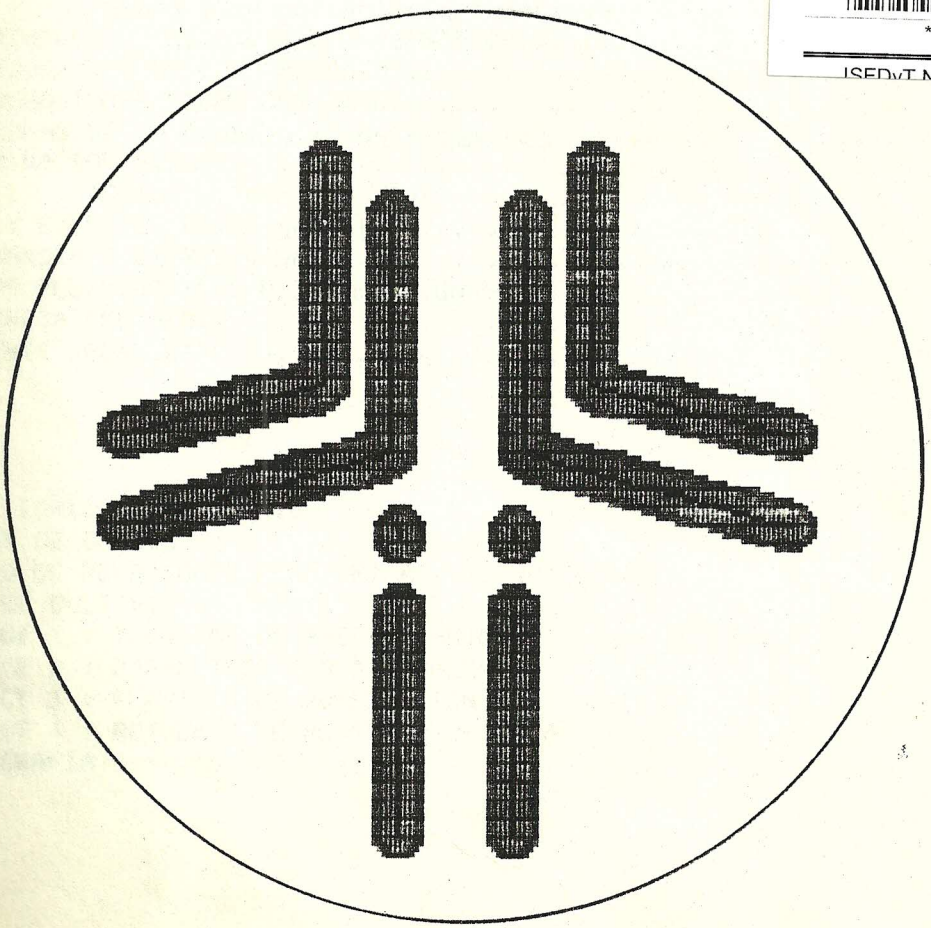
HECTOR F. MENDEZ - FERNANDO CASALONGUE

NOTAS SOBRE GENETICA de Drosophila melanogaster

BASES TEORICAS Y CRIA EN LABORATORIO



- 1992 -

Para la Biblioteca del ISFD N°35

Prof. H.F. Mendez
1994

INDICE

Parte 1

Parte 2

INTRODUCCION

El presente trabajo es una recopilación del material existente sobre la genética de la MOSCA DE LA FRUTA (Drosophila melanogaster) ,sumada a nuestras experiencias de investigación y trabajo en laboratorio.

En él se vuelcan datos de textos tradicionales de Zoologia y Genética,citas (con traducción inédita) de autores en francés e inglés,y observaciones y conclusiones propias , obtenidas del análisis y la práctica . Además se incluyen una serie de Láminas , Tablas y Apéndices , que facilitan la comprensión de un tema tan fascinante.

En la primera parte, se puede encontrar una serie de citas del libro del Prof.GUYENOT ,"L'Hérédité" ,publicado en Paris (sin traducción al castellano hasta en momento) , con el agregado de láminas y tablas que complementan el texto.

La segunda parte consta de una descripción de las técnicas de sexado,reproducción y manejo de estos insectos en el laboratorio. Incluyendo medios de cultivo y procedimientos de anestesia y observación.

A todo esto se le suman una serie de apéndices que informan los atributos poblacionales y otros datos de interés de estos insectos tan útiles en la investigación genética.

LOS AUTORES.

*****PARTE 1

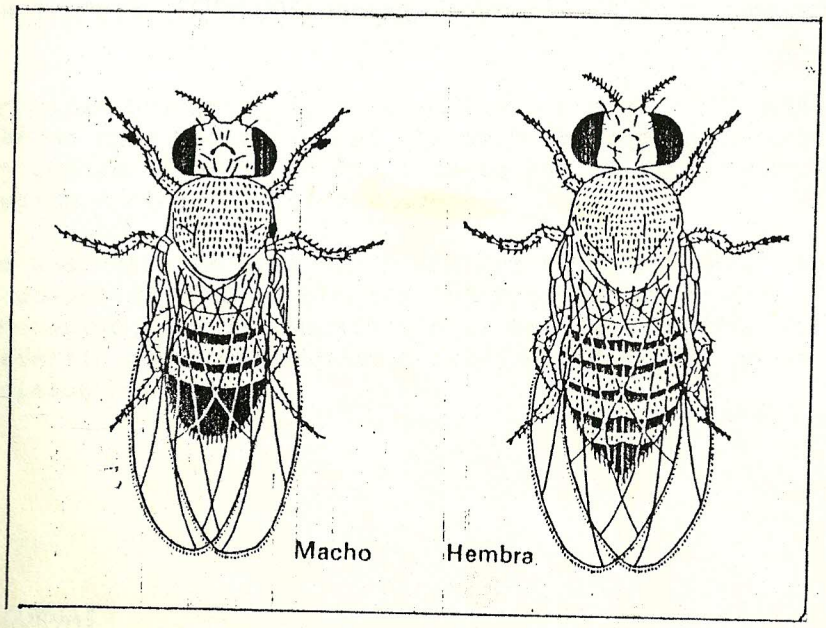
GENETICA DE LA *Drosophila melanogaster*

Citas de L'Hérédité del Prof.H.GUYENOT
Traducidas por el Prof.Héctor F.Méndez.

El organismo cuyo patrimonio genético está mejor conocido , es incuestionablemente la MOSCA DE LA FRUTA o *Drosophila melanogaster*. Entre Morgan y sus colaboradores Bridges ,Sturtevant y Müller, muestran en sus trabajos la presencia de cerca de 400 mutaciones que pueden engendrar razas estables.

Ellas permiten identificar un número considerable de unidades hereditarias. Pero las mutaciones aparecidas no corresponden,en realidad a 400 genes diferentes, porque un cierto número de ellas representan estados alelomórficos múltiples de un mismo gen . Haciendo la deducción de estos casos particulares , el número de factores reconocidos se aproxima a 300.Ellos están en relación con la presencia,forma y coloración de las alas,forma y coloración del cuerpo,la forma de los pelos ,la textura,forma y coloración de los ojos ,la talla del individuo la fertilidad,la vitalidad ,la producción de tumores,entre otros caracteres.

Fig.1 Diferencias sexuales externas (Tomado de Storer)



En la Drosophila se conocen cerca de 300 factores hereditarios,los que se han asociado en cuatro grupos,relacionados con los ligamientos factoriales de los cromosomas.

La Drosophila de alas "CLUB" se comporta dentro de los cruzamientos como una raza ligada a un solo gen,ella está representada por la forma "chiffonee"de las alas,sino por la ausencia de dos espinas,la forma aplanada de la cabeza,la pequeñez de los ojos,ytambién por una cierta torción del tórax o el abdomen.

Toda esta serie de manifestaciones morfológicas,son heredadas en bloque y demuestran,aparentemente,la actividad de un sólo factor.

Del mismo modo que el gen que determina las alas rudimentarias trae aparejado un espaciamiento y recurvamiento del segundo par de patas,una menor resistencia de las larvas ,y una esterilidad casi completa en las hembras.Por lo tanto ambos casos son considerados como pleiotrópicos.

Existen tres razas melánicas de Drosophila que Morgan denominó:"SANDE",NEGRA y EBANO,estas razas son extremadamente semejantes,pero están ligadasa genes diferentes. También existen tres razas genéticamente distintas de ojos ROSADOS.

Las alas "ARQUEADAS" y "BOW" estan curvadas hacia el abdomen,pero estan caracterizadas por dos genes diferentes. Del mismo modo las alas FRINGED y SPREAD,las alas RUDIMENTARIAS y las TRUNCADAS,y los ojos FACETADOS o RUGOSOS corresponden a tres apariencias,constituidas cada una por un par de tipos muy poco discernibles,que representan a seis razas genéticamente separables.

