

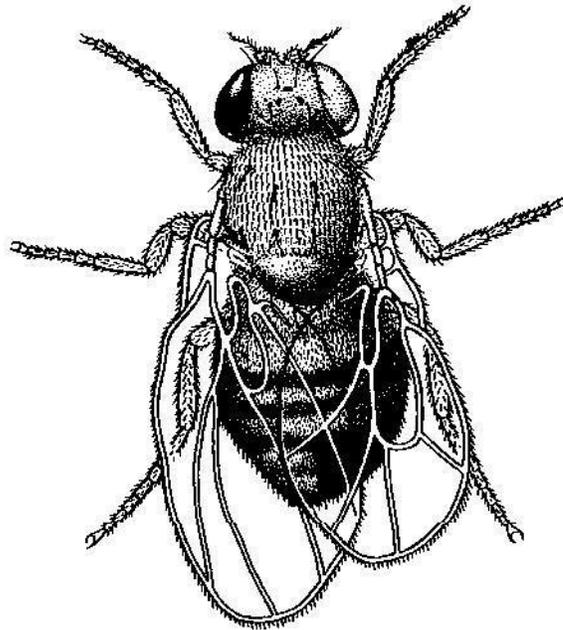


UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Biología



Manual de Prácticas  
**GENÉTICA MENDELIANA**



*Hugo Alejandro Farías Chagoya  
Miguel Martínez Trujillo  
María de Lourdes Ballesteros Almanza  
Marco Aurelio Arciga Sosa*

*Febrero 2018*

## INTRODUCCIÓN

El presente manual de prácticas consta de experimentos que demuestran los principios de transmisión de los genes. El organismo utilizado en la mayor parte de los experimentos es la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster*, la cual tiene varias ventajas en estudios de Genética.

Para una realización exitosa de estas prácticas es necesario que el estudiante sea **cuidadoso, observador y paciente**. Algunas de las prácticas se prolongarán hasta por seis semanas aproximadamente.

Cada reporte constará de:

- Los **resultados**, los cuales deben ser anotados por el alumno de acuerdo con lo solicitado.
- Un **cuestionario**, que orienta al alumno a investigar y reafirmar sus conocimientos.
- El reporte de cada práctica deberá contener: Resultados, esquemas, Cuestionario, Conclusiones y **Bibliografía consultada (no se aceptan citas de páginas de internet)**.

Los reportes de laboratorio serán entregados por equipo al término del semestre con un valor máximo de 10, en caso de que el reporte no cumpla los requerimientos mencionados se rechazará y tendrá calificación reprobatoria.

Al concluir el curso de laboratorio se practicará un sencillo examen que comprenderá a los objetivos, procedimientos, resultados y cuestionarios de las prácticas realizadas.

- ✓ El curso de Genética se divide en Teoría y **Práctica**, teniendo un valor de 60% y **40%** respectivamente.
- ✓ La entrada al laboratorio será con puntualidad con un máximo de 15 minutos de tolerancia
- ✓ El uso de la bata es obligatorio de lo contrario no se permitirá su entrada a la práctica y se les dará práctica por vista.
- ✓ No se permite el uso de teléfonos celulares dentro del laboratorio ni la ingesta de alimentos y bebidas.
- ✓ **NOTA:** Para tener derecho al Examen final y aprobar el curso deberá contar con un mínimo del 80% en las asistencias.

## PRÁCTICA N° 1

### CICLO DE VIDA, TÉCNICAS DE MANEJO Y RECONOCIMIENTO DE SEXOS EN *Drosophila melanogaster*

#### INTRODUCCIÓN

Para todo investigador es fundamental elegir el material que cumpla con los mejores requisitos para los experimentos que pretenda realizar. En este caso, la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster* presenta múltiples ventajas en los experimentos de genética:

- a) Tiene un ciclo de vida corto.
- b) Produce un gran número de descendientes.
- c) Se reproduce fácilmente en el laboratorio.
- d) Es suficientemente grande para ser analizada a simple vista o con microscopio estereoscópico (Lupa).
- e) Es fácil de obtener, ya que es cosmopolita.

