llegan a ser atractivas sexualmente dentro de los primeros 2 o 3 días después de la eclosión, y la mayor parte alcanza el punto máximo de receptividad entre los 3 y los 5 días después de haber llegado a la madurez.

El desarrollo embrionario posterior a la formación del cigoto tiene lugar dentro de las membranas del mismo. Aquí se produce una larva que se desarrolla en una pupa, esta, a su vez, se transforma en el adulto o imago. La duración promedio de estos estadios depende grandemente de la temperatura. La duración del estadio larvario a 20°C es de aproximadamente 8 días, mientras que a 25°C es solamente de 5 días. El estado de pupa dura 6 días a 20°C, y a 25°C solamente 4. Por tanto la duración de los estados preadultos es de 10 días a 25°C y de 15 días a 20°C. A temperaturas mayores de 25°C puede producirse esterilidad y muerte de los individuos, y a temperaturas menores de 20°C la duración de los estadios larvarios puede prolongarse hasta 57 días (Ramírez,1984).

El huevo de D.melanogaster mide aproximadamente 0.5 mm. de longitud; es aplanado dorsoventralmente, siendo la superficie ligeramente curva. El córion o membrana externa es opaca con formas hexagonales aparentes en la superficie. Presenta un par de filamentos en la parte dorsal anterior que evitan que el huevo se hunda en el alimento donde es depositado. La cantidad promedio de huevos que puede ovipositar una hembra fecundada es de 50 a 75 diarios, llegando a poner hasta 400 o 500 en 10 días (Demerec y Kaufman,1975).

La larva después de la eclosión, pasa por dos mudas, de tal manera que el período larvario consta de tres estadios. El último estadio alcanza 4.5 mm. de longitud. Las larvas son muy activas y voraces, por lo que el medio de cultivo se ve surcado y acanalado por el desplazamiento de las larvas.

Cuando la larva se prepara para pupar, se aleja del medio de cultivo fijándose en la superficie de la pared interna del frasco, o bien sobre la superficie - del papel secante introducido previamente en éste. La cubierta larvaria en donde se encuentra la pupa es, al principio, suave y blanquecina, oscureciéndose y haciéndose mas dura conforme avanza la pupación. Las transformaciones que se -- presentan durante el estado pupal culminan con el desarrollo de un individuo con las características del imago. Cuando termina esta etapa, el adulto emerge rompiendo la parte anterior de la envoltura pupal. La mosca es muy alargada al principio, con las alas húmedas y plegadas sobre el dorso, y es de un color muy claro. En las horas siguientes el color del cuerpo se hace mas oscuro, éste toma -- su forma normal y las alas se secan y se extienden (Demerec y Kaufman,1975).

Spieth (1952), observó que el comportamiento de apareamiento desplegado por -- Drosophila melanogaster está constituido por una serie de acciones que pueden llegar a ser observadas e identificadas como unidades de comportamiento. Cada especie presenta, dentro de una variación normal, las pautas casi idénticas para individuos de poblaciones con interacción entre ellas. La identificación de esas unidades y sus interrelaciones son utilizadas cuando se estudia el comportamiento de apareamiento de una población, de una especie o de un número de poblaciones intraespecíficas, y también en estudios comparativos de especies diferentes.

La conducta de cortejo de Drosophila melanogaster ha sido descrita por Spieth (1951) como sigue: cuando los machos sexualmente maduros son reunidos con hembras, el cortejo se inicia con la orientación del macho hacia la hembra, ya sea caminando muy cerca o aproximándose en círculos hacia ella. Este movimiento va acompañado por una ligera elevación del cuerpo. Durante la aproximación, el macho extiende y eleva una de sus patas delanteras, proyectándose hacia abajo -- con un fino movimiento de golpeteo al cuerpo de la hembra. Al moverse ésta, el macho repite rápidamente el movimiento de golpeteo. Si la mosca es hembra, el macho enfrenta su cuerpo al de ella, extendiendo el ala que está cerca de la cabeza de la hembra y la vibra rápidamente. Después de un tiempo de vibración, el ala regresa a su posición de reposo. La vibración puede repetirse antes de

rodear a la hembra y situarse en su parte posterior. Una vez que el macho se ha colocado posteriormente, acerca el frente de su cabeza a la parte terminal del abdomen de la hembra. Situado así, el macho dobla su abdomen hacia abajo y hacia adelante, y al mismo tiempo, vibra las alas. Después de vibrar las alas varias veces éste se dirige hacia adelante con un ligero impulso y lame el área de los genitales de la hembra con un movimiento de introducción de su proboscis extendida; los lóbulos labiales también están extendidos y el macho coloca sus patas delanteras bajo el abdomen de la hembra, frotando sus tarsos contra el -- vientre de ésta. Este impulso es seguido por la proyección del abdomen del ma-- cho hacia adelante uniendo la punta de éste a los genitales de la hembra. Al mismo tiempo el macho alza las patas delanteras sobre el abdomen de la hembra, de tal manera, que si ésta lo acepta, abrirá las alas. El macho, entonces, fuerza las alas relajadas de la hembra con las patas delanteras y con la cabeza, aprieta su abdomen contra el de la hembra con sus patas medias y oprime la superfi-- cie dorsal de sus alas con los peines tarsales de sus patas delanteras].

Durante la cópula, la hembra vibrará sus alas intermitentemente por 30 segundos cada 2 minutos y, ocasionalmente, golpea al macho con sus patas medias. Al final de la cópula que dura de 17 a 20 minutos en promedio, el macho empuja hacia arri-- ba y hacia atrás su abdomen, en una vuelta de 180°.

Si el macho cortejante monta a una hembra no receptiva, ésta no abre sus placas vaginales, provocando así que el macho no logre la introducción y no intente -- abrirle las alas o completar la monta; sin embargo, es frecuente que los machos en esta situación queden en la posición inicial de cortejo. Esto puede ocurrir por períodos prolongados, si bien, normalmente es interrumpido por movimientos de las alas en forma de tijera. El macho da vueltas alrededor de la hembra, se acerca a ella y procura enfrentarla cada vez que se mueve. En ocasiones, el macho vibra las alas hacia afuera y hacia adentro con una amplitud creciente, alcanzando las alas movimientos hasta de 70° u 80° con respecto a su posición original.

Manning (1959), ha observado que el movimiento en tijera presenta diferentes - grados en la vibración. Después de completar su rodeo, el macho se sitúa detrás de la hembra intentando la cópula y se ha hecho evidente que en cualquier momento el macho puede interrumpir el cortejo, descarsar, alimentarse, volar o bien, cortejar a la misma u otra hembra.

En el cortejo, tanto las hembras receptivas como las no receptivas exigen una serie de respuestas al correr o volar lejos del macho al principio del cortejo. Los machos, generalmente, persiguen a las hembras intentando lamer, vibrando - las alas, rodeandolas, todo ello de manera alternativa y tratando de que no escapen.

Los machos sexualmente activos se orientan en ocasiones hacia otros machos, intentando la monta; el macho cortejado señala en contra moviendo ambas alas en forma lateral desde la posición de reposo, y vibrando las alas con gran amplitud.

Spiess (1968), comprobó que la velocidad de apareamiento de Drosophila depende de la actividad de cortejo de los machos y de la receptividad de las hembras, con alguna variabilidad por causas indeterminadas. Por otro lado, la duración de la cópula es constante y una parte relevante de la actividad de apareamiento.

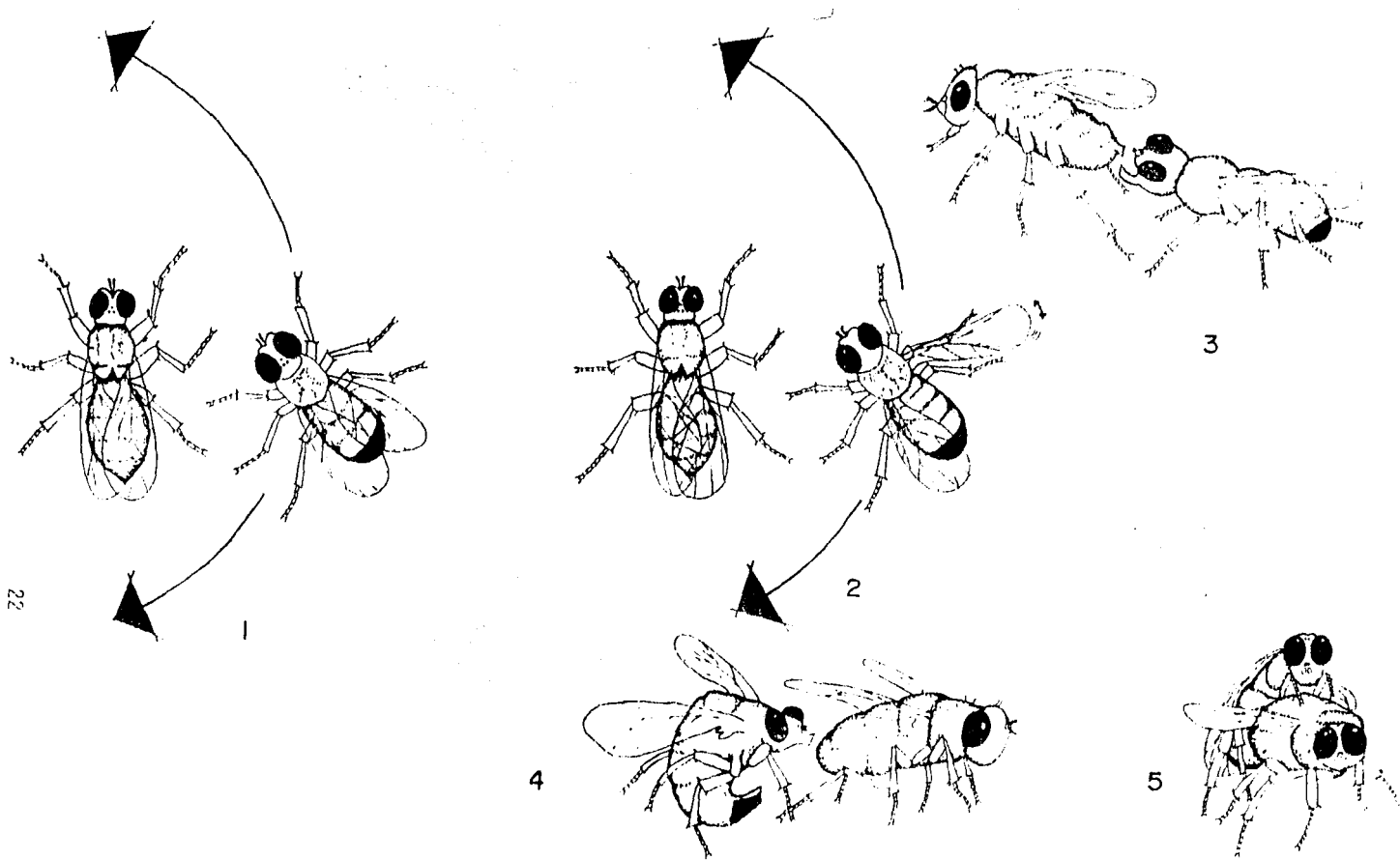


FIGURA 1- Aspectos del cortejo y la cópula en Drosophila melanogaster.

1- Rodeando. 2- Vibración de las alas. 3- Lamer. 4- Intento de cópula. 5- Cópula.

Según Bastock (1967).

MATERIALES Y METODOS.

Para la realización de este trabajo se utilizaron los siguientes materiales:

Frascos lecheros de un cuarto de litro

Frascos eterizadores

Microscopio de disección

Platina de vidrio esmerilado de 15 por 10 cm.

Pincel de pelo de camello no. 2

Cajas de observación de Elens y Wattiaux

Pipeta para el manejo de las moscas

Eter etílico

Moscas de la fruta

Se utilizaron moscas silvestres M^+ de Drosophila melanogaster (Fallén, 1823) y algunos de sus mutantes provenientes del Laboratorio de Genética de la Universidad Autónoma de Chapingo y del Laboratorio de Genética del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M. Estas líneas se mantienen en el laboratorio de Comportamiento Animal del Departamento del Hombre y su Ambiente de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Los mutantes utilizados fueron los siguientes: white (w), white-apricot (w^a), yellow 2 white-apricot (y²w^a), yellow 2 vermillion (y²v), brown (bw), scarlet (st) y yellow-white (yw), cuyas características se describen a continuación:

DESCRIPCION DE LOS MUTANTES UTILIZADOS.

CLAVE	NOMBRE	DESCRIPCION
w	white	Ojos blancos y ocelos sin color, igual que los tubos de Malpigio y los testículos.
w ^a	white-apricot	Ojos rosa amarillento y tubos de Malpigio sin color.
y ² w ^a	yellow 2 white-apricot	Cuerpo de color amarillo con cerdas negras y ojos color rosa amarillento.
y ² v	yellow 2 vermillion	Cuerpo color amarillo con cerdas negras y ojos color bermellón.
bw	brown	Color de ojos pardo-vino que llegan a enrojocer con los años; produce ojos blancos al combinarse con <u>cn</u> y <u>st</u> .
st	scarlet	Ojos color rojo brillante hacia rojo en los adultos; ocelos sin color.
yw	yellow-white	Ojos blancos y cuerpo amarillo.