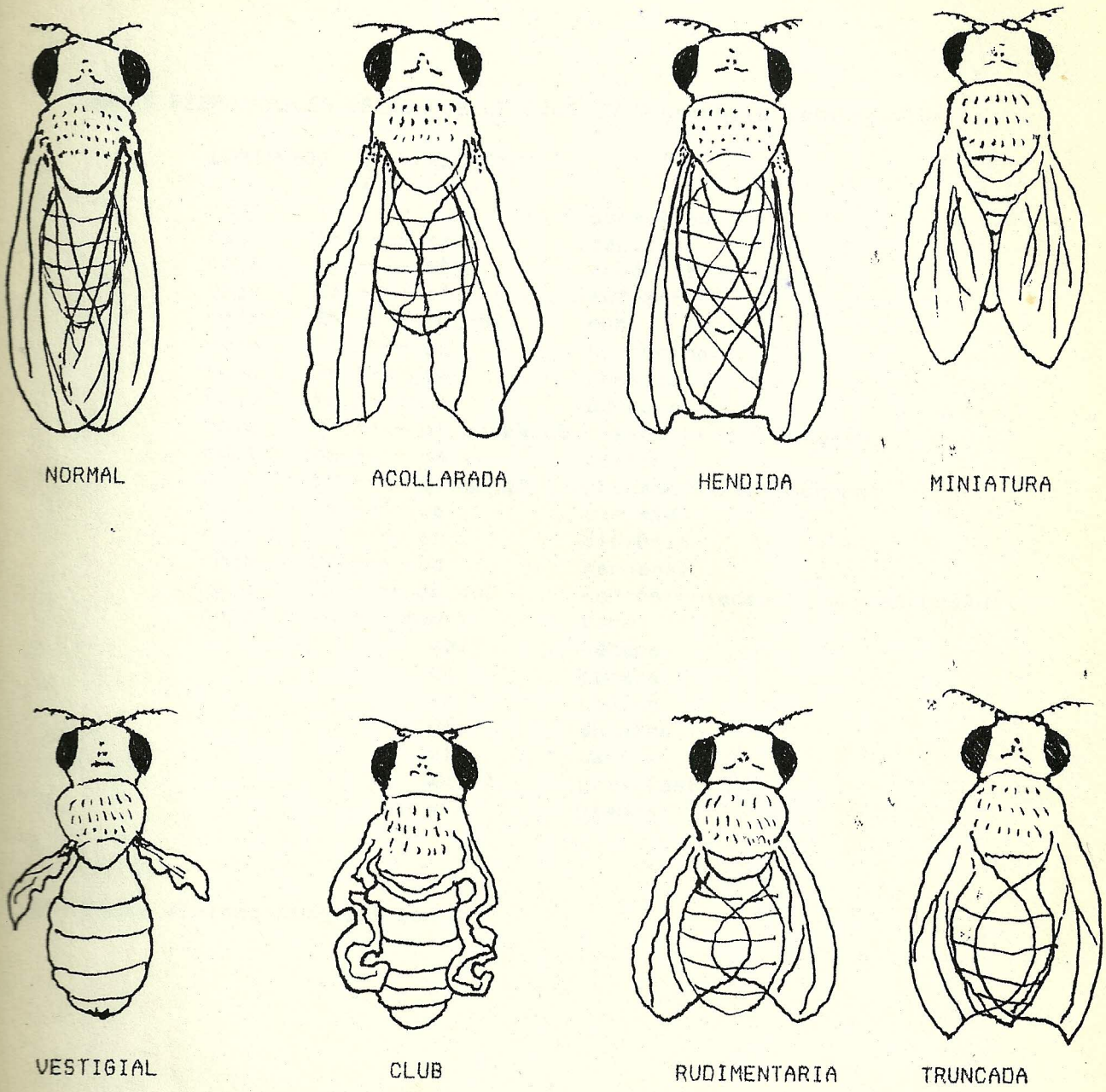
Cuando se cruza una Drosophila normal con alas grises y cuerpo "FAUVE",con una de la raza EBANO (alas y cuerpo negros) los hibridos parecen del tipo normal,pero presentan las alas y el cuerpo más sombreados. De la misma forma los hibridos entre ojos REDONDOS(normales) y ojos BARRADOS presentan un aspecto intermedio.

Cuando se realiza una cruza de alas LARGAS con alas MINIATURA ,la F1 parece ser de alas largas como uno de los padres,pero estúdios biométricos de Lutz (1913) señalan que la longitud de las alas de los hibridos son un poco más cortas en relación a otras partes del cuerpo.

Si cruzamos una mosca de ojos ROJOS con una de ojos BLANCOS los dos caracteres se comportan como un par alelomórfico típico,dentro del cual el blanco es el recesivo,lo mismo sucede con el par ROJO-EOSINA. Para comprender esto debemos admitir que corresponden a estados diferentes de un mismo factor hereditario (alelos múltiples).

>* BOW = A.CURVAS
SANDE = C.NEGRO(sable)I
FAUVE = leonado C. ARENA

>>>> <u>Drosophila</u> <u>melanogaster</u> PRINCIPALES TIPOS DE ALAS



Tomado de STORER et Al. (según Morgan et al.)

LAM. 1

GENES RESPONSABLES DEL COLOR DE OJOS EN Drosophila melanogaster

DOMINANTE	*		RECESIVO	
	*			
rojo	V	----	v	bermellón
rojo	Se	----	se	sepia
rojo	St	----	st	escarlata
rojo	Sf	----	sf	safranina
rojo	Rb	----	rb,rb2	rubí
rojo	Pd	----	pd	purpurina
rojo	Pn	----	pn	damasco
rojo	Pr	----	pr	púrpura
rojo	P	----	p1,p3,p4,p5	rosado (+ ó - intenso)
rojo	Ma	----	ma	castaño
rojo	G	----	g1,g2,g3	granada (+ ó - oscuro)
rojo	Ca	----	ca	clarete
rojo	Cn	----	cn	cinabrio
rojo	Cd	----	cd	cardenal
rojo	Bw	----	bw,bw2	marrón-rosaceo (+ ó - sombreado)
rojo	W	---(*)	wco	coral
			wbl	sangre
			wc	cereza
			we	eosina
			wa	durazno
			wi	marfil
			wb(t)	gris (ante)
			w	blanco

(*) Serie alelomórfica del gen W

La forma y la textura de los ojos dependen de numerosos genes . Un gen B determina el ojo BARRADO, donde los omatidios están localizados en una angosta banda transversal.Estos genes son independientes del color, por lo que pueden ser BARRADOS ROJOS o BARRADOS BERMELLON,etc.

El gen "EYELESS" (ojos AUSENTES) junto con otros factores lamados FACETADOS, RUGOSOS,RENIFORMES,"VERNIS","LOSANGE" ,etc. están relacionados con la forma o textura del aparato visual.

La forma de las alas depende también de un gran númerode genes, que si están que si están todos presentes, producen el estado que,un poco convencionalmente llamamos NORMAL.

Cada vez que se modifica esta situación aparecen estructuras particulares de las alas. Es así que nacen moscas con alas TRUNCADAS (Cortas y cortadas en forma cuadrangular),RUDIMENTARIAS (cortas y de borde irregular),MINIATURA (normales pero reducidas en todas sus dimensiones)o alas "BEADED",VESTIGIALES,ARQUEADAS,GLOBOSAS y"COUDEES" entre otras.

Todas estas variaciones están mostrando el punto de partida de auténticas razas puras que, por cruzamientos ponen en evidencia sus genes correspondientes

Estos ejemplos ilustran una verdad casi obvia; El hecho de que un carácter se manifieste ,depende de una falta de factores.

Por lo que decir que un ala es NORMAL,es lo mismo que decir que no es TRUNCADA ,ni VESTIGIAL,ni MINIATURA,ni RUDIMENTARIA,etc. La falta de todos los genes correspondientes,las transforma en un estado que denominamos NORMAL.

Cada vez que uno de ellos es modificado,aparece una estructura particular de ala. Ese tipo nuevo,cruzado con la forma NORMAL , pone en evidencia la existencia de una Diferencia Factorial y todo ocurre como si se tratara de un solo gen

Pero como esta constatación se repite por 15 TIPOS DIFERENTES DE ALAS ,considerados aisladamente en relación al estado NORMAL,se puede decir que la forma del ala depende de la acción correlativa de todos esos genes.

***** VERNIS = BARNIZ
LOSANGE = ROMBOIDE
BEADED = ACOLLARADAS

HERENCIA DE LAS MUTACIONES "INFIJABLES"

Se designan asi a las razas que no transmiten regularmente sus caracteres especiales a su descendencia. Es probable que sean originadas por colocar una misma "etiqueta" a caracteristicas distintas pero indistinguibles o a fenómenos que van más allá de los Mendelianos.

Dentro de los cruzamientos con otras razas,estas caracteristicas presentan naturalmente anomalias numéricas.

Un caso particularmente interesante es el de las Drosophilas con alas denominadas "BEADED" (ACOLLARADAS) . Esta mutación aparece en los trabajos de Morgan (1911) y esta caracterizada por el estado de las nervaduras marginales de las alas. La primera y única mosca que apareció con esta anomalia fue cruzada con una de sus hermanas,ella transmitió este caracter a 1/60 de sus hijos el cruzamiento entre padre e hija,da una descendencia de 1/25 con alas ACOLLARADAS ,cruzando estas entre si se obtiene una proporcion de 1/12. Al fin después de múltiples cruzamientos se obtiene una proporción "cercana" al 100 % , pero esta proporción no puede ser mantenida . No puede ser extraida una raza pura. Por ello se podria considerar como una mutación "Infijable".

Morgan obtuvo una linea de alas ACOLLARADAS que parecia pura.La explicación fue formulada por Müller (1918).Sin entrar en detalles de los cruzamientos, la comprobación fue la siguiente: El estado NORMAL de las alas,es debido a la acción de dos genes,un factor B (ubicado en el 3er.cromosoma) y un factor de intensidad L (aparentemente en el 2do.cromosoma)

B es un gen letal,en el sentido que los individuos BB (ACOLLARADA puro) no son viables. Las moscas de alas ACOLLARADAS son todas heterocigotas Bb; B es dominante para la foran de las alas,pero se comporta como recesivo en el factor letal. El gen "l"(ele minúscula) es también letal,de modo que los homocigotas ll tampoco son viables.