Las etapas del ciclo de vida de esta mosca consisten en el huevo, larva, pupa y adulto o imago. La metamorfosis está controlada por hormonas, y el ciclo de vida se completa en 10 días aproximadamente a una temperatura de 25°C.

#### OBJETIVOS.

- 1) Observar las diversas fases del ciclo de vida de *Drosophila melanogaster* y reconocer los sexos en los adultos.
- 2) Familiarizarse con las técnicas de manejo de *Drosophila melanogaster* y preparación del medio de cultivo.

#### MATERIAL.

Frascos de boca ancha, papel filtro, ácido propiónico, levadura, azúcar, plátano o harina de

maíz, agar, gasa, algodón, éter, caja de Petri, pinceles, agujas de disección, cinta adhesiva y microscopio estereoscópico.

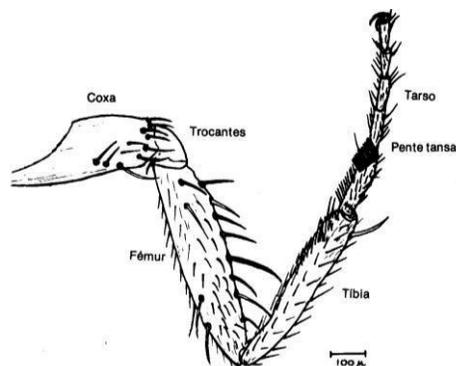
## PROCEDIMIENTO.

### 1. Eterización y reconocimiento de sexo en los adultos.

Para observar a los adultos es necesario transferirlos del frasco de cultivo a otro frasco limpio, que servirá de frasco eterizador. Este frasco debe tener un tapón de algodón con gasa, y en el momento de usarse se le deben agregar unas gotas de éter. Una vez transferidas las moscas al eterizador se tapa durante algunos segundos para anestesarlas. Ahora las moscas están listas para que, en una caja de Petri, puedan ser observadas y analizadas al microscopio.

Para el manejo de las moscas sin dañarlas se recomienda usar pinceles. Es posible que durante la observación algunas moscas recuperen su capacidad locomotora y puedan escaparse, por lo que se recomienda usar un re-eterizador, el cual se puede hacer con un algodón pegado en el interior de la tapa de una caja de Petri.

Antes de realizar cruzamientos es indispensable reconocer los machos y las hembras, lo cual es relativamente sencillo debido a ciertas diferencias entre ambos sexos: la hembra es de mayor tamaño y presenta un mayor número de bandas abdominales, además de que el extremo del abdomen es más agudo en la hembra y más redondeado en el macho, presentando este último **peines sexuales** en el primer par de patas. (Figura)