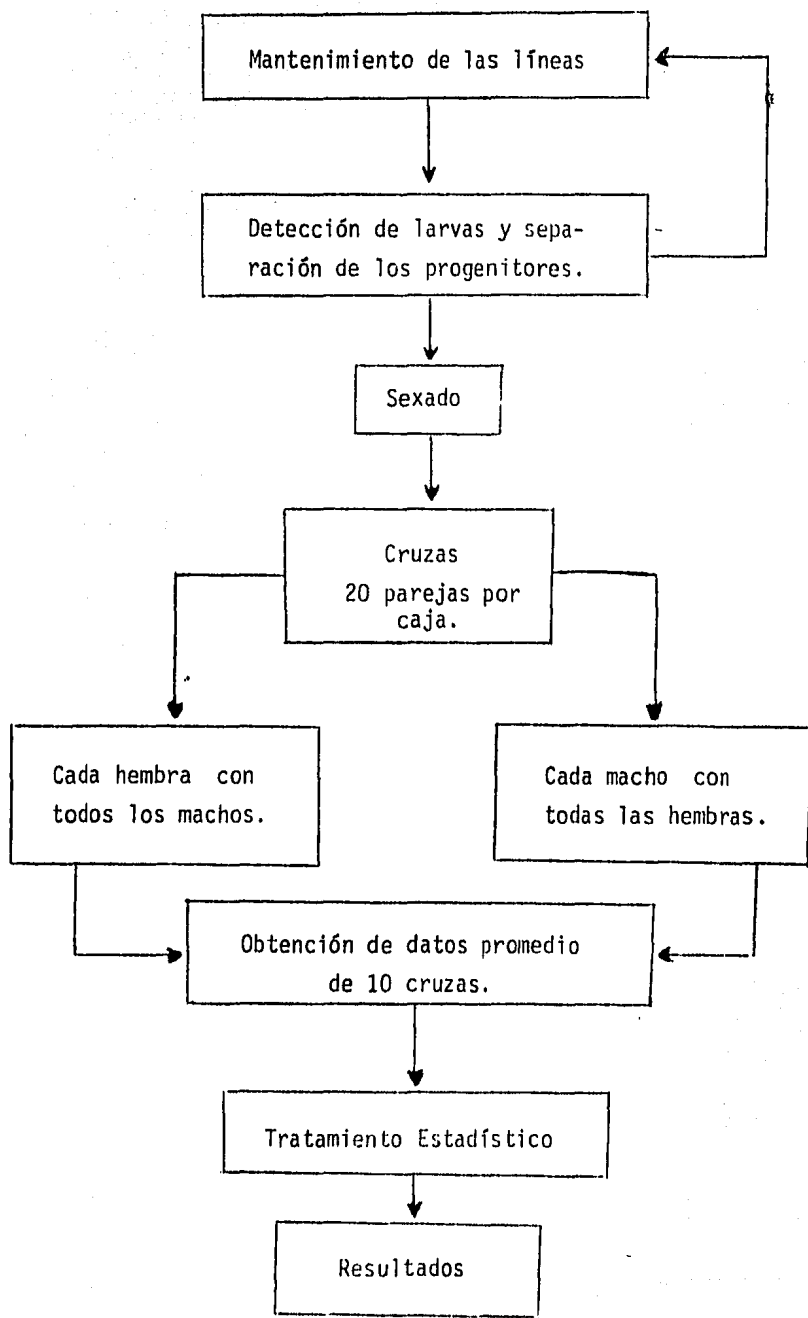
Las líneas fueron ~~criadas~~ criadas en el siguiente medio alimenticio:

Agua destilada.....	1000ml.
Azúcar.....	35 gr.
Levadura.....	20 gr.
Harina de Maíz.....	60 gr.
Agar en fibra.....	20 gr.
Tegosept.....	5 ml.

La temperatura promedio de las áreas de mantenimiento de líneas fue de $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y las observaciones se realizaron a temperaturas de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

En cada frasco lechero se transvasó una muestra de los diferentes mutantes de Drosophila, cada 15 días durante el tiempo que duró el experimento. Cuando la mayoría de las pupas están por eclosionar, cerca del día 14, se separa a la población progenitora para evitar que las moscas que van emergiendo se crucen con sus progenitores. Strickberger (1978), señala que para asegurarnos que las moscas sean vírgenes deben de separarse después de 8 horas de haber emergido. Demerec y Kaufmann (1975), señalan que las moscas pueden permanecer vírgenes - hasta 12 horas después de nacidas. En este trabajo las moscas se separaron a las 8 horas de nacidas para asegurarnos de que no tuvieran ninguna experiencia sexual con los progenitores o entre ellas.

Para poder examinar y sexar a las moscas es necesario inmovilizarlas mediante el empleo de eter en los frascos eterizadores. Cuando ya se hayan anestesiadas, se colocan en la platina de vidrio esmerilado para observar al microscopio y poder sexarlas con ayuda del pincel. Las cruzas se llevaron a cabo en cajas de observación de Elens y Wattiaux. Estas tienen una forma típica de sandwich de 15 por 15 cm. de lado. Están hechas de madera con una depresión central cubierta por un vidrio, con un orificio por uno de los lados a través del cual se introducen las moscas con ayuda de la pipeta. El método puede esquematizarse del siguiente modo:



$\sigma \backslash \phi$	M^+	w	w^a	$y^2 w^a$	$y^2 v$	bw	st	yw
M^+					→			
w					→			
w^a					→			
$y^2 w^a$	↓	↓	↓	↓				
$y^2 v$								
bw								
st								
yw								

Representación de todas las posibilidades de cruce que se llevaron al cabo.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Con el objeto de apreciar la relación entre los resultados y la discusión, estos se reúnen en una sola sección dado que así se facilita la comprensión integrada del trabajo.

Una gran variedad de pautas de comportamiento están controladas por pares de genes simples situados en loci ligados en toda la constitución genética del organismo (Ehrman y Parsons, 1976).

Ha sido demostrado en varias investigaciones que, en pruebas de cruzamiento selectivo, los mutantes de Drosophila presentan desventajas al competir con el tipo silvestre. Conolly, Burnet y Sewell (1969), demostraron, en varias ocasiones, que éstos mutantes están en desventaja con el tipo silvestre y que, frecuentemente son eliminados de la población, o bien se reduce gradualmente su frecuencia genética en la población. Esta desventaja ha sido atribuida a un menor valor adaptativo en la competencia por alimento. El comportamiento es también, un componente de ese valor adaptativo, y existe evidencia acerca de que esa desventaja exhibida por los genotipos mutantes se debe a modificaciones en las pautas de apareamiento.

Reed y Reed (1950), establecieron que los mutantes de ojos blancos (w) de D. melanogaster, están en desventaja al competir con el tipo silvestre.

Bastock (1956), a partir de sus trabajos con el mutante yellow (y) de D. melanogaster determinó que al cruzar a éste con el tipo silvestre, habrá poco éxito en la fecundación de las hembras a causa de las modificaciones en algunas partes del cortejo, como sería el caso de la vibración. Ehrman (1964), menciona que la vibración de las alas en el cortejo de D. melanogaster es uno de los componentes más importantes para la realización de la cópula.

Ewing y Manning (1967), asumen que no es posible pensar que las modificaciones del comportamiento sean debidas solamente a un cambio en los pigmentos visuales sino que, las mutaciones pigmentarias podrían tener un efecto pleiotrópico que afectara el comportamiento sexual del macho.

Petit (1959), encontró que los machos silvestres tenían ventaja en el cortejo sobre los machos white y Bar y lo atribuye a la diferencia en el componente de vibración en el cortejo.

En este trabajo se utilizaron mutantes de Drosophila melanogaster que difieren en el color de los ojos, y los resultados obtenidos se refieren al éxito en el cortejo y la cópula, a diferencia de otros trabajos cuyos datos se basan en el porcentaje de fertilidad. Aquí se considera que la aceptación y el rechazo durante el cortejo son tan importantes como la fertilización, ya que, en última instancia, ésta dependerá de como se establece la relación de machos con hembras en función de selección, aceptación y, eventualmente, rechazo.

En el cuadro 1 se muestran los promedios de los cruzamientos para cada experiencia, en cualquier caso hay que recordar que se hicieron 10 repeticiones. La línea diagonal (de la esquina izquierda superior a la esquina derecha inferior), representa las cruzas homogámicas. Las cruces heterogámicas son las que llenan el resto de la cuadrícula.

En el cuadro 2, los resultados del cuadro 1 se presentan como porcentajes con el objeto de facilitar el análisis estadístico de dichos datos.

$O_3 \backslash +O$	M^+	w	w^a	$y^2_{w^a}$	y^2_v	bw	st	yw
M^+	15	11.4	9.1	11.4	11.2	9.0	18.2	13.3
w	10.8	12.4	4.3	4.1	5.5	4.9	7.2	1.3
w^a	2.3	1.7	1.5	2.2	3.1	2.4	1.4	1.1
$y^2_{w^a}$	7.7	4.1	4.4	12.8	3.5	7.4	6.2	3.4
y^2_v	9.9	9.4	0.1	14.2	12.2	5.3	6.2	9.5
bw	11.2	10.8	0.7	7.7	2.3	15.5	2.1	6.7
st	13.4	3.9	6.6	10.1	6.2	9.6	15.0	11.1
yw	0.3	1.4	0	0.7	0	0.6	0	8.1

Cuadro 1.- Promedio de cópulas.

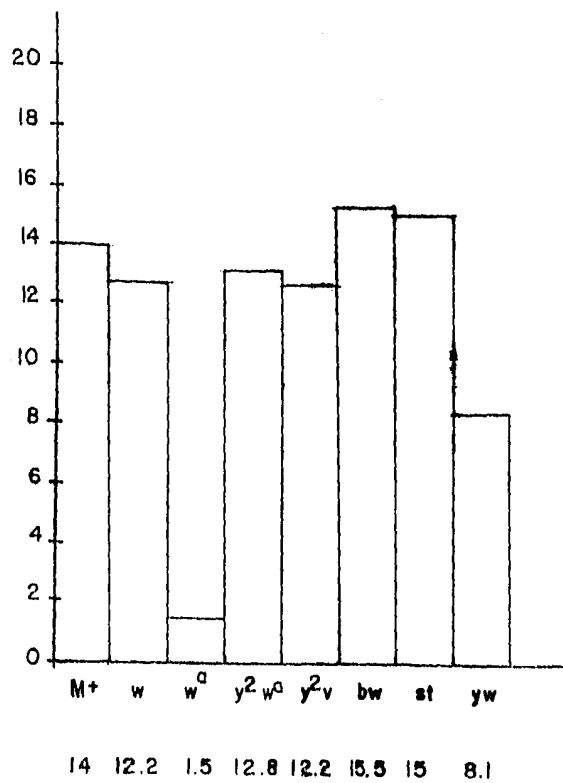
σ^2	M^+	w	w^a	$y^2_{w^a}$	y^2_v	bw	st	yw
M^+	75	57	45.5	57	56	45	91	66.5
w	54	62	21.5	20.5	27.5	24.5	36	6.5
w^a	11.5	8.5	7.5	11	15.5	12	7	5.5
$y^2_{w^a}$	38.5	20.5	22	64	17.5	37	31	17
y^2_v	49.5	47	0.5	71	61	26.5	31	47.5
bw	56	54	3.5	38.5	11.5	77.5	10.5	33.5
st	67	19.5	33	50.5	31	48	75	55.5
yw	1.5	7	0	3.5	0	3	0	40.5

Cuadro 2. Porcentaje de cópulas.

Tabla 1.- Promedio de cruzas homogámicas.

Machos	vs.	Hembras	
M^+		M^+	15
w		w	12.4
w^a		w^a	1.5
$y^2_{w^a}$		$y^2_{w^a}$	12.8
y^2_v		y^2_v	12.2
bw		bw	15.5
st		st	15
yw		yw	8.1

GRAFICA 1- Promedios de cruzas homogámicas



Los datos de la tabla 1 están representados en la gráfica 1, puede observarse que el mayor promedio de cópulas se dá en el mutante bw, siguiéndole el mutante st y el tipo silvestre.

En las gráficas 2 a 9 se representan los datos de todas las cruza heterogámicas de manera recíproca; se incluyen, también, los promedios de las cruza homogámicas para mayor claridad. En la parte izquierda de la gráfica se representan las cruza de cada macho contra todas las hembras, y en la parte derecha, las cruza de cada hembra contra todos los machos.

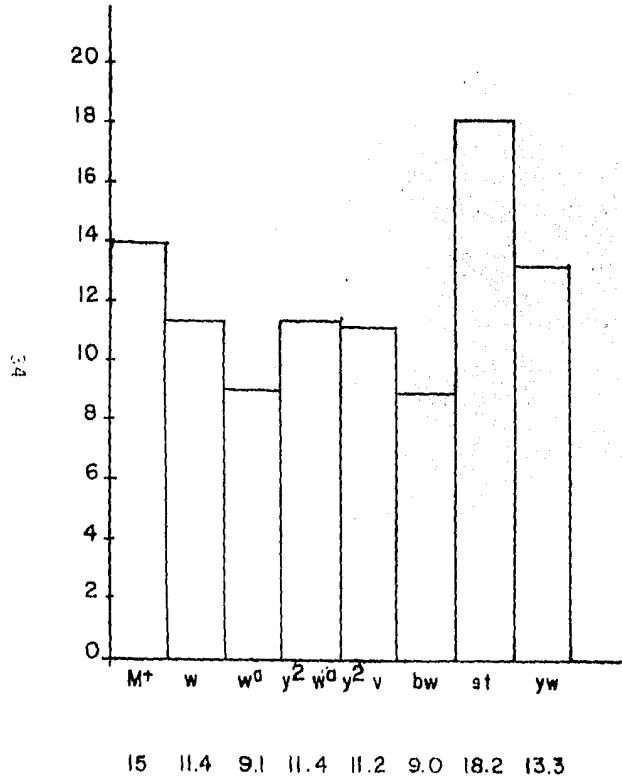
Tabla 2.- Promedio de cópulas para el tipo silvestre (M^+).