La linea aparentemente pura es,en definitiva,una linea heterocigota constante,porque los dos productos de disociación son igualmente inviables.

Se trata de un sistema de "Genes letales balanceados", Pellew ha citado un caso similar en <u>Campanula</u> sp.

El interés de estos hechos,reside en mostrar como un caso de mutaciones infijables,en apariencia alejado del esquema mendeliano habitual,puede ser explicado como un caso de ligamiento factorial complejo.

*** HERENCIA LIGADA AL SEXO (SEX LINKED)

Hasta ahora hemos visto que ,dentro de la inmensa mayoría de los cruzamientos es indiferente que un factor sea aportado por la madre o por el padre.

Los híbridos de la F1 son semejantes, sin importar el sexo ; y en la F2 los diversos tipos son repartidos igualmente entre los machos y hembras.

Dentro de la herencia ligada al sexo,el aspecto de la F1,puede,al contrario variar con el sexo,y la distribución de los tipos en F2 depende del sexo de los descendientes.

Examinemos el primer tipo de herencia ligada al sexo ,que lo podemos llamar tipo DROSOFILA, ya que es en este animal donde son conocidos los ejemplos típicos, gracias a los bellos trabajos de Morgan y su escuela. Tomaremos como ejemplo el caso del ojo BARRADO que han estudiado Sabra,Colby y Tice,(1914) (*).

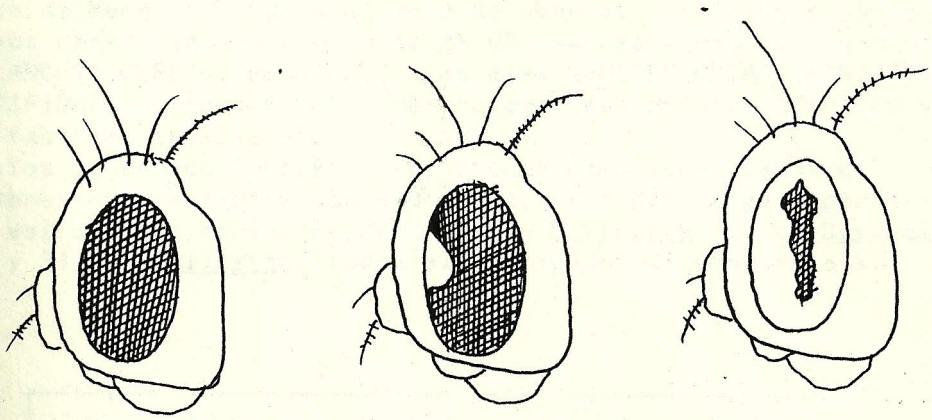
Primer cruzamiento:

P NORMAL ♀ × BARRADO ♂

F1 RENIFORME ♀ + NORMAL ♂

F2 25% NORMAL ♀, 25% RENIFORME ♀ ,25% NORMAL ♂ y 25% BARRADO ♂

Si esto fuera un cruzamiento siguiendo la herencia mendeliana típica, deberíamos tener una F1 compuesta de ♂ y ♀ RENIFORMES y una F2 compuesta por 25% de ♂ y ♀ NORMALES + 50% ♂ y ♀ RENIFORMES + 25% ♂ y ♀ BARRADO.



(*)Las moscas SALVAJES tienen los ojos REDONDOS , uniformemente recubiertos de omatidos ROJO oscuro. En las moscas de ojos BARRADOS los omatidios están localizados en una angosta banda vertical.

Las ♀ heterocigotas (con ojo RENIFORME), presentan un tipo intermedio,en el que un área lateral y pequeña del ojo se halla libre de omatidios,dándole a la parte cubierta la forma de Riñón.

*** 2do cruzamiento (recíproco con el anterior)

p BARRADO ♀ X NORMAL ♂

F1 RENIFORME ♀ + BARRADO ♂

F2 1/4 ♀ BARRADO + 1/4 ♀ RENIFORME + 1/4 ♂ BARRADO + 1/4 ♂ NORMAL

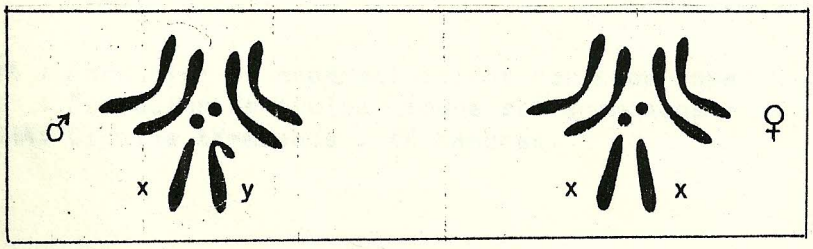
La comparación de los resultados de los dos cruzamientos muestra que, en un caso los machos de la F1, son NORMALES y en el otro caso BARRADO. En lo que concierne a la segunda generación en un caso existen hembras NORMALES y en el otro hembras BARRADAS.

Estas particularidades se hacen fácilmente explicables si tomamos la hipotesis que los factores NORMAL(b) y BARRADO(B) estan contenidos en el cromosoma X.

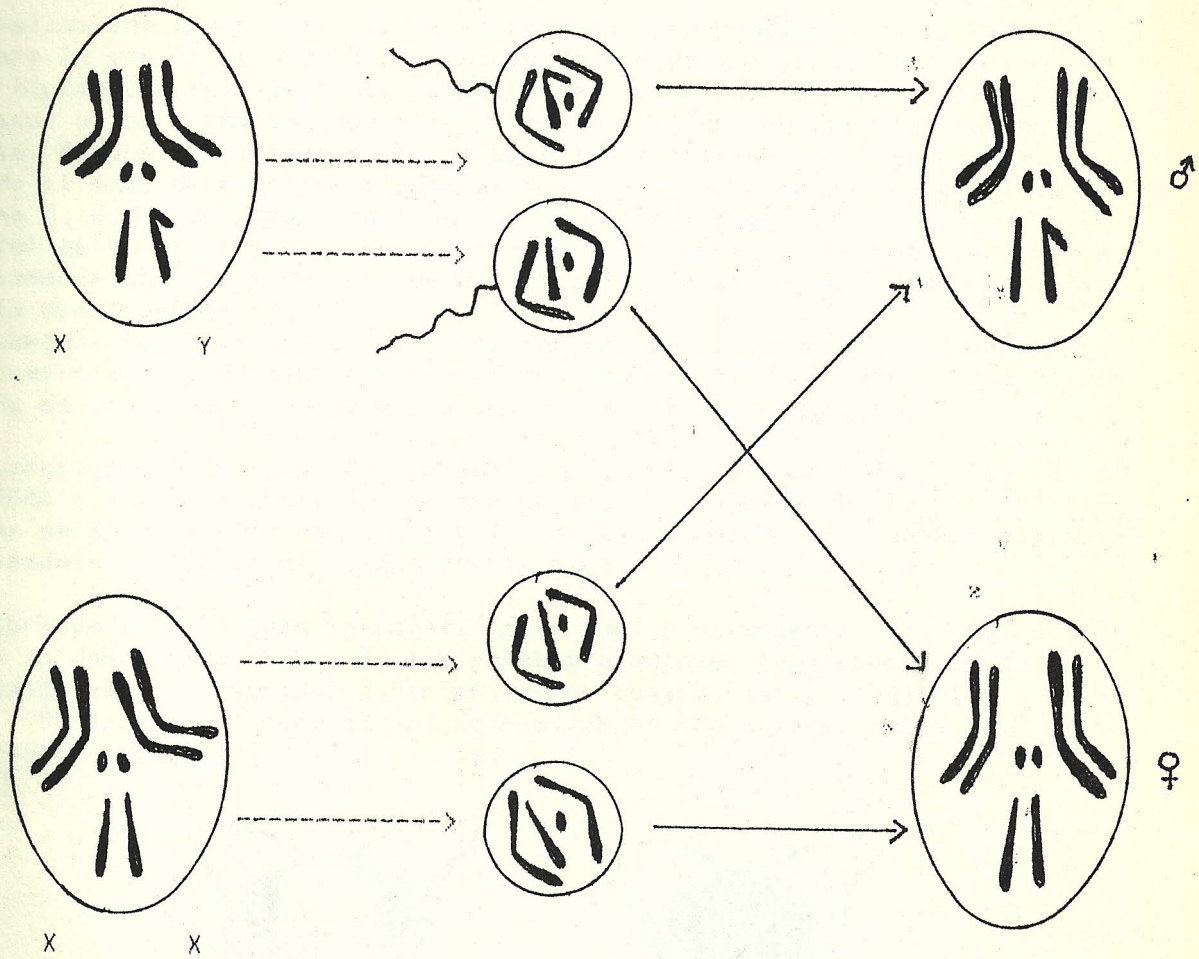
La experiencia muestra que se obtienen tipicamente estos resultados y que por lo tanto, es posible preverlos.

Este tipo de herencia ligada al sexo se observa, en la Drosophila, a traves de numerosos genes (se conocen cerca de 60) sobresaliendo los que determinan losojos BLANCOS, CEREZA, BERMELLON, las alas RUDIMENTARIAS ,MINIATURA,"CLUB", CURVADAS,BIFIDAS,la forma ANORMAL del abdomen,los colores AMARILLO y ARENA, y numerosos factores letales,etc.