Macho M^+ vs Hembra M^+	15	Hembra M^+ vs. Macho M^+	15
w	11.4	w	10.8
w ^a	9.1	w ^a	2.3
y ² w ^a	11.4	y ² w ^a	7.7
y ² v	11.2	y ² v	9.9
bw	9	bw	11.2
st	18.2	st	13.4
yw	13.3	yw	0.3

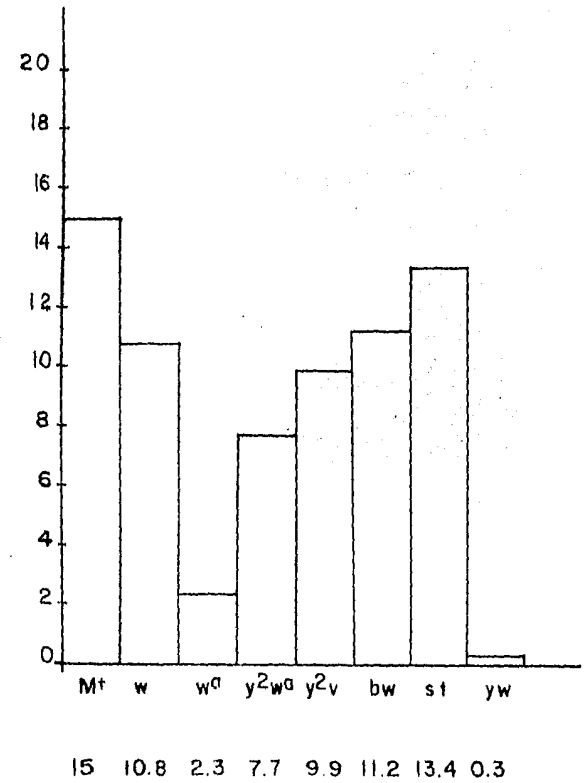
Las cruza del tipo silvestre M^+ representadas en la gráfica 2 a partir de los datos de la tabla 2, muestran que cuando el cruzamiento es del macho con las hembras mutantes, el mayor promedio de cópulas se dá con las hembras M^+ y con las del mutante st, 15 y 18.2 respectivamente. En éstas condiciones experimentales encontramos que el valor de st es superior al de silvestre; en el medio natural son otros mecanismos los que intervienen, pero en general, el tipo silvestre es el mas aceptado por las hembras, tanto por las silvestres como por las mutantes. Los demás promedios apoyan ésta afirmación en las condiciones dadas.

GRAFICA 2^a Comparación de los promedios de cópulas para M+

♂ M+ / ♀



♀ M+ / ♂



En el caso de las cruzas recíprocas, las hembras silvestres contra los machos mutantes, las diferencias en la aceptación son extremas, variando de 0.3 para yw hasta 13.4 de st y 15 de M⁺. Podemos aceptar que las hembras tienen preferencia por los machos silvestres y poco rechazo hacia los machos st, bw e incluso hacia los machos w. Es importante hacer notar que la diversidad de los datos -- tendría que ver mas con una variación poblacional normal y que la influencia de la mutación en forma pleiotrópica es aleatoria.

Tabla 3.- Promedio de cópulas para el mutante white (w).

Macho w vs. Hembra M ⁺	10.8	Hembra w vs. Macho M ⁺	11.4
w	12.4	w	12.4
w ^a	4.3	w ^a	1.7
y ² w ^a	4.1	y ² w ^a	4.1
y ² v	5.5	y ² v	9.4
bw	4.9	bw	10.8
st	7.2	st	3.9
yw	1.3	yw	0.3

Los datos de la tabla 3 se representan en la gráfica 3. Exceptuando a las hembras silvestres y a sus propias hembras, los valores son bastante homogéneos menos en el caso de yw. Podemos considerar que, en general, éstos machos son aceptados por las hembras de todos los mutantes, y dado el tamaño de la muestra no se concede una gran importancia al valor de las hembras yw. En cuanto a las hembras w y su relación tanto con los machos mutantes como con el tipo silvestre, se presenta una variación de tal forma estructurada que podemos asumir dos cosas: primera, que el tamaño de la muestra no es lo suficientemente grande y segunda, que debido a la composición genética, tanto de la hembra w como de los diferentes machos, la selectividad de éstas hembras dependerán de otros factores aparte de los genéticos que determinan estos resultados.

GRAFICA 3- Comparación de los promedios de cópulas para W

♂ W / ♀

♀ W / ♂

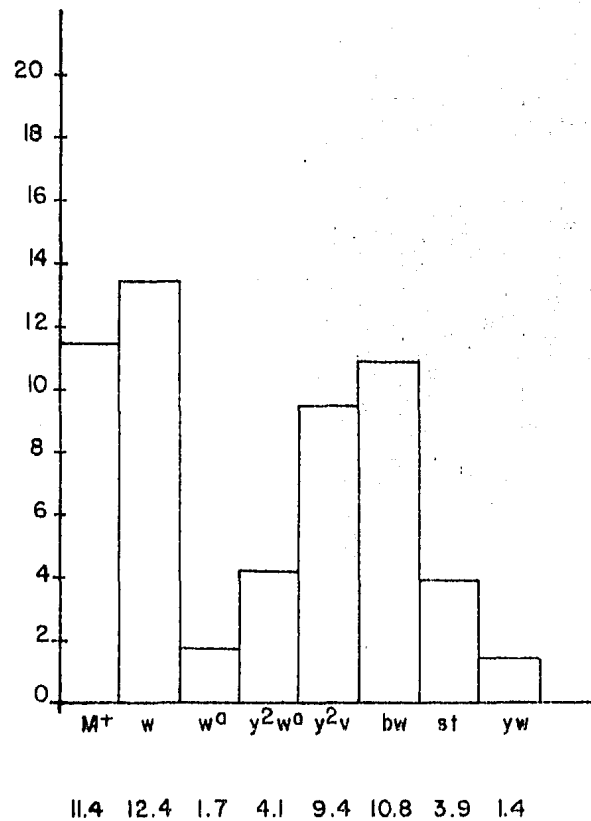
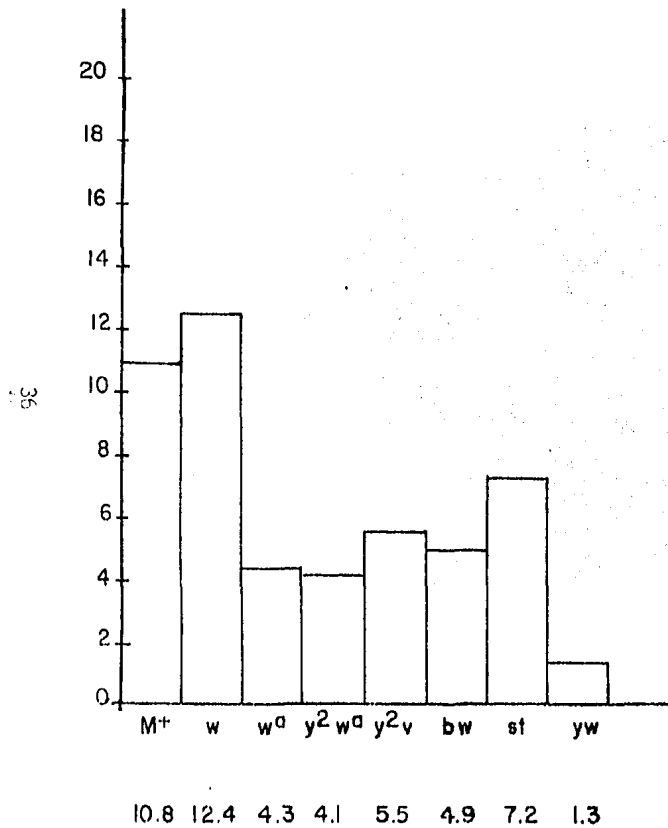


Tabla 4.- Promedio de cópulas para el mutante white-apricot (w^a).

Macho w^a vs. Hembra M^+	2.3	Hembra w^a vs. Macho M^+	9.1
w	1.7	w	4.3
w^a	1.5	w^a	1.5
y^2w^a	2.2	y^2w^a	4.4
y^2v	3.1	y^2v	0.1
bw	2.4	bw	0.7
st	1.4	st	6.6
yw	1.1	yw	0

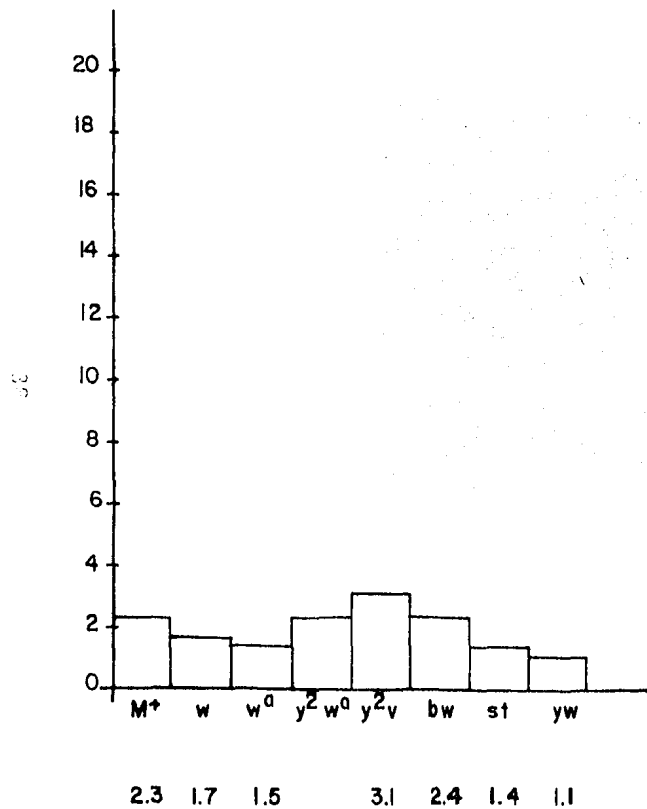
El éxito en el caso de los machos w^a , casi indistintamente es bajo. Evidentemente la combinación w^a representa una desventaja en el cortejo, ya que, el único promedio ligeramente mas alto fue con y^2v de 3.1. En el caso de las hembras, se presenta la misma relación que hemos observado en las tablas anteriores, es decir, una gran variabilidad en los resultados. Las causas de ello pueden ser de la misma índole que las ya mencionadas.

Tabla 5.- Promedio de cópulas para el mutante yellow 2 white-apricot (y^2w^a).

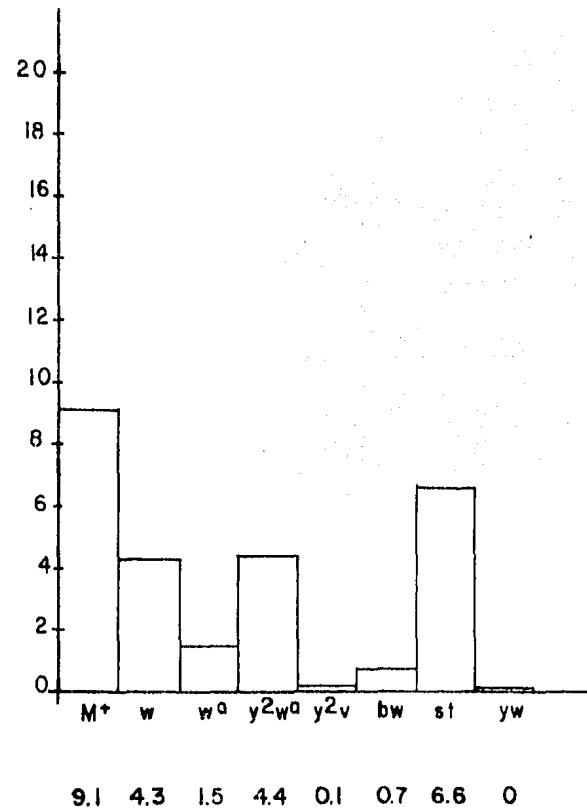
Macho y^2w^a vs. Hembra M^+	7.7	Hembra y^2w^a vs. Macho M^+	11.4
w	4.1	w	4.1
w^a	4.4	w^a	2.2
y^2w^a	12.8	y^2w^a	12.8
y^2v	3.5	y^2v	14.2
bw	7.4	bw	7.7
st	6.2	st	10.1
yw	3.4	yw	0.7