Todos estos genes son también considerados como localizados en el cromosoma X,y las mismas observaciones han sido realizadas con otras especies de Drosophila. Es así que son conocidos 22 genes en D.virilis ,17 en D.simulans,26 en D.obscura y 31 en D.wilistoni todos ellos ligados al cromosoma X.



>>> ESQUEMA DE LA DISTRIBUCION DE LOS CROMOSOMAS EN Drosophila melanogaster



****ARRIBA : Formacion de espermatozoides con cromosomas X e Y
ABAJO : Formación de óvulos ,todos con cromosoma X
DERECHA: Cigotas XY=machos y XX=hembras.

***LIGAMIENTO FACTORIAL (ASOCIACION ENTRE FACTORES)

La explicación cromosómica de la segregación independiente de los genes,reposa sobre la noción de disyunción independiente de los pares de cromosomas.

Si la hipótesis cromosómica es correcta ,el número de factores que se hallan localizados en un cromosoma,deberían presentar el fenómeno de segregación independiente. Aunque en el caso de la Drosophila todos los factores transmitidos siguiendo el modo de herencia ligada al sexo,se encuentran,por hipótesis,en el cromosoma X, debiendo pasar todos juntos dentro de la gameta.

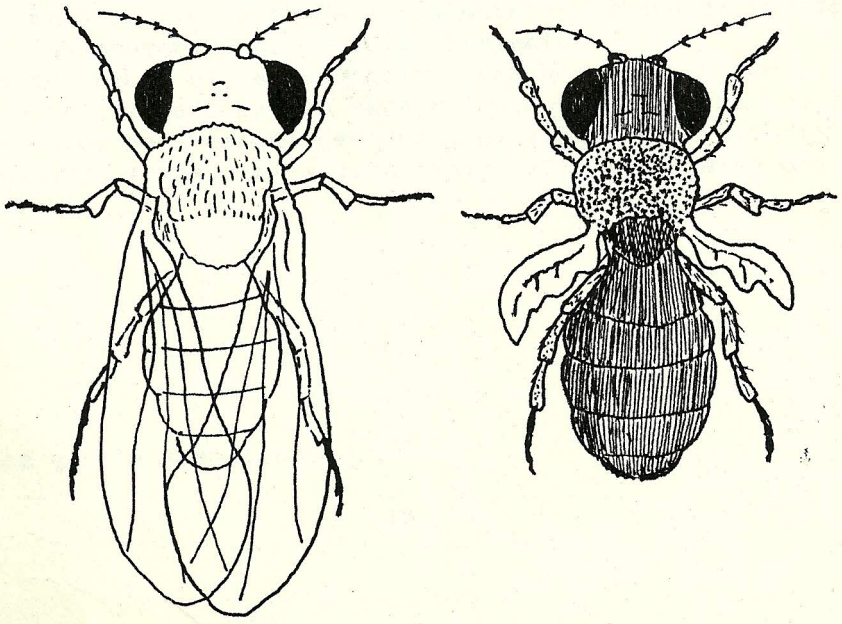
Si ellos están así ligados unos a otros,esta ausencia de segregación traerá necesariamente una modificación una modificación de las proporciones mendelianas en la descendencia.

Inversamente,los diversos factores contenidos en el cromosoma X ,deben continuar presentando segregación independiente en relación con genes localizados en alguno de los tres otros pares de cromosomas de la Drosophila.

Efectuemos ,por ejemplo,un cruzamiento entre una mosca de cuerpo GRIS (G) y alas LARGAS (L) con un individuo de cuerpo NEGRO (g)y alas VESTIGIALES (l).

Los dos pares de alelos son G-g y L-l , cada uno de ellos estudiado aisladamente,presente disyunciones mendelianas típicas.

Los híbridos de F!,tienen la constitución GgLl y el aspecto GRIS-LARGAS, en razón de la dominancia G-L. Si los genes presentasen la segregación independiente habitual, los híbridos deberían formar cuatro clases de gametas : GL,Gl gL y gl. Para saber si esto es así,se realiza un cruzamiento entre un F! con un padre recesivo ggll.



El aspecto fenotípico de los descendientes traducirá directamente la constitución genotipica de las gametas de F1.

Si cruzamos un macho F1 y la hembra ggll se obtiene una descendencia formada solamente por 2 categorias 50% GRIS-LARGAS y 50% NEGRO-VESTIGIAL.

ESto nos indica que el F1 produce sólo gametas GL y gl, por lo tanto existe un ligamiento absoluto entre G y L en una raza, y entre g y l en la otra. Esta ligazón se comprende si se admite que ambos genes se hallan en el mismo par de cromosomas.

A modo de contrastación se realiza el siguiente cruzamiento:

GGLL × ggll

(GL)- (gl)

!

!

GgLl × ggll

(Gl)- (gL)- (gl)

!

!

50% Ggll
50% ggLL

Esta constatación es ,a mi forma de ver ,todo un hecho fundamental.Ella muestra que la asociación o ligamiento factorial,es independiente de la naturaleza de los factores. Esta ligazón depende únicamente del orden dentro del cual son introducidos por los progenitores en el cruzamiento.

Si los padres son G-L y gl,la asociación será G con L y g con l, y si inversamente son G-l y g-L ,la asociación será entre G y l ,y entre g y L.

No hace falta mucho para establecer que , el ligamiento factorial no es una cuestión de afinidad química,o atracción física sino resulta de una asociación de tipo morfológico.

( )- : Significa gameta masculina.

TABLA 1

*** GENES DE *Drosophila melanogaster* Y SU UBICACION CROMOSOMICA

Cromosoma I (X)	Cromosoma II	Cromosoma III	Cromosoma IV
C.AMARILLO	O.ESTRELLADO	O.RUGOIDE	A.CURVAS
A.PELUDAS	C.S/ARISTA	O.RUGOSO	C.CLABRO
LETAL 7	C.EQUINOIDE	A.DIVERGENTE	O.AUSENTES
A.ANCHAS	A.EXTENDIDAS	O.SEPIA	C.REDONDEADO
O.CIRUELA	A.GAVIOTA	C.PELUDO	P.DIMINUTOS IV
O.FACETADOS	A.TRUNCADAS	A.PEGADAS	
O.MALLA	C.RECHONCHO	A.ENHEBRADAS	
A.ANORMAL	C.ALARGADO	O.ROSADO	
C.ESPIÑOSO	C.LISTADO	C.CREMA III	
A.HENDIDAS	A.SOMBREADAS	P.DIMINUTO h	Cromosoma I (Y)
O.RUBI	A.APIÑADAS	A.TEJA	
A.S/NERVADURA	P.DIMINUTO e	P.PARTIDOS	FERTILIDAD DEL MACHO
A.UNIDAS	C.NEGRO II	C.AFILADO	
A.TRIANGULAR	A.VISTOSAS	O.ESCARLATA	
A.CORTADA	O.PURPURA	O.CLAVEL	
P.CHAMUSCADO	O.CINABRIO	O.MARRON	
C.PARDO	O.AZAFRAN	C.ENANO	
O.ROMBOIDE	O.ROSA	A.ENRULADA	
O.BERMELLON	A.ROSA	A.ARRANCADA	
A.MINIATURA	C.CLARO	A.VELLUDA	
A.OSCURA	A.VESTIGIAL	P.CORTADO	
O.SURCADO	A.TELESCOPIO	P.S/ESPINA	
C.NEGRO I(sable)	A.QUEBRADA	C.BITORACICO	
O.SANGRE	A.CURVADA	C.RAYADO	
O.GRANADA	O.FRANJEADO	O.VIDRIADO	
A.PEQUEÑAS	C.JOROBADO	A.DELTA	
A.RUDIMENTARIAS	A.ARQUEADAS	C.PELADO	
A.BIFURCADAS	A.RETICULADAS	C.EBANO	
O.BARRADO	LETAL II	C.BANDEADO	
O.PEQUEÑO	O.PARDO	O.CARDENAL	
A.MECHA	A.PELUDA	O.OMATIDIOS BL.	
A.PERLADA	O.MORADO	C.PINCHUDO	
O.ENCARNADO	O.GRANULOSO	A.ACOLLARADAS	
P.DIMINUTOS	C.MANCHADO	O.ASPERO	
A.AGRIETADAS	A.GLOBOSAS	A.CONTRAIDA	
A.COLGANTE	C.GRIS*	A.BARNIZ	
O.CEREZA*	A.LARGAS*	A.PINTADA	
O.CROMO*	O.CREMA II*	O.CLARETE	
O.EOSINA*		P.BREVE	
A.EN MASA*		P.BREVE g	
C.ANORMAL*		O.SAFRANINA*	
C.ARENA*		A.TRUNCADAS IV*	

P = Pelos O = Ojos A = Alas C = Cuerpo

* Los genes marcados con asterisco "*" no están ubicados en su lugar en orden factorial.Los otros respetan la ubicación dentro del cromosoma.

>>>> PORCENTUALES DE RECOMBINACION ENTRE GENES

Los fenómenos de asociación absoluta o parcial entre genes (Ligamiento) de genes de un mismo grupo,puestos en evidencia por Morgan y sus colaboradores, ha conducido a éstos autores a constataciones extremadamente interesantes que permiten precisar la localización de los genes dentro de los cromosomas.

Lo más importante de remarcar es que todos estos hechos no se pueden interpretar si no se admite,en todos sus detalles la teoria cromosómica.

Un primer caso concierne al porcentual de recombinaciones entre dos factores de un mismo cromosoma .Ese porcentual permanece inalterado,por ejemplo, la cruza AB x ab, da siempre 10 %; AD x ad ,23 % y así con AF ó CD ó Fs ,etc. pero siempre los valores son constantes para un determinado par.