GRAFICA 4- Comparación de los promedios de copulas para W^a

$\sigma^{\rightarrow} W^a / \sigma^{\leftarrow}$



$\sigma^{\leftarrow} W^a / \sigma^{\rightarrow}$

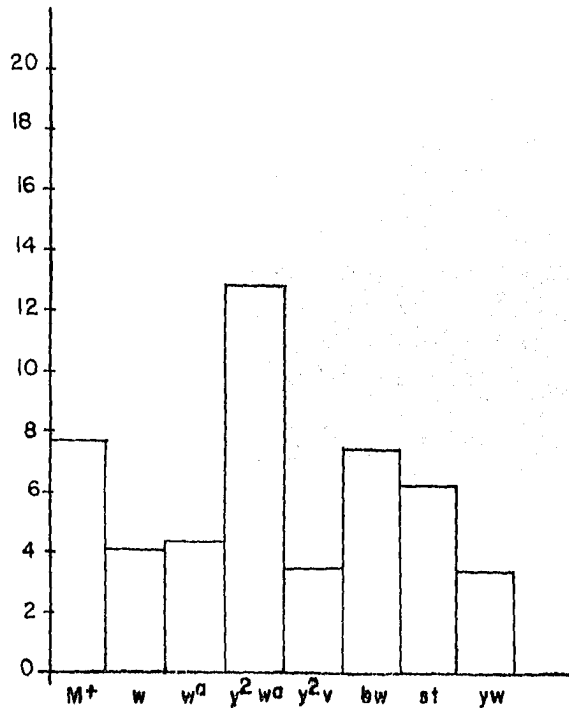


GRAFICA 5- Comparacion de los promedios de cópulas para $Y^2 W^a$

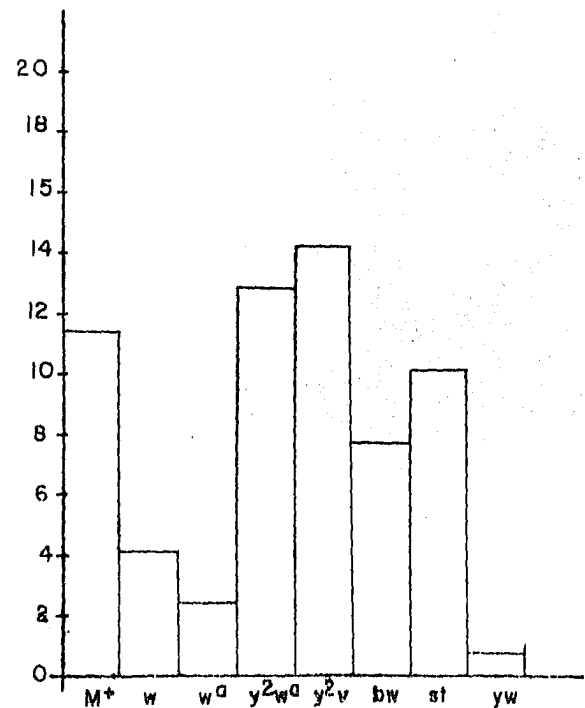
♂ $Y^2 W^a$ / ♀

♀ $Y^2 W^a$ / ♂

39



7.7 4.1 4.4 12.8 3.5 7.4 6.2 3.4



11.4 4.1 2.4 12.8 14.2 7.7 10.1 0.7

En este caso, los machos y^2w^a tienen su mayor éxito con sus hembras y con las hembras silvestres. Se esperaría que, dada la composición genética de éstos machos, tuviesen un éxito mayor con las hembras w^a , y^2v y, eventualmente, yw sin embargo esto no ocurre así. Por otro lado, cuando las hembras son y^2w^a aceptan de manera determinante a los machos y^2v , mas aún que a los propios o al tipo M^+ ; ésto que parecería una respuesta lógica a la pregunta de porqué no ocurrió con los machos, se tiene que desechar debido a que los valores de éstas hembras con respecto a w^a (2.2) y yw (0.7) son los más bajos de los resultados.

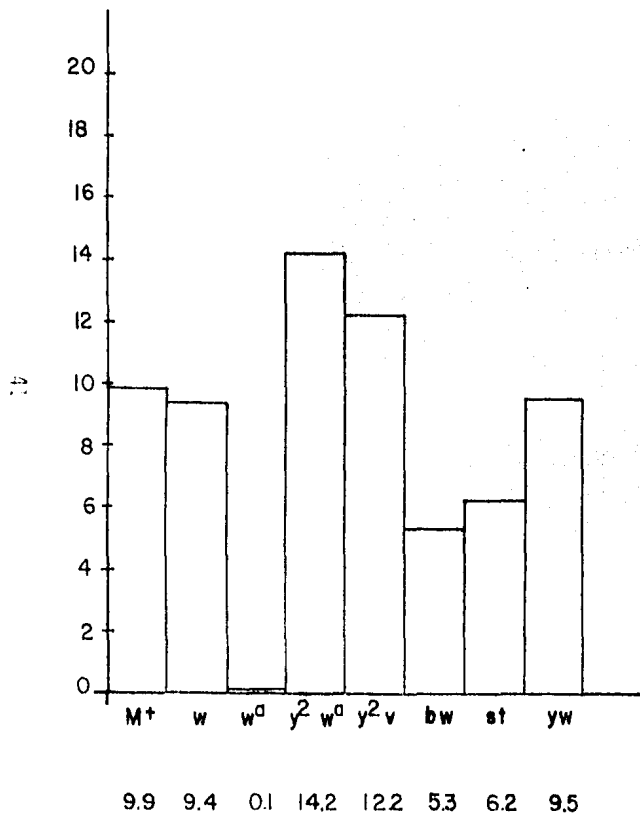
Tabla 6.- Promedio de cópulas para el mutante yellow 2 vermillion (y^2v).

Macho y^2v vs. Hembra M^+		Hembra y^2v vs. Macho M^+	
	9.9		11.2
w	9.4	w	5.5
w^a	0.1	w^a	3.1
y^2w^a	14.2	y^2w^a	3.5
y^2v	12.2	y^2v	12.2
bw	5.3	bw	2.3
st	6.2	st	6.2
yw	9.5	yw	0

Los datos de la tabla 6 representados en la gráfica 6 confirman al menos un hecho: que independientemente de las mutaciones, tanto los machos como las hembras silvestres se mantienen homogéneos sus valores en lo referente tanto a éxito en la cópula como a aceptación de las hembras para los machos mutantes y viceversa. En ésta tabla, los machos y^2v tienen un promedio sumamente bajo respecto a las hembras w^a , pero con las hembras y^2w^a el éxito es mayor que con sus propias hembras. Hay que destacar que, por primera vez, se observa un promedio alto con las hembras yw (9.5). Esto contrasta con el nulo éxito que tienen los machos yw con las hembras y^2v (0). Respecto a los demás machos donde esperaríamos alguna variación favorable como sería y^2w^a , el valor obtenido es de poca significación.

GRAFICA 6- Comparación de los promedios de cópulas para $Y^2 V$

♂ $Y^2 V / ♀$



♀ $Y^2 V / ♂$

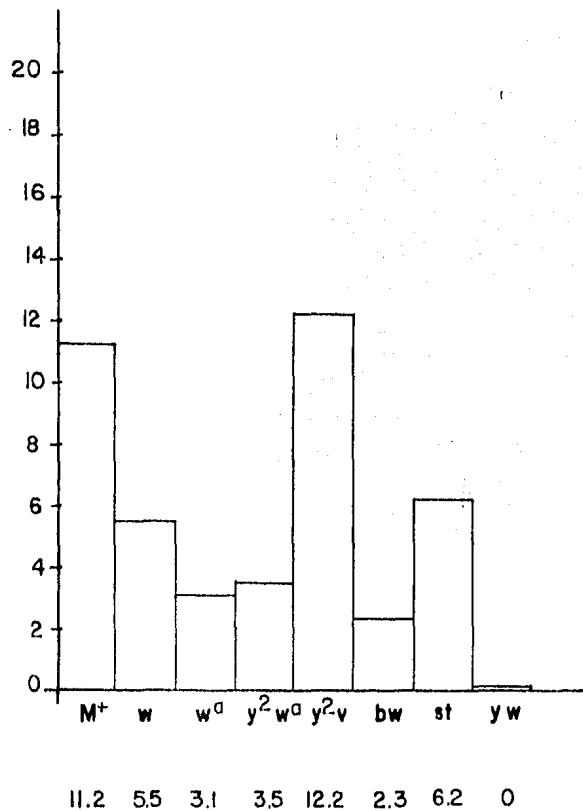


Tabla 7.- Promedio de cópulas para el mutante brown (bw).

Macho <u>bw</u> vs. Hembra M^+		Hembra <u>bw</u> vs. Macho M^+	
	11.2		9
w	10.8	w	4.9
w^a	0.7	w^a	2.4
$y^2 w^a$	7.7	$y^2 w^a$	7.4
$y^2 v$	2.3	$y^2 v$	5.3
<u>bw</u>	15.5	<u>bw</u>	15.5
<u>st</u>	2.1	<u>st</u>	9.6
yw	11.1	yw	0.6

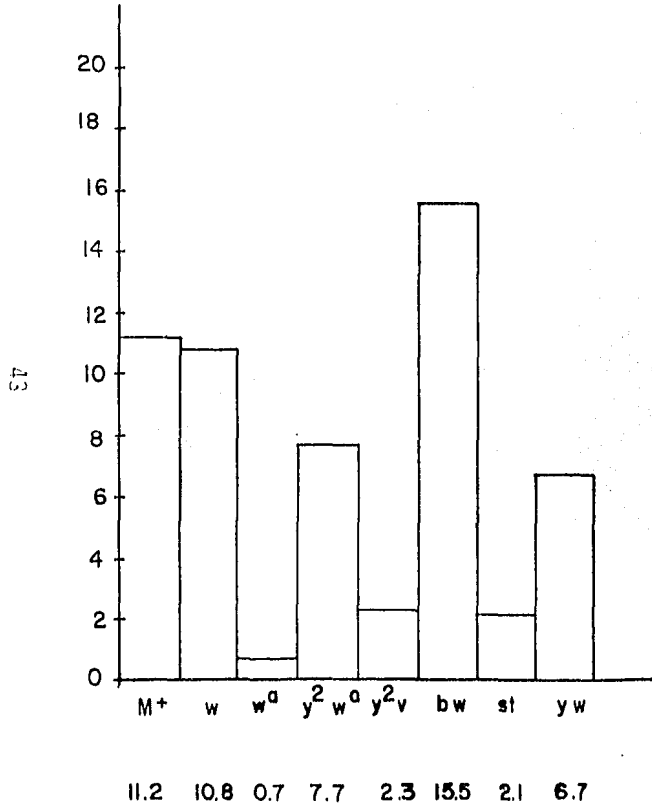
En general los machos bw son bien aceptados por las hembras, a excepción de w^a . Se encuentra aquí un valor de 11.1 para yw lo cual indica bastante aceptación por estas hembras. El promedio con sus mismas hembras es uno de los más altos obtenidos, incluso mayor que el de silvestre con silvestre. En cuanto a las hembras bw, los promedios mayores son los de silvestre y st, destacando el hecho de que en st, cuando las hembras se cruzan con los machos bw el promedio fue uno de los más bajos; yw, en el caso de los machos con respecto a las hembras bw sigue siendo bajo, lo que contrasta con el caso contrario, en el que las hembras aceptaron con facilidad a los machos bw.

Tabla 8.- Promedio de cópulas para el mutante scarlet (st).

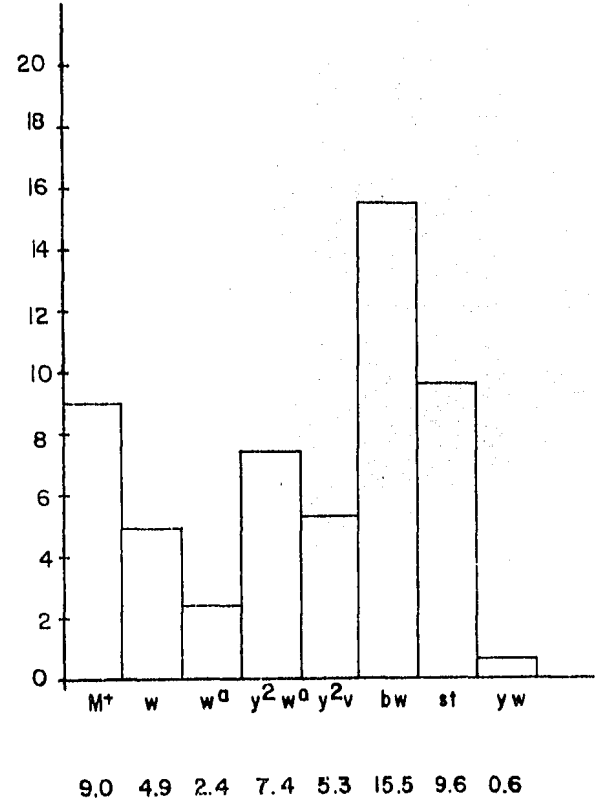
Macho <u>st</u> vs. Hembra M^+		Hembra <u>st</u> vs. Macho M^+	
	13.4		18.2 ✓
w	3.9	w	7.2
w^a	6.6	w^a	1.4
$y^2 w^a$	10.1	$y^2 w^a$	6.2
$y^2 v$	6.2	$y^2 v$	6.2
<u>bw</u>	9.6	<u>bw</u>	2.1
<u>st</u>	15	<u>st</u>	15
yw	11.1	yw	0