En la Drosophila,dentro del cruzamiento GRIS LARGAS x NEGRO VESTIGIALES , el porcentual de recombinacion es siempre de 17 % , o sea la posibilidad de que obtengamos moscas GRIS VESTIGIALES ó NEGRO LARGAS.

Dentro de la cruza O.REDONDOS BLANCOS x BARRADOS ROJOS el porcentage va desde el 28 % al 44 % atento a los tipos de los padres. En cambio en O.BLANCOS A.MINIATURA x O.ROJOS A.LARGAS ,es siempre 33 %.La recombinación entre C.GRIS y C.AMARILLO se da en el 99 % de los casos.

El secreto parece estar en la proximidad en que se hallan los genes,cuanto más cercanos esten,más dificultosa será la seperación,o sea la recombinación.

En otras palabras el porcentual de recombinación está en relación inversa a la proximidad en la distribución lineal de los genes en el cromosoma.

A----- 5 % ----B---------- 25 % ----------C

A---------- 30 % ----------C

>> Porcentuales de recombinacion y distancia intergénica.

Las relaciones establecidas por los estudios,para diversos genes,considerados por pares , pueden ser verificados realizando los cruzamientos correspondientes.(*)

(*) Ver TABLA 1 .

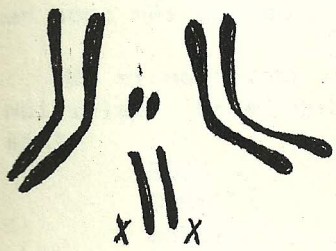
>>>>> INDIVIDUALIDAD DE LOS CROMOSOMAS

Dentro de los vegetales y más raramente dentro de los animales se producen, mutaciones que entrañan una multiplicación del número normal de cromosomas.

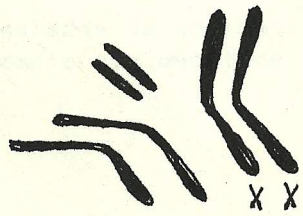
Un individuo que su número haploide sea 4 cromosomas y su número diploide sea 8 cromosomas,nosotros podamos considerar que se trata de dos series de 4 porque los cromosomas están representados por dos individuos formando un par.

Llamamos Genoma a una de las series ,o sea 8 cromosomas = 2 genomas en una diploide normal. Pueden aparecer individuos con 3; 4 ; 5 ... genomas, esto equivale a decir 12 ; 16 ; 20 ... cromosomas. Estos casos son denominados respectivamente TRIPLOIDES, TETRAPLOIDES, PENTAPLOIDES,... o POLIPLOIDES en general.

Cuando lo que se repite es sólo alguno de los cromosomas se llama a éste fenómeno TRISOMIA, TETRASOMIA, PENTASOMIA,... O sea existen todos los pares y un trío,o cuarteto ,etc...cuando estas aberraciones afectan a los cromosomas sexuales pueden originar toda una gama de individuos con sexualidad diferente.



D.simulans



D.willistoni

D.virilis

D.obscura

> Dotaciones cromosómicas normales de varias especies del género Drosophila

>>>>CONSIDERACIONES SOBRE LA DOMINANCIA

La mayor parte de los genetistas interpretan las propiedades de Dominancia y Recesividad , como inherentes a los genes en sí mismos.

La Dominancia manifestada en un híbrido , traduce la prevalencia de un gen Dominante sobre uno Recesivo. Un aspecto intermedio de los híbridos corresponde a "valencias" iguales o muy semejantes de los alelomorfos . Puede definirse a la dominancia como resultado de las relaciones entre dos funcionamientos celulares diferentes ,que tienden a determinar los genes alelomorfos,reunidos en un híbrido.

Esos funcionamientos dependen también de las condiciones en que son realizados, o sea que el aspecto fenotípico del individuo puede ser modificado por el tiempo, las características del medio y la constitución del patrimonio genético. En lo que concierne a la última eventualidad,es posible citar ejemplos particularmente claros.

El ojo rojo de la Drosophila es habitualmente dominante sobre el ojo blanco.Morgan y Bridges (1913) demostraron que la presencia de otros genes recesivos afectan la valencia del factor rojo, el ojo de los híbridos es rojo pero un poco más pálido.

Un mismo factor puede presentar varios estados de dominancia o alelomorfos múltiples . En el color de ojos existe una serie alelomórfica cuyos elementos son:

ROJO	W	
CORAL	wco	
SANGRE	wbl	
CEREZA	wc	
EOSINA	we	
DURAZNO	wa	
MARFIL	wi	
TINTE (CRUDO)	wt	
ANTE	wb	
BLANCO	w	(*)

Numerosos casos de alelomorfos múltiples,por ejemplo ,la forma de las alas el color del cuerpo,etc. (**)

*** INFLUENCIA DEL MEDIO

Los caracteres,que aparecen en el curso del desarrollo de un individuo, dependen no solamente de la constitución genética heredada de sus padres, sino también de las circunstancias o condiciones en que se daserrolla.

Entre las numerosas razas de Drosophilas estudiadas por Morgan , una se caracteriza por la forma anormal de su abdomen . Esta caracteristica es perfectamente constante mientras se estudie en un medio lo suficientemente húmedo . Si, por el contrario se transporta un lote de moscas a un medio seco,sus descendientes tendrán un abdomen perfectamente normal.Pero no se puede concluir que esta caracteristica ha dejado de ser hereditaria

En efecto es posible obtener innumerables generaciones de moscas con abdomen aparentemente normal. Pero si son transportadas nuevamente a un medio húmedo,los descencientes tendrán, sin excepción, abdomen anormal.

>>>>> CROMOSOMAS DE LA Drosophila melanogaster

Gracias a la riqueza de razas de la mosca de la fruta,los cientificos han podido emprender un estudio extremadamente fecundo de los fenómenos de ligamiento factorial. Existe toda una serie de genes que se muestran igualmente ligados a los factores NEGRO y VESTIGIAL que hemos utilizado más arriba. Tales son los factores que determinan la aparicion de las alas AUSENTES,ARQUEADAS,TRUNCADAS,GLOBOSAS; ojos PURPURA,CREMA II,etc. Todos ellos están unidos entre ellos y al mismo tiempo al gen NEGRO o al VESTIGIAL o a ambos.
Ellos presentan una unión dentro de las gametas ,que indica que están localizados en el mismo cromosoma.

La Drosophila melanogaster tiene 4 pares de cromosomas (*) y de 300 a 350 genes conocidos que se encuentran repartidos,mediante fenómenos de ligamiento factorial,en cuatro grupos independientes(**).

En el primer grupo existen cerca de 60 genes conocidos que determinan,entre otros,O.BARRADO,CEREZA,CROMO,EOSINA,BERMELLON,BLANCOS,las alas MINIATURA RUDIMENTARIAS,EN MASA,cuerpo ANORMAL,AMARILLO,ARENA,etc.

El segundo grupo comprende 90 factores,entre los que se cuentan el cuerpo NEGRO y las alas VESTIGIALES,(***) que están asociados entre ellos y siguen las leyes habituales de la herencia mendeliana no ligada al sexo.

El tercer grupo corresponde a un largo par de cromosomas con más de 100 factores que determinan por ejemplo: ojos RUGOSOS,ROSADOS,SAFRANINA,alas TRUNCADAS,cuerpo EBANO,SEPIA,,OMATIDIOS BLANCOS,etc.

Por fin el cuarto grupo,del que no se conocen más que 3 genes ;O.AUSENTES C.GLABRO y A.CURVAS(****) correspondientes al cuarto par de pequeños cromosomas redondeados.

(*) Ver esquema pág.8 . $0,2 \times 10^{9}$ Nucleótidos . Peso $0,12 \times 10^{12}$ Dalton

Dalton= $1,67 \times 10^{-24}$ gr.

(**) Ver Tabla 1

(***) Ver pág. 9

(****) N.del T.: Según la bibliografia actual existen además C.REDONDEADO y P.DIMINUTOS IV

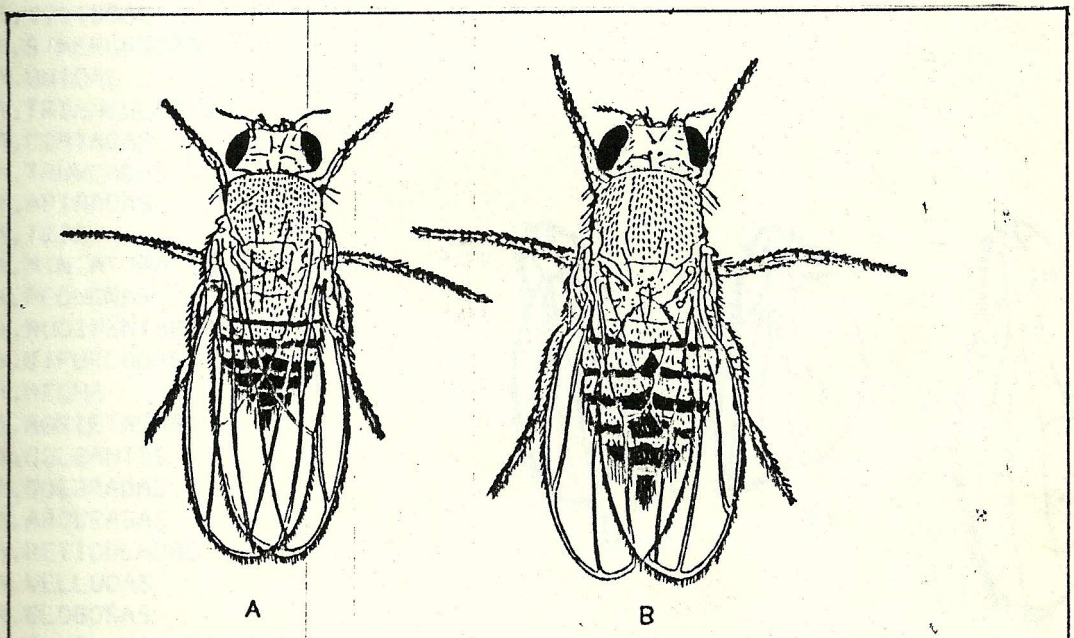
>>> DETERMINACION SEXUAL

El problema de la determinación del sexo se vuelve complicado por los fenómenos de Intersexualidad. Estos induviduos se denominan INTERSEXO y son los organismos que tienen características intermedias entre los machos y las hembras verdaderas , o que presentan en el curso de su desarrollo una suerte de inversión de la sexualidad.