GRAFICA 7- Comparación de los promedios de cópulas para bw

♂ bw / ♀

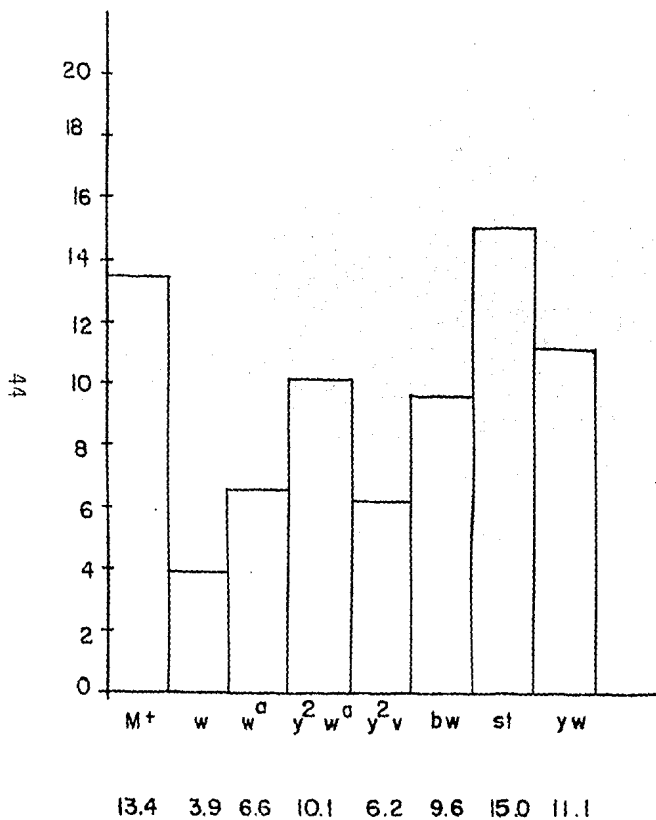


♀ bw / ♂

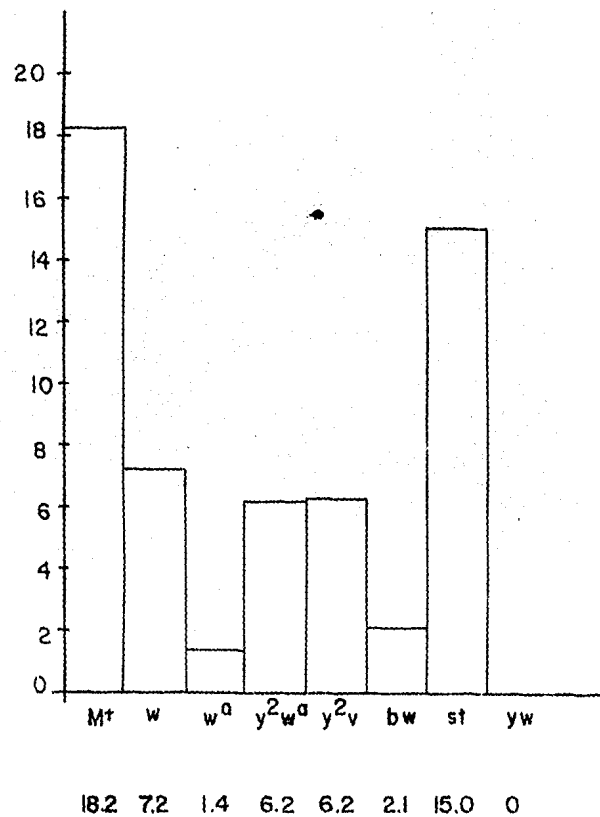


GRAFICA 8- Comparación de los promedios de cópulas para st

♂st / ♀



♀st / ♂



En el caso de st, tabla 8, gráfica 8, los machos de este mutante presentan un gran éxito con las hembras en general, exceptuando w, sobre todo con silvestre, y^2w^a y yw. Evidentemente este mutante es el que menos diferencia ha presentado en todas las experiencias con el tipo silvestre. Podemos, por los datos obtenidos, considerar que no hay una diferencia significativa entre ambos. Para las hembras st, los resultados son similares a los obtenidos con las demás hembras mutantes, a excepción de la gran aceptación de los machos silvestres que supera, incluso, las cruza homogámicas para st y silvestre.

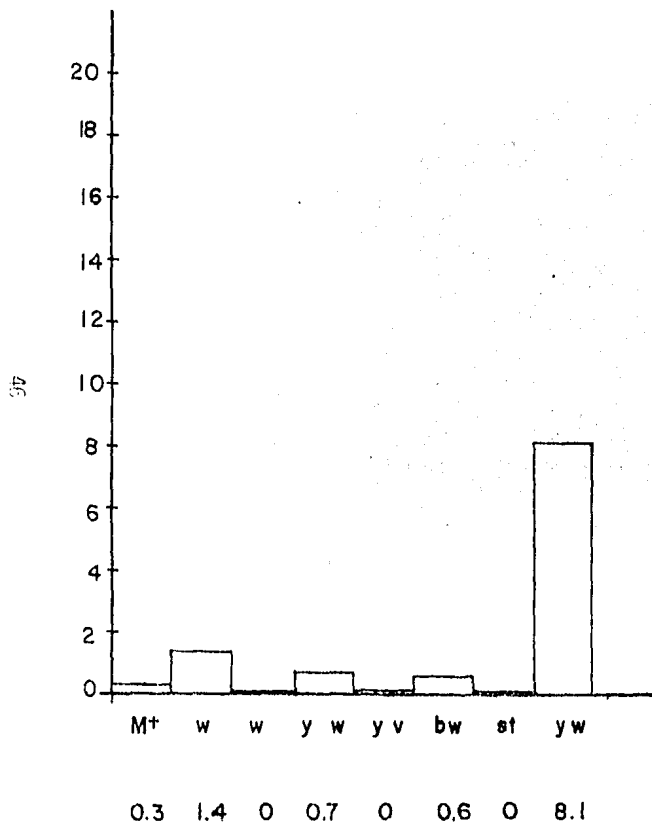
Tabla 9.- Promedio de cópulas para el mutante yellow-white (yw).

Macho yw vs. Hembra M ⁺		Hembra yw vs. Macho M ⁺	
	0.3		13.3
w	1.4	w	1.3
w ^a	0	w ^a	1.1
y ² w ^a	0.7	y ² w ^a	3.4
y ² v	0	y ² v	9.5
bw	0.6	bw	6.7
st	0	st	11.1
yw	8.1	yw	8.1

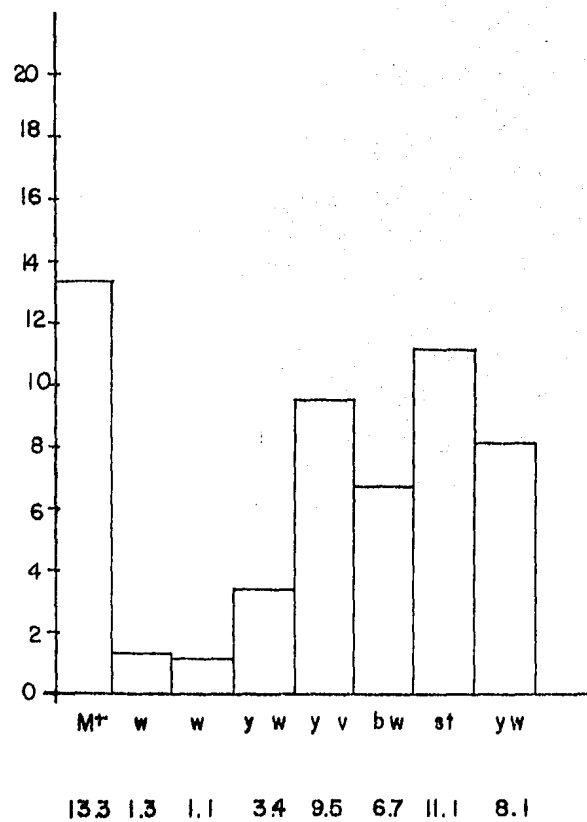
El mutante yw representa el caso más interesante de éste análisis, considerando que su valor homogámico es bajo (8.1), en el caso de los machos el valor más alto es con las hembras w (1.4) lo cual nos indica una deficiencia de estos machos en la cual se podrían asociar el tipo de mutaciones con una alteración observable del comportamiento como es en este caso la falta de éxito en el cortejo. Con las hembras yw, los machos de mayor éxito fueron el tipo silvestre y el st, con éxito relativo y^2v y el resto fueron valores tan bajos que confirman, de manera clara, el hecho observado en las tablas anteriores respecto a la respuesta tan variada dada por las hembras mutantes, hecho que no ocurre con las hembras silvestres, cuyos valores fueron siempre más homogámicos.

GRAFICA 9- Comparación de los promedios de copulas para yw

♂yw / ♀



♀yw / ♂



Por medio de los siguientes métodos estadísticos: la media (\bar{x}), la desviación estandar (S) y la varianza (S^2) se obtuvo la información habitual para muestras de poblaciones como las observadas y registradas en este trabajo.

En el cuadro 3 se representan los valores estadísticos obtenidos para las cru--zas de los machos contra las hembras mutantes; en el cuadro 4 se representan los valores para las cruza recíprocas, es decir, cada una de las hembras contra to dos los machos mutantes.

En el cuadro 3 los valores de media, desviación estandar y varianza indican claramente un predominio de los machos silvestres, lo cual coincide con lo espera--do respecto al valor adaptativo que, suponemos, tienen estos organismos en el -medio natural y que se manifiestan en esta situación experimental.

En orden decreciente, están los mutantes st y y²v, los cuales, dentro de cier--tos límites se consideran con éxito. Los valores para los otros mutantes son muy variables y no representan una constante que nos indique la presencia de dife--rencias significativas, por lo que se puede considerar que las variaciones ob--servadas en estas muestras son parte de la variación total de la población.

Los datos del cuadro 4 demuestran poca variación en cuanto a la media y la des--viación estandar, por ejemplo, los valores de desviación estandar varían entre 3.3 y 6.5 lo que significa, probablemente, que la selección que ejercen las hembras es menos variable; esto significa que las hembras ejercerían una forma de selección independiente del tipo de macho que las corteje, y en consecuencia, dentro de ciertos límites, para las hembras los machos representarían, en éste supuesto, parte de la variación poblacional de la muestra.

Cuadro 3.- Representación de los valores estadísticos para las cruzas de los machos contra las hembras.

	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR POBLACIONAL	DESVIACION ESTANDAR DE LA MUESTRA	VARIANZA
	\bar{x}	s^p	s	s^2
Machos M ⁺ vs. Hembras	12.32	2.89	3.09	9.54
Machos w vs. Hembras	6.3	3.44	3.67	13.46
Machos w ^a vs. Hembras	1.96	0.61	0.65	0.42
Machos y ² w ^a vs. Hembras	6.18	2.95	3.16	9.98
Machos y ² v vs. Hembras	8.35	4.12	4.4	19.36
Machos bw vs. Hembras	7.12	4.88	5.20	27.04
Machos st vs. Hembras	9.50	3.5	3.8	14.44
Machos yv vs. Hembras	1.4	2.6	2.8	7.84

En todos los casos el número de datos es de 8.

Cuadro 4.- Representación de los valores estadísticos para las cruzas de las hembras contra los machos.

	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR POBLACIONAL	DESVIACION ESTANDAR DE LA MUESTRA	VARIANZA
	\bar{x}	s^p	s	s^2
Hembras M ⁺ vs. Machos	8.8	4.86	5.15	26.52
Hembras w vs. Machos	6.88	4.3	4.6	21.16
Hembras w ^a vs. Machos	3.33	3.11	3.33	11.08
Hembras y ^{2w^a} vs. Machos	7.9	4.73	5.06	25.60
Hembras y ^{2v} vs. Machos	5.5	4.0	4.27	18.23
Hembras bw vs. Machos	6.8	4.4	4.7	22.09
Hembras st vs. Machos	7.0	6.0	6.5	42.25
Hembras yw vs. Machos	6.8	4.2	4.5	20.25

En todos los casos el número de datos es de 8.

Con base en los porcentajes de cópulas se aplicó el índice de aislamiento de Stalker (Ehrman y Parsons, 1976). Este índice se usa en los casos de cruzamientos homogámicos y heterogámicos, considerándose en unos casos la inseminación y en otros la descendencia como las medidas para el registro.

Petit (1955), desarrolló un tratamiento diferente, en el cual el coeficiente de aislamiento sexual se define como la probabilidad para una hembra de ser fecundada por un macho silvestre o por un mutante, y se representa de la siguiente forma;

$$K = \frac{P}{Q} \frac{q}{p}$$

donde p es la frecuencia de machos mutantes en la población, q es la frecuencia de machos silvestres; P es la frecuencia de hembras fecundadas por un macho mutante y Q la frecuencia de hembras fecundadas por un macho silvestre.

Recordando que el objeto de este trabajo es determinar el significado que tienen las mutaciones dentro de una población, es decir, que tan lejos o cerca están del silvestre, se usó la clasificación de Spieth (1968) en su primer caso (p.20 de este trabajo). Se transformaron los índices de aislamiento tomando como base los porcentajes de cópulas; éstos se determinaron usando la siguiente fórmula:

$$b_{1,2} = \frac{P_{1,1} - P_{1,2}}{P_{1,1} + P_{1,2}}$$

donde $b_{1,2}$ representa el índice de aislamiento total; $P_{1,1}$ representa los valores para las cruzas homogámicas y $P_{1,2}$ para las cruzas heterogámicas.

Este cálculo fue propuesto por Stalker en 1942. El índice de aislamiento (Levene, 1949), se considera +1 para el aislamiento total; de 0 cuando no hay aislamiento y de -1 para las cruzas entre líneas diferentes solamente.

Para abundar en esto, Bateman (1949), considera que, si todos los apareamientos son dentro de una línea, el índice es de +1, si son entre líneas diferentes es de -1, y si se dan por igual es de 0.

De la gráfica 10 a la 17 se representan los índices de aislamiento para todos los mutantes. En el lado izquierdo los de las cruza de machos contra hembras, y en el derecho los índices de las cruza recíprocas, o sea, de las hembras con tra los machos.

Tabla 10.- Índices de aislamiento para el tipo silvestre (M^+).

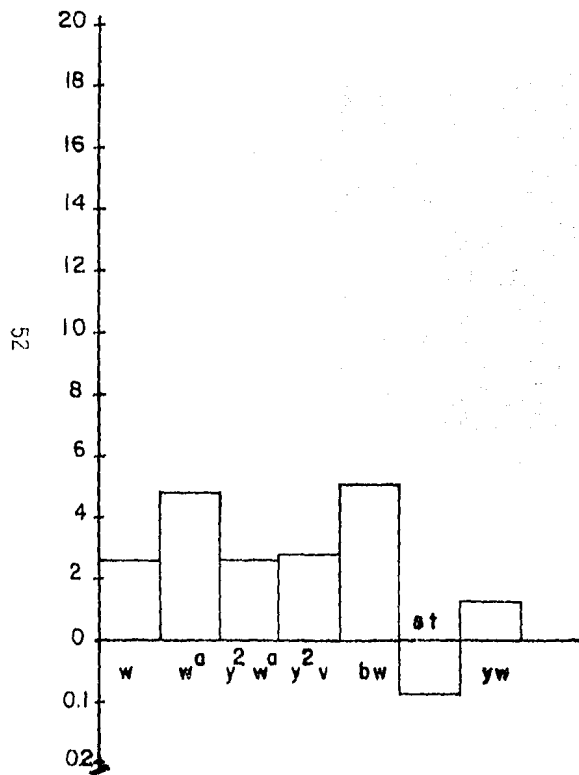
Machos	Hembras	I.A.	Hembras	Machos	I.A.
M^+	w	0.13	M^+	w	0.16
"	w^a	0.24	"	w^a	0.73
"	y^2w^a	0.13	"	y^2w^a	0.32
"	y^2v	0.14	"	y^2v	0.20
"	bw	0.25	"	bw	0.14
"	st	-0.09	"	st	0.05
"	yw	0.06	"	yw	0.96

En el caso de los índices de aislamiento de los machos silvestres contra las hembras mutantes representado en el lado izquierdo de la gráfica 10, se observa que éstos son fácilmente aceptados por las hembras mutantes, ya que todos los índices de aislamiento son menores de 0.25, incluso se presenta el caso de las hembras st que dá un valor negativo, lo que significa que éstas prefieren cruzarse con los machos silvestres que con sus mismos mutantes.

En el lado derecho de esta misma gráfica se representan los índices de aislamiento de las hembras silvestres con los machos mutantes, y aquí si se observa un gran aislamiento en el caso del mutante yw con un valor muy cercano a +1, lo que se interpreta como rechazo de las hembras hacia estos machos. Otro índice considerable es el presentado por el mutante w^a que también se encuentra muy cercano al aislamiento total. El resto de los índices está por debajo de 0.35 lo que implica una aceptación bastante regular de estos machos por las hembras silvestres. En resumen, los machos M^+ son aceptados por todas las hembras, mientras que las hembras M^+ no aceptan a los machos mutantes.

GRAFICA 10- Indices de aislamiento para M+

♂ M+ / ♀



♀ M+ / ♂

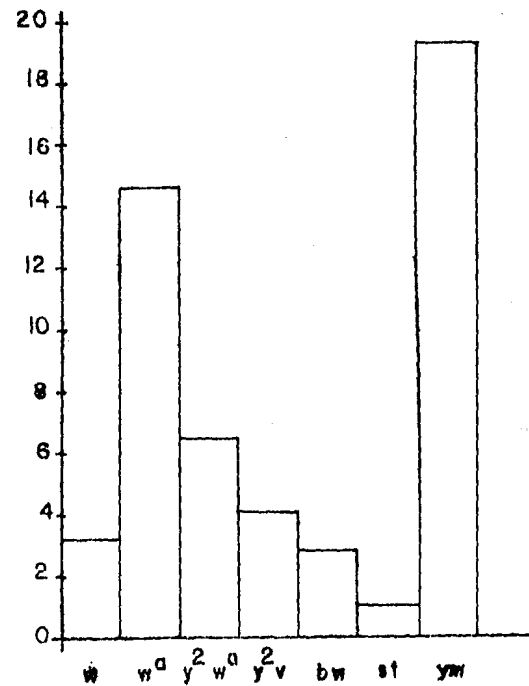


Tabla 11.- Índices de aislamiento para el mutante w (w).

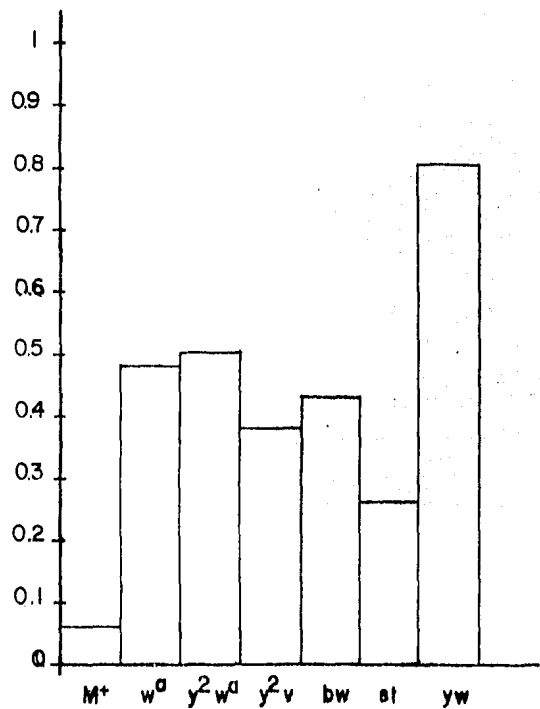
Machos	Hembras	I.A.	Hembras	Machos	I.A.
w	M^+	0.06	w	M^+	0.04
"	w^a	0.48	"	w^a	0.47
"	$y^2_{w^a}$	0.50	"	$y^2_{w^a}$	0.50
"	y^2_v	0.38	"	y^2_v	0.13
"	bw	0.43	"	bw	0.06
"	st	0.26	"	st	0.52
"	yw	0.80	"	yw	0.79

Los índices de aislamiento para el mutante w se muestran en la tabla 11, y se representan en la gráfica 11. En el caso de los machos puede verse que son aceptados fácilmente por las hembras M^+ (I.A. 0.06), pero casi no son aceptados por las hembras yw (I.A. 0.80). El resto de los índices fluctúa entre 0.25 y 0.50, es decir, las cruces se presentan de una manera bastante homogénea.

En el caso recíproco, de las hembras w con los machos mutantes, puede observarse que éstas aceptan con bastante facilidad a los machos M^+ , y^2_v y bw, pero casi no aceptan a los yw, lo cual da un índice de aislamiento para éstos bastante cercano a +1. Los índices de los otros machos mutantes están alrededor de 0.50 lo que implica una aceptación mediana de las hembras w para éstos machos.

GRAFICA II - Indices de aislamiento para W

♂ W / ♀



♀ W / ♂

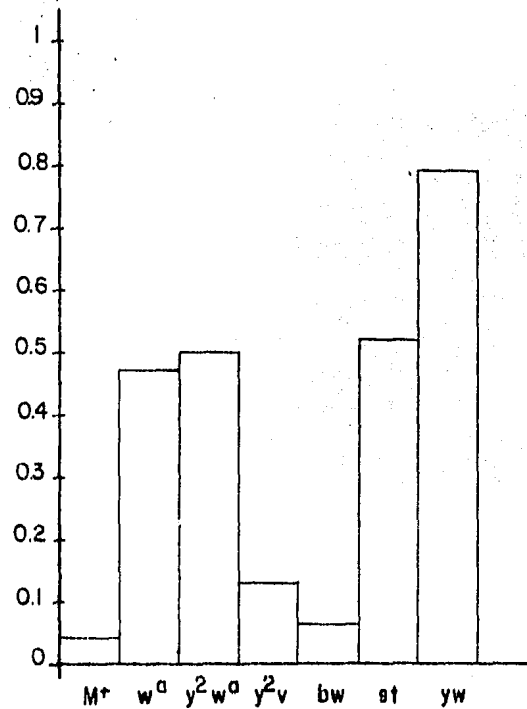


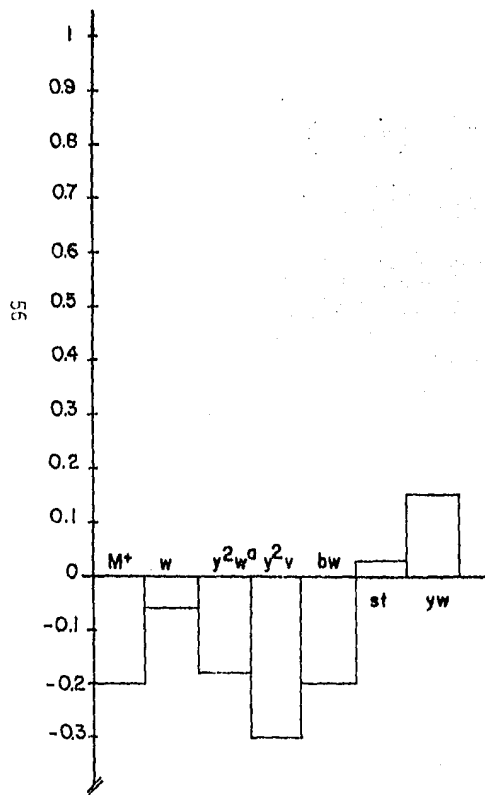
Tabla 12.- Indices de aislamiento para el mutante white-apricot (w^a).

Machos	Hembras	I.A.	Hembras	Machos	I.A.
w^a	M^+	-0.20	w^a	M^+	-0.70
"	w	-0.06	"	w	-0.48
"	$y^2_{w^a}$	-0.18	"	$y^2_{w^a}$	-0.49
"	y^2_v	-0.30	"	y^2_v	0.87
"	bw	-0.20	"	bw	0.36
"	st	0.03	"	st	-0.60
"	yw	0.15	"	yw	1

En el caso del mutante w^a cuyos valores se dan en la tabla 12 y se representan en la gráfica 12 es de notar que se presentan índices de aislamiento negativos con la mayoría de las hembras mutantes e incluso, con las M^+ . Los índices son cercanos a cero para los mutantes st y yw , lo que significa que no hay aislamiento, el resto de los índices son negativos; ésto significa que los machos w^a tienen ligera tendencia hacia las cruzas heterogámicas. Con las hembras que --mas se cruzó este mutante fueron con las yw , M^+ , bw (I.A. -0.30, -0.20 y -0.20 respectivamente). En el caso de los índices de las cruzas de las hembras w^a con los machos mutantes la tendencia es hacia las cruzas heterogámicas, con los índices muy altos para silvestre, w , $y^2_{w^a}$ y st (I.A. -0.70, -0.48, -0.49 y -0.60 respectivamente). Aquí los machos yw están completamente aislados de las hembras con un valor igual a +1.

GRAFICA 12r Indices de aislamiento para W^o

♂ W^o / ♀



♀ W^o / ♂

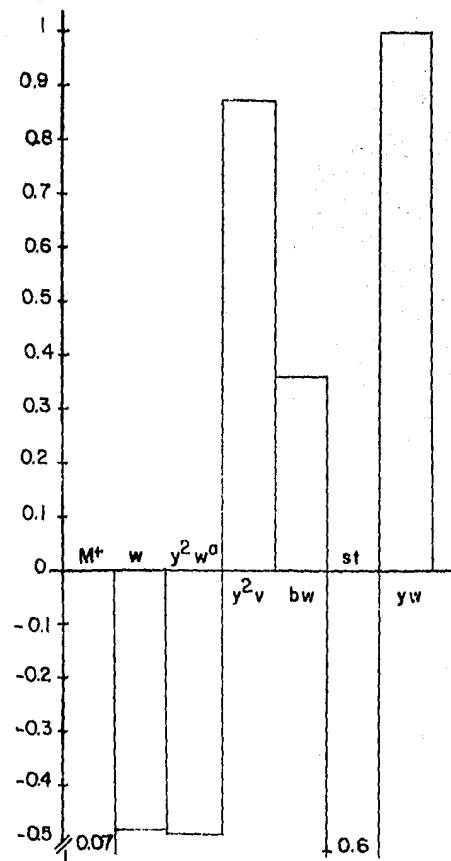


Tabla 13.- Índices de aislamiento para el mutante yellow 2 white-apricot (y^2w^a).

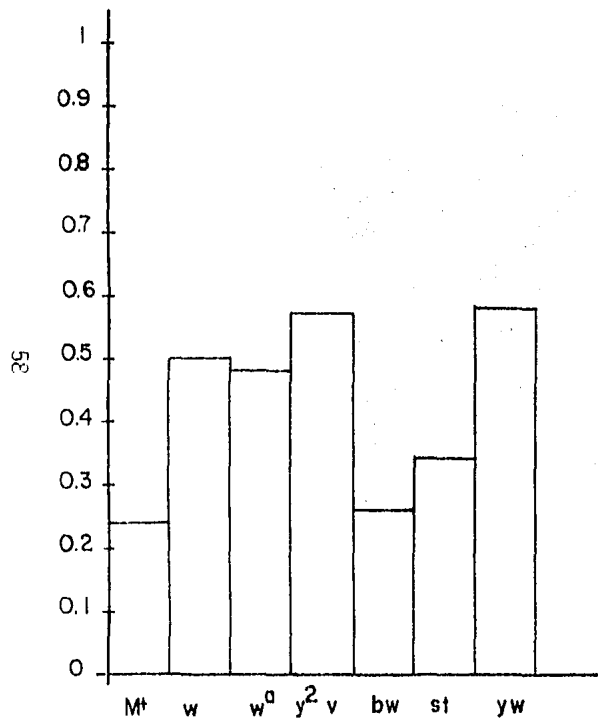
Machos	Hembras	I.A.	Hembras	Machos	I.A.
y^2w^a	M^+	0.24	y^2w^a	M^+	0.05
"	w	0.50	"	w	0.50
"	w^a	0.48	"	w^a	0.70
"	y^2v	0.57	"	y^2v	-0.05
"	bw	0.26	"	bw	0.24
"	st	0.34	"	st	0.11
"	yw	0.58	"	yw	0.89

Los valores para el índice de aislamiento del mutante y^2w^a se resumen en la tabla 13 y se representan en la gráfica 13. En lo que respecta a los machos mutantes los índices de aislamiento son bastante homogéneos y no presentan una variación muy drástica, incluyendo a las hembras silvestres. Por el contrario, se sitúan estos índices de 0.24 a 0.58, lo que nos indica un aislamiento relativo. Así se puede decir que en éste caso depende de muchos otros factores el éxito en la cópula, y no exclusivamente de la calidad del mutante.

Para las cruzas recíprocas, la variación en los índices de aislamiento que va desde -0.05 hasta 0.89 representa una selección por éstas hembras que varía al azar, exceptuando su aceptación hacia los machos M^+ .