Sturtevant (1913) estudió un caso interesante en Drosophila simulans. Los intersexuados presentaban una mezcla de caracteres masculinos y femeninos,con gónadas abortadas o poco desarrolladas.

El examen citológico revela que todos los individuos tienen dos cromosomas X. Esto indica que genotípicamente son hembras,pero presentan una inversión parcial de la sexualidad . Esta anomalía es hereditaria y se comporta como recesiva con respecto al estado normal .Ella es debida a un gen ubicado en el segundo par de cromosomas,lo que demuestra que la sexualidad no depende exclusivamente de los heterocromosomas.

La cuestión de la relación entre el sexo y el cromosoma X,fue precisada por Bridges (1922) gracias a la existencia de D.melanogaster TRIPLOIDES.



A, hembra diploide de *Drosophila melanogaster. B,* hembra triploide de *Drosophila melanogaster.*

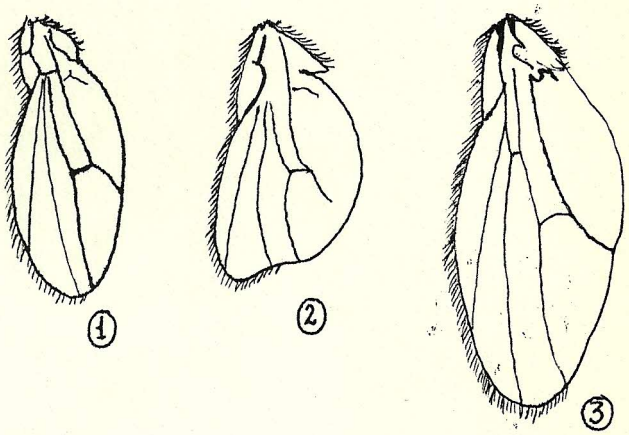
Por cruzamiento entre moscas DIPLOIDES (normales) y TRIPLOIDES se obtiene toda una graduación de características sexuales , las que dependen del número de cromosomas X y su relación con los autosomas,según esta serie:

3 N + 3 X = HEMBRA TRIPLOIDE
2 N + 3 X = SUPER HEMBRA ESTERIL
2 N + 2 X = HEMBRA (normal)
3 N + 2 X = INTERSEXO
2 N + 1 X = MACHO (normal)
3 N + 1 X = MACHO ESTERIL

TABLA 2

****FENOTIPOS DE *Drosophila melanogaster* COLOR Y FORMA DE ALAS.

ALAS FORMA	ALAS COLOR
A.CURVAS	A.OSCURAS
A.PELUDAS	A.PERLADAS
A.ANCHAS	A.ROSAS
A.EXTENDIDAS	A.SOMBREADAS
A.GAVIOTA	A.PINTADAS
A.PEGADAS	A.NORMALES
A.ENHEBRADAS	A.BARNIZ
A.ANORMALES	
A.DIVERGENTES	
A.HENDIDAS	
A.VISTOSAS	
A.S/NERVADURA	
A.UNIDAS	
A.TRIANGULARES	
A.CORTADAS	
A.TRUNCADAS	
A.APIÑADAS	
A.TEJA	
A.MINIATURA ①	
A.PEQUEÑAS	
A.RUDIMENTARIAS ②	
A.BIFURCADAS	
A.MECHA	
A.AGRIETADAS	
A.COLGANTES	
A.QUEBRADAS	
A.ARQUEADAS	
A.RETICULADAS	
A.VELLUDAS	
A.GLOGOSAS	
A.CLUB	
A.ENRULADAS	
A.DELTA	
A.CONTRAIDAS	
A.DOBLADAS	
A.VESTIGIALES	
A.ARRANCADAS	
A.LARGAS ③	
A.ACOLLARADAS	
A.TELESCOPIO	
A.EN MASA	



>>> GENES Y ESPECIES DE Drosophila

Es importante hacer notar que las mutaciones ,en las células de Drosophila melanogaster,son idénticas o muy semejantes a las observadas en otras especies de Drosophila , en las mismas relaciones cromosómicas.

Así las mutaciones de D.simulans están situadas en los mismos cromosomas que los correspondientes a D.melanogaster ,ellas se encuentran en el mismo orden y a las mismas distancias como muestran los trabajos de Sturtevant (1920) sobre CROSSING OVER y los mismos hechos son constatados para D.virilis por por Weinstein (1920).

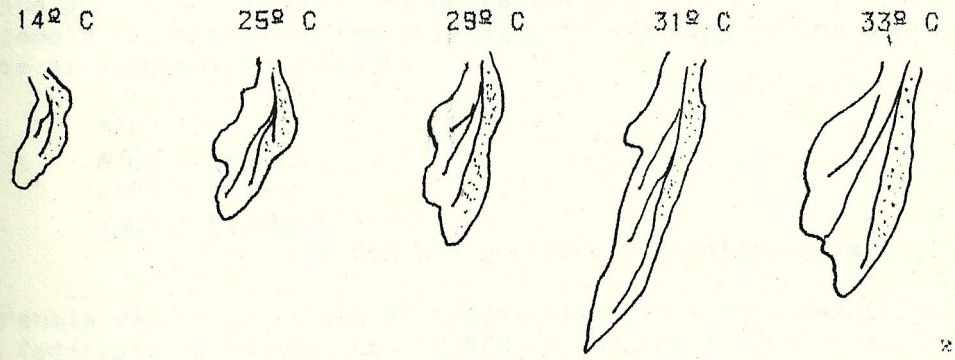
Los genetistas han obtenido numerosas razas, nacidas por mutaciones.A partir de estudios de otras especies de Drosophila tales como D.simulans ,D.virilis ,D.obscura ,D.willistoni y D.funebris y sus constituciones factoriales, han mostrado que el número de genes y su posición,se repiten en varias de esas especies. El gen OJO BLANCO (w) fue encontrado en D.melanogaster,en D.virilis, D.obscura , D.hydei . El gen CUERPO AMARILLO (y) se halló en D.virilis, D.melanogaster , D.obscura , D.willistoni ,etc. ello pone en evidencia la gran similitud en la constitución del patrimonio genético de las especies del género Drosophila.

>>> PENETRANCIA Y EXPRESIVIDAD (Tomado de Mc Cowley)

En los ejemplos que hemos visto hasta ahora,un cierto genotipo produce siempre un fenotipo dado. En la Drosophila , los OJOS ROJOS son producidos por los genes WW y los ww siempre producen OJOS BLANCOS . Se dice que estos genes tienen PENETRANCIA COMPLETA . Se ha descubierto que algunos tienen PENETRANCIA INCOMPLETA (o reducida), en los cuales el genotipo puede existir,pero sin estar expresado fenotípicamente.

En el hombre,por ejemplo,la tendencia a desarrollar diabetes,está controlada genéticamente. No obstante, no todos los que tienen el genotipo desarrollan la enfermedad, ya que el gen tiene penetrancia incompleta. Su manifestación fenotípica parece depender del medio (en este caso la alimentación). Una investigación con 63 pares de gemelos idénticos (los que obviamente tendrían genotipos iguales) mostró que 53 pares eran diabéticos,pero en 10 pares sólo uno lo era.
Por lo tanto 10 sobre 126 tenian genotipo para la diabetes,pero no la manifestaban.

En D.melanogaster el gen ALAS VESTIGIALES tiene efecto sobre los Balancines (segundo par de alas atrofiado) y este a su vez tiene Expresividad regulada por la temperatura.



■>>>. EFECTOS PLEIOTROPICOS E INTERACCION GENETICA

En los casos presentados hasta aquí ,un gen determinado tiene un efecto específico,como el gen L sobre las alas largas. Probablemente la mayoría de los genes tengan efectos múltiples (*) influyendo no sólo sobre los caracteres que normalmente se asocian a ellos, sino que también sobre muchos otros.
A estos efectos múltiples se les llama PLEIOTROPISMO.

En la mosca de la fruta,un alelo recesivo dado,cuando está homocigota , produce alas vestigiales. Pero una observación cuidadosa nos muestra que también se afectan otros caracteres: 1)Los minúsculos Balancines situados atrás de las alas. 2) ciertos pelos del cuerpo 3)la estructura de los órganos sexuales 4) la producción de huevos 5)la duración de la vida.
Todos estos rasgos son influenciados por efectos pleiotrópicos de un solo gen, y además en este caso particular está influenciado por la expresividad ligada a la temperatura.(§)

Lo mismo que un gen pueda afectar varios caracteres distintos , varios genes pueden ejercer su acción sobre un sólo carácter . Por ejemplo en la Drosophila normal el promedio de vida es de 39,7 días. Cuando el alelo ojo PURPURA está presente , debido a un efecto pleiotrópico la vida se reduce a 24,5 días. Otro gen que produce las alas ARQUEADAS reduce el promedio a 26,8 días. Pero cuando PURPURA y ARQUEADAS están en el mismo individuo el promedio se eleva a 33,7 días.