GRAFICA 13- Indices de aislamiento para $\underline{Y^2 W^a}$

$\text{♂ } Y^2 W^a / \text{♀}$



$\text{♀ } Y^2 W^a / \text{♂}$

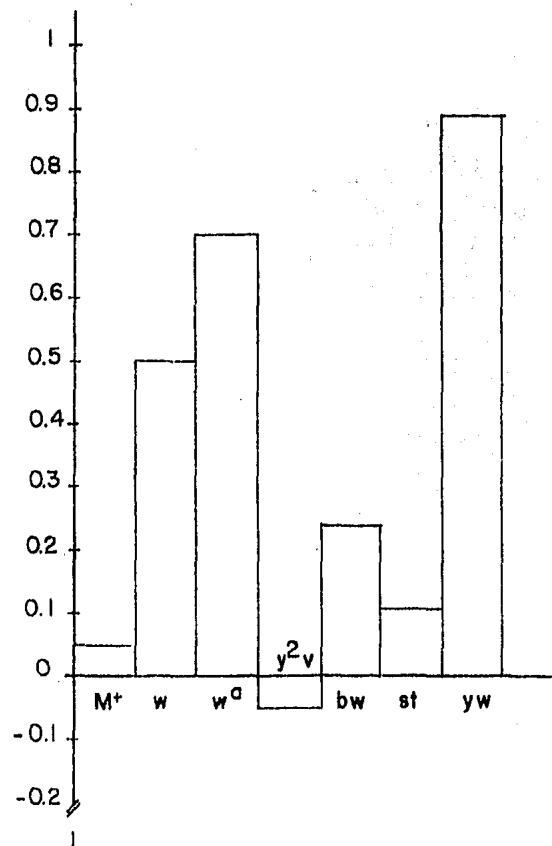


Tabla 14.- Indices de aislamiento para el mutante yellow 2 vermillion (y^2v).

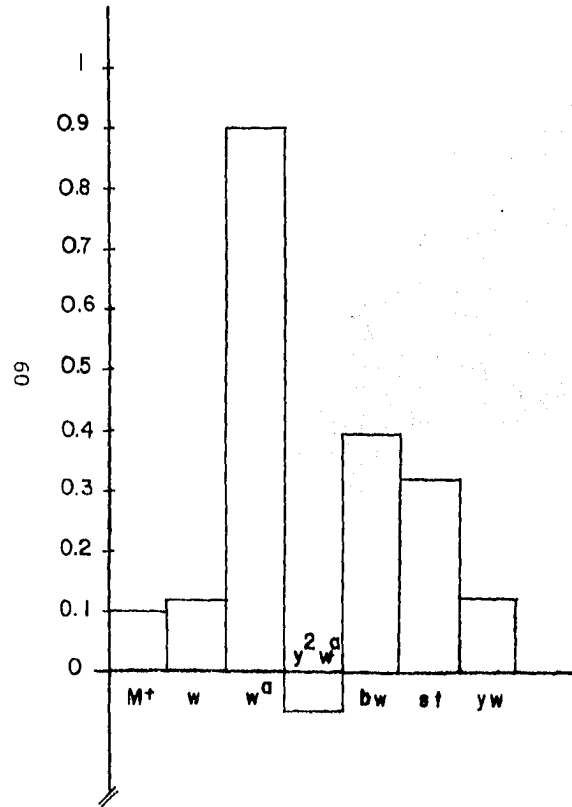
Machos	Hembras	I.A.	Hembras	Machos	I.A.
y^2v	M^+	0.10	y^2v	M^+	0.04
"	w	0.12	"	w	0.37
"	w^a	0.90	"	w^a	0.59
"	y^2w^a	-0.07	"	y^2w^a	0.55
"	bw	0.39	"	bw	0.68
"	st	0.32	"	st	0.32
"	yw	0.12	"	yw	1

Los índices de aislamiento del mutante y^2v se representan en la gráfica 14 y se observa, en el caso de las cruzas de los machos con las hembras que, aquellos se cruzan muy fácilmente con las hembras M^+ , w y yw, cuyos índices de aislamiento son muy cercanos a cero (no hay aislamiento, lo que puede significar que -- las cruzas son totalmente al azar). Sin embargo, se ven índices muy cercanos a +1, que corresponde al mutante w^a y también un índice negativo, el de y^2w^a . o sea que, éstos machos se cruzan preferencialmente con las hembras y^2w^a .

En cuanto a las cruzas de las hembras y^2v con los machos mutantes, se ve que los mas aceptados por las hembras son los silvestres con un índice de aislamiento de 0.40, pero los machos yw no son aceptados por ninguna hembra, presentando un índice de aislamiento de +1. No se presenta ningún valor negativo, o sea, que no hay tendencia a los cruzamientos heterogámicos. El resto de los índices fluctúa entre 0.30 y 0.70 que indica una aceptación bastante regular por parte de éstas hembras a los machos mutantes; los machos silvestres son los mejor aceptados.

GRAFICA 14- Indices de aislamiento para $\underline{Y^2 V}$

$\sigma Y^2 V / \phi$



$\phi Y^2 V / \sigma$

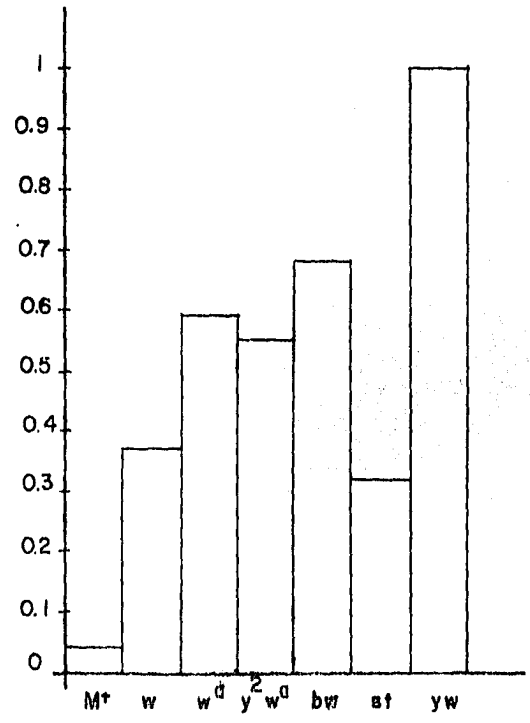


Tabla 15.- Índices de aislamiento para el mutante brown (bw).

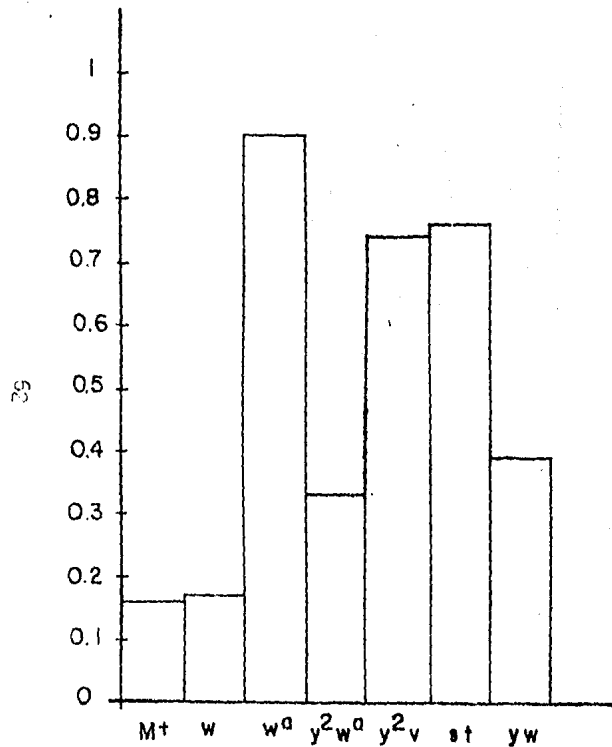
Machos	Hembras	I.A.	Hembras	Machos	I.A.
bw	M ⁺	0.16	bw	M ⁺	0.26
"	w	0.17	"	w	0.51
"	w ^a	0.90	"	w ^a	0.73
"	y ² w ^a	0.33	"	y ² w ^a	0.35
"	y ² v	0.74	"	y ² v	0.49
"	st	0.76	"	st	0.23
"	yw	0.39	"	yw	0.92

Los índices de aislamiento de los machos bw con las hembras mutantes se presentan en la gráfica 15, y todos son mayores que 0. Hay muy poco aislamiento con las hembras M⁺ y w (I.A. 0.16 y 0.17 respectivamente), pero los índices con respecto a los mutantes y²v, st y w^a son mayores de 0.75, lo que significa bastante aislamiento con las hembras portadoras de estas mutaciones.

En las cruzas de las hembras bw con los machos mutantes, son positivos todos los valores de los índices. Los machos w^a y yw tienen unos índices de aislamiento de 0.73 y 0.92 respectivamente, lo que representa una tendencia fuerte hacia el aislamiento. En general, las hembras bw solo aceptan a los machos silvestres y a los st (I.A. 0.26 y 0.23 respectivamente).

GRAFICA 15r Indices de aislamiento para bw

♂ bw / ♀



♀ bw / ♂

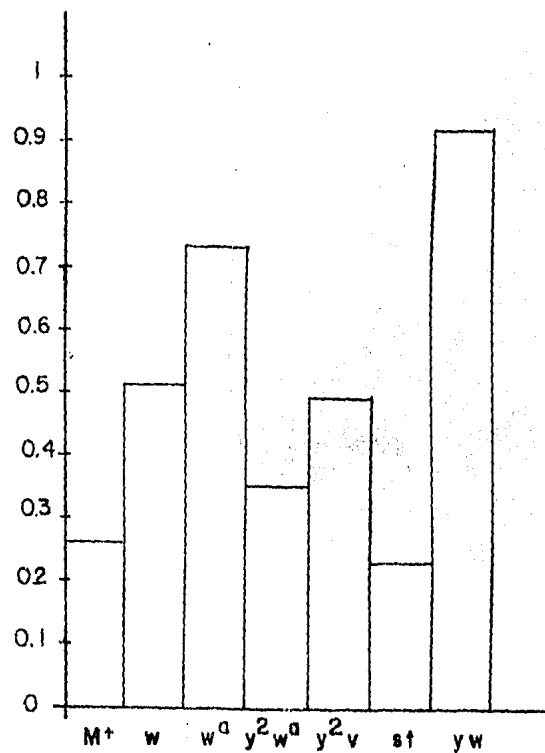


Tabla 16.- Índices de aislamiento para el mutante scarlet (st).

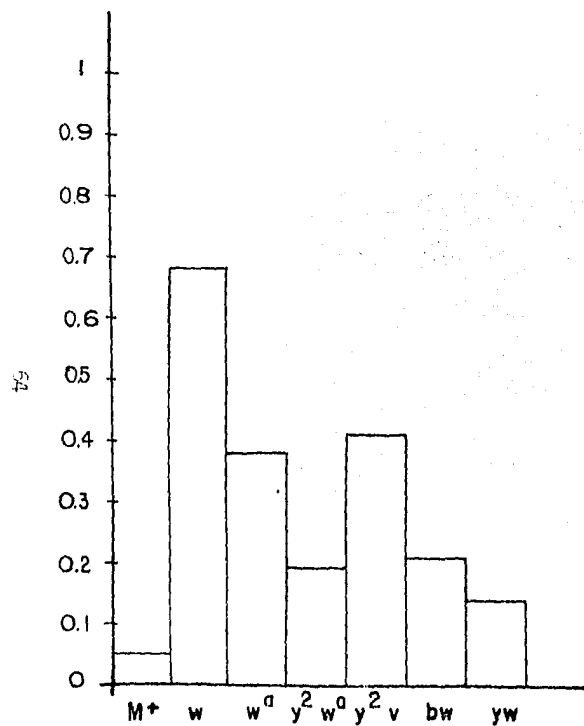
Machos	Hembras	I.A.	Hembras	Machos	I.A.
st	M ⁺	0.05	st	M ⁺	-0.09
"	w	0.58	"	w	0.35
"	w ^a	0.38	"	w ^a	0.82
"	y ² _{w^a}	0.19	"	y ² _{w^a}	0.41
"	y ² _v	0.41	"	y ² _v	0.41
"	bw	0.21	"	bw	0.75
"	yw	0.14	"	yw	1

Los índices de aislamiento para el mutante st se representan en la gráfica 16. Contra lo que pudiera pensarse por los datos de porcentajes y estadísticos tratados al principio de estos resultados, para el índice de aislamiento los valores de los machos st con respecto a las hembras mutantes son similares a los de más mutantes ya analizados. Esto significa que todos los índices tienden al -- aislamiento variando de 0.14 a 0.58, para las hembras silvestres el índice de aislamiento es de 0.05 lo cual confirma la aceptación mutua que tiene este mutante con el tipo M⁺. El valor mas alto 0.58 corresponde al mutante w y podría caer dentro de la variación de la muestra.

Para las hembras st, se repite el mismo fenómeno que con los machos silvestres, si bien el valor es negativo (-0.09), es cercano al recíproco de 0.05, lo cual se puede interpretar como una cercanía de este mutante con el tipo silvestre. Destacan los índices de aislamiento de bw, w^a y yw (I.A. 0.75, 0.82 y 1) que marcan un fuerte aislamiento entre estos mutantes.

GRAFICA 16- Indices de aislamiento para st

♂ st / ♀



♀ st / ♂

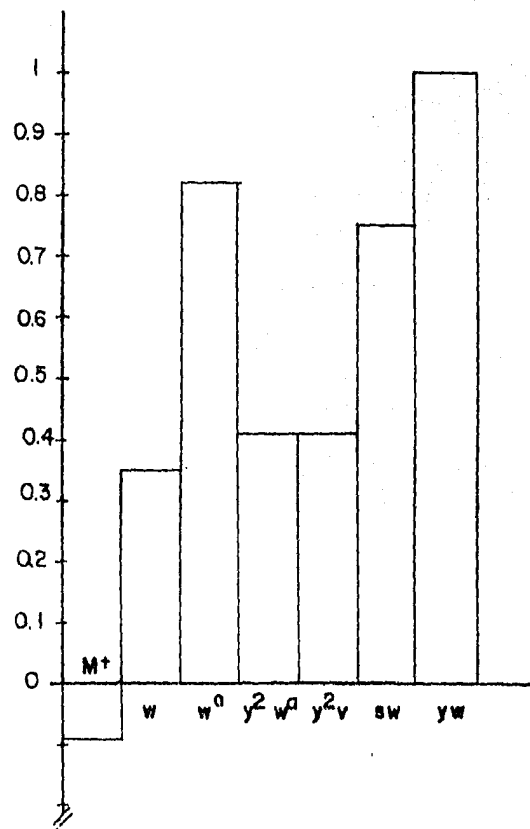


Tabla 17.- Índices de aislamiento para el mutante yellow-white (yw).

Machos	Hembras	I.A.	Hembras	Machos	I.A.
yw	M ⁺	0.90	yw	M ⁺	-0.20
"	w	0.70	"	w	0.72
"	w ^a	1	"	w ^a	0.76
"	y ² _w ^a	0.84	"	y ² _w ^a	0.40
"	y ² _v	1	"	y ² _v	-0.07
"	bw	0.86	"	bw	0.09
"	st	1	"	st	-0.15

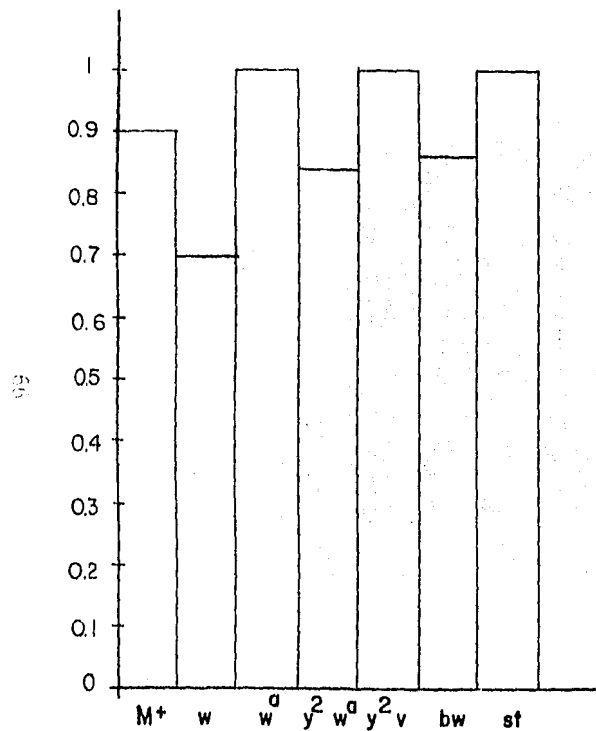
En la gráfica 17 se representan los índices de aislamiento tanto de machos como hembras yw con respecto a todos los demás machos y hembras.

Es de destacar la coincidencia completa entre la efectividad del cortejo y la cópula de los machos yw con todas las hembras. Los índices de aislamiento obtenidos demostraron un claro aislamiento considerando que ninguno fue menor de 0.70 que corresponde a w y que hubo tres casos en los cuales el aislamiento fue total, o sea, igual a +1. Los índices de aislamiento restantes son igualmente altos, por ejemplo, bw con 0.86, mutante cuyo comportamiento en los casos anteriores había sido muy homogéneo, y que con este mutante manifestó un rechazo -- casi total.

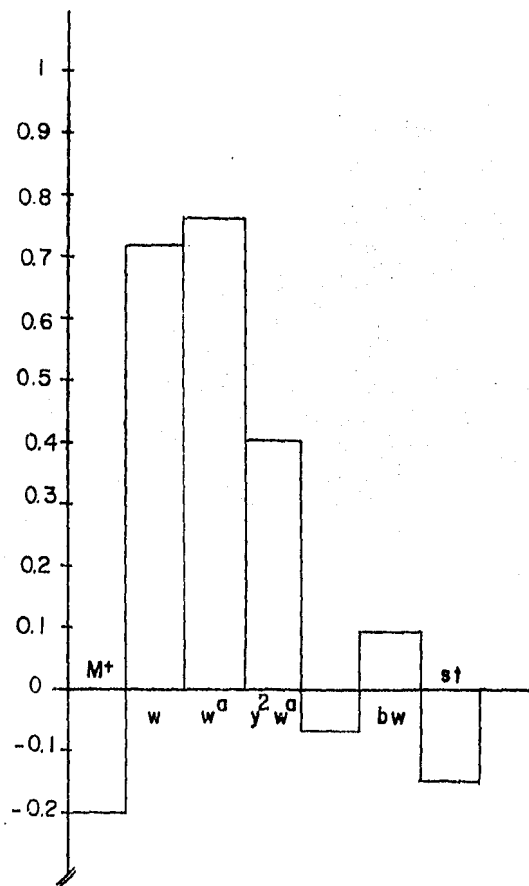
Los índices de aislamiento para las hembras yw, en relación con todos los machos muestran aproximadamente tres grupos: el primero de los valores negativos corresponde a M⁺, y²_v y st con los índices -0.20, -0.07 y -0.15 respectivamente; el segundo grupo es el del aislamiento de mediano a marcado, para w, w^a y y²_w^a con índices de 0.72, 0.76 y 0.40 respectivamente; el último es bw con 0.09 de índice de aislamiento. Este, junto con los negativos demuestra la aleatoriedad de estas cruces. En el grupo de w, w^a y y²_w^a la tendencia al aislamiento demuestra que el supuesto de la variación al azar en este caso, es cierta.

GRAFICA 17- Indices de aislamiento para yw

♂ yw / ♀



♀ yw / ♂



CONCLUSIONES.

1. Si hay algunas mutaciones en el color de los ojos que, por su probable efecto pleiotrópico, producen alteraciones en el comportamiento de cortejo de los individuos portadores de la mutación, lo cual repercute marcadamente en el éxito o fracaso de la cópula con otros mutantes.
2. El tipo silvestre (M^+) y el scarlet (st), son los que tienen más éxito en el cortejo, manifestándose esto en promedios de cópulas muy elevados y en índices de aislamiento bastante bajos (cerca de cero).
3. Los portadores de la mutación white (w) son los que tienen menos éxito en el cortejo, manifestándose esto en promedios de cópulas muy bajos y en índices de aislamiento muy cercanos a +1. Los índices de aislamiento más altos corresponden a los mutantes yellow-white (yw) y white-apricot (w^a).
4. Se confirma que las alteraciones en el genoma tienen influencia sobre el comportamiento de cortejo, tanto de los machos como de las hembras.
5. No se observan tendencias muy marcadas en ningún sentido (hacia las cruzas homogámicas o heterogámicas), lo que significa que las cruzas se están realizando de manera aleatoria por lo que pueden considerarse dentro de la variación poblacional normal.

PERSPECTIVAS.

Este trabajo es parte de un proyecto de investigación mas amplio que se está realizando sobre la genética del comportamiento de Drosophila melanogaster.

El conocimiento de las relaciones de aislamiento sexual entre los mutantes de esta especie puede generar los elementos para plantear futuras investigaciones sobre:

1. Experimentos de selección sexual, fertilidad, viabilidad, etc. entre las líneas mutantes y silvestres.
2. Profundizar acerca de las vías de acción fisiológica por las cuales una mutación morfológica específica puede afectar la conducta de algunos individuos.
3. El análisis bioquímico de las diferencias entre poblaciones cuya variación morfológica no explique el aislamiento y la selección sexual.
4. El análisis del aislamiento y la selección sexual en mutantes del comportamiento inducidos artificialmente por diversas vías: química, radiación, etc.
5. El análisis poblacional de la variación geográfica en diferentes mutantes de D. melanogaster o en otras especies del género.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- ALCOCK, J. 1979. "Animal Behavior. An Evolutionary Approach" Sinauer Associated Inc. Publishers. Sunderland, Mass.
- AZNAVURIAN, A. 1983. "Aislamiento Sexual en Drosophila melanogaster y algunos de los mutantes". Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM.
- BASTOCK, M. 1956. "A gene mutation which changes a behavior pattern" *Evolution*, 10: 421-439.
- BATEMAN, A. J. 1949. "Analysis of data of sexual selection" Chicago, Aldine.
- BOSSIGER, E. 1957. "Sur l'activite sexuelle des males de plusieurs souches de D. melanogaster". C.R. Acad. Sci. pp.1419-1422.
- CONOLLY, K., B. BURNET & D. SEWELL. 1969. "Selective mating and eye pigmentation: An analysis of the visual component in the courtship behavior of D. melanogaster". *Evolution*, 23:548-559.
- CROSSLEY, S & E. ZUILL. 1970. "Courtship behavior of some D. melanogaster mutants". *Nature*, Vol. 225 March. pp.1064-1065.
- DARWIN, CH. 1859. "The Origin of Species by means of Natural Selection". 6th. edition 1972. Murray, London.
- DEMEREZ, M. & B. P. KAUFMANN. 1975. "Introducción a la genética y citología de D. melanogaster". Edición autorizada por la Institución Carnegie de Washington D.C.
- DOBZHANSKY, TH & P. C. KOLLER. 1938. "An experimental study of sexual isolation in Drosophila". *Biol. Zentralbl.* 58:589-607.

DOBZHANSKY, TH. 1951. "Genetics and the Origin of Species". 3rd edition. Columbia University Press. New York.

DOBZHANSKY, TH., L. EHRMAN & P. A. KASTRITSIS. 1968. "Ethological isolation between sympatric and allopatric species of the obscura group of Drosophila". Anim. Beh. 16:79-87

DOBZHANSKY, TH., F. J. AYALA, G. L. STEBBINS & J. W. VALENTINE. 1977. "Evolution". W. H. Freeman and Co. San Francisco.

EIBL-EIBESFELDT, I. 1975. "Ethology. The Biology of Behavior" 2nd Edition. Holt Rinehart and Winston Inc. New York.

EHRMAN, L. 1964. "Courtship and mating behavior as a reproductive isolation mechanism in Drosophila". Amer. Zool. 4:147-153.

EHRMAN, L. 1965. "Direct observation of sexual selection between allopatric and between sympatric strains of the different D. paulistorum races". Evolution Vol. 19 No. 4 pp. 459-464.

EHRMAN, L. & P. A. PARSONS. 1976. "The genetics of behavior". Sinauer Assoc. Inc. Massachusetts.

ELENS, A. A. & J. M. WATTIAUX. 1961. "Direct observation of sexual isolation". Drosophila Information Service. 39:118-119.

EWING, A. & A. MANNING. 1967. "The evolution and genetics of insect behavior". Ann. Rev. Entom. 12:471-494.

FRANZBLAU, A. N. 1958. "A Primer of statistics for non statisticians". Harcourt, Brace and World, Inc. New York.

GEER, B.W. & M.M. GREEN. 1962. "Genotype and Mating Behavior of D. melanogaster". Am. Nat. 96:175-181.

HINDE, R.A. 1970. "Animal Behaviour. A Synthesis of Ethology and Comparative Psychology". 2nd. edition. McGraw Hill Book Co. New York.

KLOPFER, P. 1976. "Introducción al comportamiento animal". Fondo de Cultura Económica. México.

KREBS, J.R. & N.B. DAVIES (EDS.). 1978. "Behavioural Ecology. An Evolutionary Approach". Blackwell Scientific Publications. Oxford.

LEVENE, H. 1949. "A new measure of sexual isolation". Evolution, 3:315-321.

MAGALHAES, L.E. & M.A. QUERUBIM. 1974. "Cruzamento preferencial e cruzamento seletivo. Importancia evolutiva" Cien. e Cul. 26(5):481-485.

MANNING, A. 1959. "The sexual isolation between Drosophila melanogaster and Drosophila simulans". Anim. Behav. 7(1-2):60-65.

MAYR, E. 1942. "Systematics and the Origin of Species". Columbia University Press. New York.

MAYR, E. 1963. "Animal Species and Evolution". Harvard University Press.

McFARLAND, D. (ED.). 1981. "The Oxford Companion to Animal Behaviour". Oxford University Press.

MILLER, D.D. & N.J. WESTPHAL. 1967. "Further evidence on sexual isolation within Drosophila athabasca". Evolution Vol. 21, No. 3 pp. 479-492.

PARSONS, P.A. 1973. "Behavioral and Ecological genetics". Clarendon Press. Oxford.

- PETIT,C. 1951. "Le role de l'isolement sexuel dans l'evolution des populations de Drosophila melanogaster". Bull. Biol. France Belg. 85:392-418.
- PETIT,C. 1955. "Le determinisme genetique de l'isolement sexuel". C.R. Acad. Sci. Paris. T 241 pp.248-329.
- PETIT,C. 1959. "De la nature des stimulations responsables de la selection sexuelle chez D. melanogaster". Comptes rendus de l'Academie des Sciences, 248:3484-3485.
- RAMIREZ,I. 1984. "Aislamiento sexual y cruzamiento selectivo en poblaciones de D. melanogaster". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- REED,S.C. & E.W.REED. 1950. "Natural selection in laboratory popularions of Drosophila". II Competition between a white eye gene and its white allele. Evolution. 4:34-42.
- SPIESS,E.B. 1968. "Courtship and mating time in Drosophila pseudoobscura". Anim. Behav. 16:470-479.
- SPIESS,E.B. & J.F.KRUCKEBERG. 1980. "Minority advantage of certain eye color mutants of D. melanogaster". II A behavioral basis. Am Nat. Vol 115 No. 3.
- SPIETH,H.T. 1952. "Mating behavior within the genus Drosophila (Diptera)". Amer. Mus. Nat. Hist. 99:396-474.
- SPIETH,H.T. 1968. "Evolutionary implications of sexual behavior in Drosophila". Evol. Biol. 2:157-193.
- STRICKBERGER,M.W. 1978. "Genética". Ed. Omega. Barcelona.
- WHITE,M.J. 1981. "Modes of Speciation". W.H.Freeman and Co. San Francisco.