En algunos casos,dos o más genes que no son alelos,deben estar presentes para que un carácter se manifieste, es un caso de HERENCIA COMPLEMENTARIA y es explicada por la acción conjunta de varios genes .
Por ejemplo la coloracion negra se da por la acción de los genes A y B en F2 daria el siguiente resultado:

F2 A?B? = negro
A?bb = blanco
aaB? = blanco
aabb = blanco

Con una proporción fenotipica de 9 : 7

La herencia de dos genes que se suplementan y dan como resultado una variedad de fenotipos se conoce como HERENCIA SUPLEMENTARIA , cuyo caso más estudiado es la forma de las crestas de las gallinas.

(*) N.del T.: Algunos autores suponen la existencia de genes súmamente próximos,que actuarian con ligamiento factorial.

(§) Ver pág 18

TABLA 3

*** CUERPOS DE *Drosophila melanogaster* (FORMA Y COLOR)

C.AMARILLO
C.S/ARISTA
C.EQUINOIDE
C.REDONDEADO
C.PELUDO
C.RECHONCHO
C.ALARGADO
C.ESPINOSO
C.NEGRO II
C.PARDO
C.CLARO
C.NEGRO I(sable)
C.RAYADO
C.JOROBADO
C.PELADO
C.EBANO
C.BANDEADO
C.PINCHUDO
C.MANCHADO
C.GRIS
C.ANORMAL
C.ARENA
C.GLABRO
C.LISTADO
C.AFILADO
C.CREMA III
C.EBANO
C.BITORACICO

>>>> ONCOGENES EN Drosophila (GEN LETAL 7)

De los estudios sobre Drosophila, se puede obtener una prueba de la existencia de tumores malignos o benignos hereditarios.

Bridges señala ,en 1916, la aparición de una raza de moscas,con una mutación que produce una amenaza de muerte a la mitad de los machos.

Esta mutación está ligada a un factor LETAL 7 ,situado en el cromosoma X. Este factor determina la muerte del 50 % de los machos , que posean el factor LETAL 7 ,como recesivo en su cromosoma X. Mientras que las hembras heterocigotas se comportan como portadoras sanas.

P HEMBRA X(L) X(l) + MACHO X(L) Y

F1 X(L) X(L) = HEMBRA NORMAL
X(L) X(l) = HEMBRA PORTADORA SANA
X(L) Y = MACHO NORMAL
X(l) Y = MACHO ENFERMO (MUEREN)

Dentro de esta descencencia , se constata la mortandad de la mitad de las larvas macho, por la presencia de tumores melánicos . Los que comienzan siendo translúcidos,luego marrones y por último negros.

El número de tumores , estudiado por Starck, 1920 ,es variable (de 1 a 16) los que son munerosos posiblemente probienen de metástasis.

Los tumores procederían de las células que deberán formar los órganos de la mosca, diversas experiencias parecen indicar que la muerte deviene por un fenómeno de intoxicación producido por estos neoplasmas.

Se puede inocular el tumor ,por inyección de células en líquido de Locke, a larvas o moscas adultas. El tumor se desarrolla en el punto de inoculación y conserva sus caracteres, observándose anomalías cariocinéticas como en los cancers de los mamíferos.

>>> GENETICA DEL CORTEJO EN *Drosophila*

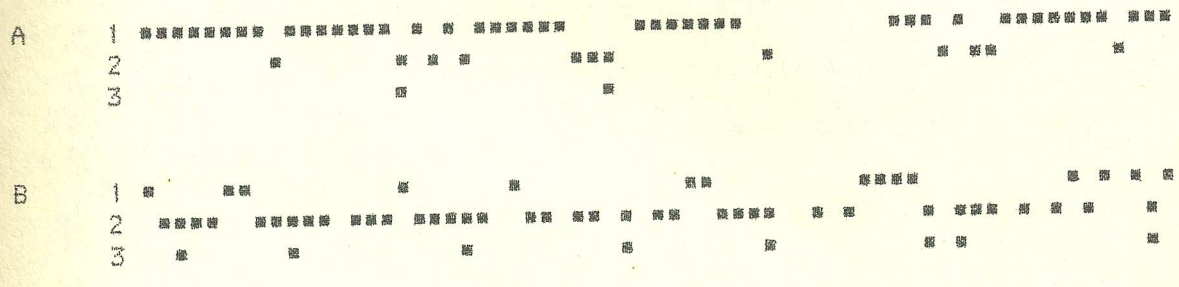
En el cortejo de la *Drosophila melanogaster* se verifican tres estadios,al comenzar el macho sigue a la hembra,rodeándola y quedando frente a ella. Esta etapa es denominada "Rodeo" u "Orientación".

Después sigue la etapa de "Ostentación" o "Vibración alar",siendo seguida por un contacto de la cabeza del mecho con la región genital de la hembra,llamado "Lamido".

Existen aspectos de la conducta del cortejo ,cuyas diversas formas pueden determinar su éxito.

Bastock (1956) encontró en *Drosophila melanogaster* ,una mutación genética recesiva ligada al sexo,que aumentaba el tiempo de orientación y disminuía el de vibración alar,afectando así al cortejo.

Realizando cruzamientos entre individuos de Cuerpo AMARILLO y GRIS(salvaje) ,observó que los machos AMARILLOS tienen menos éxito en acoplarse con hembras de C.GRIS que los machos salvajes,porque la vibración alar es el estimulo más fuerte para esta especie y el gen AMARILLO reduce su duración durante el cortejo.



>> El gráfico representa una secuencia temporal de las diferentes etapas del cortejo 1=Orientación 2=Vibración alar 3=Lamido. A=Mosca C.AMARILLO B=C.GRIS Se puede apreciar el tiempo de vibración más corto en los mutantes amarillos

Según los trabajos de Bastock de 1956 , el éxito porcentual durante una hora en la formación de parejas,es el siguiente:

MACHO SALVAJE	x HEMBRA SALVAJE	62 %
MACHO AMARILLO	x HEMBRA SALVAJE	34 %
MACHO SALVAJE	x HEMBRA AMARILLA	87 %
MACHO AMARILLO	x HEMBRA AMARILLA	78 %

>>>> EVOLUCION DE LA CONDUCTA

La existencia de variación en la conducta ,es uno de los aspectos que posibilitan su evolución.

En Drosophila melanogaster, el tiempo entre el primer encuentro entre el macho y la hembra ,hasta la cópula es variable. Manning (1961) consiguió por selección artificial,dos cepas con periodos de cortejo eran 30 y 80 minutos.

Retirando los individuos con tiempos intermedios , logró un Aislamiento Reproductor , pues los individuos "Lentos" preferían el acoplamiento con los "Lentos" y los "Rápidos" con los de su misma cepa.

Knight,Robertson y Waddington, confirmaron que el aislamiento reproductor puede producirse por seleccción.

Cruzando dos cepas de D.melanogaster y eliminando los hibridos,obtuvieron despues de siete generaciones una reducción en el número de individuos intermedios de un 66 a un 38 % , indicando esto una preferencia de los individuos por su propia cepa.

Otro caso interesante es el estudioado por De Souza & Al. en D.willistoni que muestra un aislamiento sexual incipiente , por la preferencia del lugar de pupación ,en lugares húmedos o secos. Demostraron que en condiciones de competencia los machos "SECOS" fecundan con más éxito a las hembras "SECAS".

Estas experiencias muestran que la conducta tiene gran importancia como factor desencadenante del aislamiento reproductor ,sobre todo por la atracción existente entre machos y hembras con los mismos caracteres.

PARTE 2

▪▪▪ BASES TEORICAS Y GLOSARIO

- GENERACION P : Generación Paterna o Parental,por definición se la considera pura (homocigota) para los caracteres implicados.

- GENERACION F1 : Descendencia inmediata de la Generación P, significa la Generación Filial 1.

- F2;F3;F4... : Representa a los individuos producidos por el cruzamiento , obtenido por autofecundación o apareamiento entre ellos,de las generaciones filiales anteriores.

  F1 x F1 = F2

- ALELOS o PARES ALELOMORFICOS : Caracteres contrastados o contrapuestos que son producidos por genes ubicados en el mismo lugar ("locus") en el cromosoma.

- DOMINANCIA INCOMPLETA : Caso de cruzamiento, en que la dominancia no se manifiesta en toda su intensidad,produciendo en F1 hibridos con caracteres intermedios.

  ROJO x BLANCO = ROSADO

- PLEIOTROPIA : Influencia de un gen sobre varios caracteres diferentes, en forma simultanea.

  Arveja: Color Flor => Color de semilla

- HETEROMERIA : Distintos genes actuan sobre un determinado carácter.

  <u>Drosophila</u>: 3 genes diferentes dan CUERPO NEGRO

- ALELOS MULTIPLES : Tres o más genes que puedan formar pares alelomórficos entre sí. El ordenamiento de dominancias da la SERIE ALELOMORFICA.

  X domina sobre x1
  x1 " " x2
  x2 " " x3

  Ver pp. 4 y 13.

- EPISTASIS : Fenómeno por el cual la acción de un gen impide la expresión de otro.

- HIPOSTASIS : Fenómeno de ocultamiento genético producido por un gen epistático.

- INTERACCION FACTORIAL : Acción conjunta de varios genes para lograr un determinado caracter.

**** AGENTES DE CAMBIO

PRINCIPIO DE HARDY-WEINBERG:

En una población suficientemente grande (sin errores de muestreo) , con ausencia de MUTACION , MIGRACION y SELECCION NATURAL , las frecuencias relativas de los fenotipos se mantienen invariables .Y si el cruzamiento es al azar , de los alelos en cuestión , las proporciones de cada genotipo se mantienen constantes.

Pero como teoricamente ninguna población está libre de todos estos cambios, la utilidad de éste principio puede ser puesta en duda,pero como dice H.Curtis si hacemos una analogía con el Principio de Inercia (Todo cuerpo permanece en reposo o a velocidad constante,cuando no actúa una fuerza sobre él.) Sobre los cuerpos generalmente actuan fuerzas,pero el Principio,permite detectar su naturaleza,por simple diferencia. Lo mismo sucede con el de Hardy-Weinberg, sin él no podriamos detectar las furezas responsables de los cambios en las poblaciones.

MUTACIONES:

Definimos mutación como un cambio heredable en el genotipo.Estos cambios son producidos por casualidad,o sea que el ambiente no puede influir sobre el tipode mutación producida.Pero el número de mutaciones si puede ser influida por factores ambientales (como las radiaciones) , además , distintos genes tienen diferentes tasas de mutación debido a su posición en el cromosoma y a su composición química.

El número promedio de mutaciones detectables fenotipicamente está entre 1/1000 y 1/1000000 por generación.

Las mutaciones suelen considerarse la materia prima de la evolución ,pero no determinan la dirección del cambio evolutivo.

MIGRACIONES:

Las migraciones producen un efecto conocido como Flujo Genético, que es el pasaje de alelos desde y hacia una población determinada , como consecuencia de la inmigración o emigración de los individuos reproductores.Asimismo puede introducir nuevos alelos o cambiar las frecuencias relativas de los existentes.Su efecto general tiende a reducir las diferencias entre las poblaciones.

SELECCION NATURAL:

La Selección Natural posee como efecto global, acentuar las diferencias al producir individuos más aptos para las distintas condiciones del medio. Como consecuencia, en ciertas ocasiones el Flujo genético y la Selección Natural se contrarrestan.

CALCULO DE RELACIONES FENOTIPICAS Y GENOTIPICAS

* Nº de tipos de gametas que produce F1 para "n" pares de factores heterocigotas:

$$2^n$$

* Nº de fenotipos posibles en F2 en n pares de genes (dominancia completa)

$$2^n$$

* Nº de genotipos distintos que constituyen la F2

$$3^n$$

* Nº mínimo de individuos que debe tener F2 para obtener todos los genotipos posibles.

$$4^n$$

Debe hacerse notar que el cálculo de las relaciones feno-genotípicas de los cruzamientos, puede hacerse mediante cálculos derivados del Binomio de Newton ,o mediante el uso del llamado METODO ESQUEMATICO o TABLERO DE PUNNET.

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

MEDIO DE CULTIVO

La crianza de Drosophila es relativamente sencilla utilizando un medio de cultivo apropiado, existiendo varios que contienen diversos ingredientes incluyendo hasta jugos o pulpa de frutas.
Este medio se caracteriza por ser de fácil preparación y dar excelentes resultados.
La evidencia que el cultivo esta bien preparado, son las galerias que dejan las larvas al alimentarse.
Debe colocarse en la botella de cultivo una vez preparado un trozo de algodón para que absorva la humedad.
Es importante respetar las proporciones y sobre todo respecto al antimicótico pues su ausencia total o parcial provoca la invasión de hongos al cultivo.

INGREDIENTES

Harina de maiz 100g

Levadura de cerveza 40g

Melaza 70g

Agar-agar 25g

Nipagin 18mg en solución alcoholica al 10%

PREPARACION

Hervir la harina de maiz en 800ml de agua hasta que comience a espesar, colocar el agar-agar y diluir la levadura en 100ml de agua al igual que la melaza.
Agregar la melaza cuando la harina de maiz aún hierve, esperar a que espese nuevamente , dejar enfriar hasta que no hierva y agregar la levadura junto con el antimicótico.
Esterilizar las botellas con solución de hidróxido de sodio al 40%, enjuagar con agua y colocar 50ml de medio en cada una, enfriar con ventilador o en la heladera.
Tapar con algodón o hacer un tapón con esponja sintética.

APENDICE 1

*** TECNICA DE ANESTESIAMIENTO ***

En general el estudio de las moscas sólo puede realizarce mientras los animales estan inmoviles, por lo tanto deben ser anestesiados y colocados en una placa de examen para ser observados con lupa estereoscópica.

La técnica de anestesia es relativamente sencilla, pero delicada, pues debe evitarse la muerte de las moscas por una alta exposición al éter o por entrar en contacto las mismas con éter en estado liquido.

LISTADO DE MATERIALES

Algodón
Eter etílico
Hilo de coser
Pincel pequeño
Placa de examen
Lupa estereoscópica
Recipiente con agua

PROCEDIMIENTO

1- Construya el eterizador con una pequeña esfera de algodón, átela al extremo del hilo de coser.

2- Introduzcalo en el recipiente con éter, luego quite el excedente de liquido apretando el algodón entre los dedos (RECUERDE que sólo se deben usar los vapores del eter y no en estado liquido).

3-Golpee el fondo de la botella contra la mesada , esto provoca que las moscas queden momentaneamente inactivas en el fondo del frasco.
Retire el tapón de la botella a estudiar, coloque el eterizador y manténgalo suspendido en la mitad del recipiente, y vuelva a tapar.

4- Una vez que todas las moscas hayan dejado de moverse retire el eterizador (ADVERTENCIA: si el eterizador permanece por mas tiempo los animales morirán).

5- Vuelque y golpee la botella sobre la placa de examen varias veces hasta que todas las moscas caigan.

6- Observe con la lupa binocular y manipulee los animales con el pincel mojado en agua.

7- Las moscas permaneceran anestesiadas por un periodo que oscila entre los 5 y 15 minutos aproximadamente.

APENDICE 2

>>>> PARAMETROS POBLACIONALES

1)TASA NETA DE REPRODUCCION (Ro)

También llamada Tasa de Reemplazo, es el número promedio de crias hembra, que pueden ser producidas por cada hembra durante su vida reproductiva.

$$Ro = \sum_{x=0}^{\infty} L\ M$$

x= Periodo reproductivo o época de celo
L= Edad de la hembra
M= Promedio de crias hembra que producen a esa edad (L)

2)TIEMPO GENERACIONAL (T)

Representa al tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas. Por ejemplo, entre la puesta de un huevo y la puesta de otro procedente de una hembra originada en el primero.

Si por causas climáticas, éstas fueran muy variables se puede usar la sig. fórmula:

$$T = \frac{\sum x\ L\ M}{\sum L\ M}$$

3)TASA DE MULTIPLICACION (r)

Conocida también como Tasa Intrinseca de Crecimiento Natural, es una tasa de crecimiento poblacional de tipo instantanea, o sea que evalúa el tamaño de la población en sucesivos momentos cuando ésta está en condiciones de crecer en forma ilimitada (crec. exponencial)

$$\sum_{x=0}^{\infty} L\ M\ e^{-rx} = 1 \quad ó \quad r = \frac{\ln Ro}{T}$$

4)TASA FINITA DE CRECIMIENTO POR NATALIDAD (λ)

Es el número de individuos hembra que se agregan a la población, por individuo hembra y por unidad de tiempo.

$$\lambda = e^{r}$$

5)TASA FINITA DE MORTALIDAD (μ)

Es el número de hembras fértiles que mueren por unidad de tiempo

$$\mu = \lambda - r$$

>>>>>>Para Drosophila melanogaster

r	* λ	* μ	* T	* Ro
0,37566	0,44476	0,06910	16,7 (dias)	189,9 (ind.♀)

APENDICE 3

PLANILLA DE OBSERVACION *Drosophila melanogaster*

MES DE : ________________

DIA	BOTELLA	CULTIVO	CEPA	OBSERVACIONES

APENDICE 4

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

FRASCO Nro:__________
MEDIO DEL:___/___/___
CEPA:______________
SEXO:______________
GRUPO:_____________
ETC.:______________
____

BIBLIOGRAFIA

GUYENOT E. L'HÉRÉDITÉ Biblot.Biol.Gen. Dion Editeurs PARIS 1931

STORER T. et Al. ZOOLOGIA GENERAL Ed.Omega BARCELONA 1973

SAEZ F.-H.CARDOSO CITOGENETICA BASICA Y BIOLOGIA DE LOS CROMOSOMAS Monog. Nº 20 Serie Biol. OEA WASHINGTON DC 1978

DE LA LOMA J.L. GENÉTICA GENERAL Y APLICADA Manuales UTEHA México 1969

PARKER R. ESTADISTICA PARA BIOLOGOS Omrga/cuadernos B.AIRES 1976

WAGNER R. FIDELIDAD EN LA DUPLICACION DEL ADN -INV.Y CIE.Oct 1988

CASTRO J. ACTUALIZACIONES EN BIOLOGIA EUdeBA 8va Ed. BsAs 1991

DAWKINS R. EL GEN EGOISTA Bibl.Cient.Salvat Nº 9 BsAs. 1988

Mc CAULEY ZOOLOGIA Ed Interamericana BsAs. 1975

MORGAN T.H. GENETICA Y EMBRIOLOGIA Losada Bs.As. 1962

§