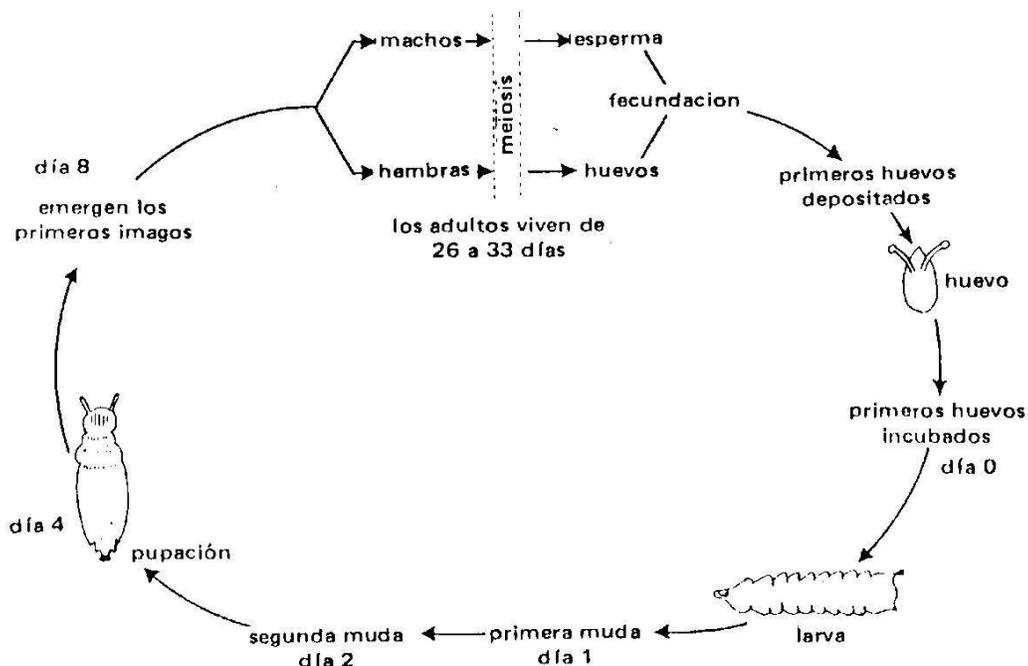
## 2. Observación de huevos, larvas y pupas.

La observación de huevos, larvas y pupas es fácil de realizarse, simplemente se toman de los frascos donde están en reproducción las moscas, usando agujas, pinzas o pinceles. La observación se hace al microscopio estereoscópico. El ciclo de vida se presenta en la siguiente figura.

## 3. Obtención de hembras vírgenes.

Cuando se pretenda realizar una cruce es necesario tener la seguridad de que las hembras participantes en dicha cruce no hayan copulado. Para conseguir esto se deben separar los sexos cuando los adultos hayan emergido de las pupas no dejando pasar más de 10 horas a partir de ese momento. En esta etapa la mosca es de color blanco y se oscurece posteriormente.

Otra forma de obtener hembras vírgenes es separando cada larva o pupa en frasquitos, de manera que sólo quede una pupa por frasquito, para que cuando emerjan de la pupa las hembras no se puedan cruzar por estar aisladas.



#### 4. Preparación de medio de cultivo y mantenimiento de las moscas en el laboratorio.

Los medios de cultivo para mantener a *D. melanogaster* pueden ser muy variados, tales como diversas frutas en avanzado estado de fermentación, o bien cultivos que requieran una preparación especial, de los cuales hay varios. Un medio de cultivo común en el cual se usa harina de maíz se prepara de la manera siguiente:

##### Medio para 12 frascos:

-Se calientan 650 ml de agua y se le agregan 7.5 g de agar, teniendo cuidado de que no se formen grumos, moviendo constantemente hasta que se disuelva éste.

- Por otro lado se pesan 105 gr de harina de maíz, aforando a 600 ml.

- Se mezclan las dos soluciones anteriores (agar + harina de maíz) adicionándose 70 gr de azúcar y 30 gr de levadura.

- La mezcla anterior se hierve durante 15 min. Hay que cuidar que no se derrame durante la ebullición y que tampoco se pegue en el fondo del recipiente.

- Se deja enfriar el medio de cultivo a 65°C aproximadamente y se le agregan 2.5 ml de ácido propiónico.

- Se vacía el medio en frascos estériles, teniendo cuidado que la cantidad de alimento no sobrepase los 2 cm sobre la base del frasco.

Es recomendable que los frascos estériles contengan una tira de papel y tengan un tapón de algodón envuelto en gasa.

La humedad relativa y temperatura óptimas son de 80% y 25°C respectivamente. **Nunca** se deben exponer las moscas en cultivo a la **luz directa** del sol.

## **RESULTADOS.**

- 1.- Esquematiza las diversas fases del ciclo de vida de *Drosophila melanogaster*.
- 2.- Esquematiza las diferencias observadas entre machos y hembras de *Drosophila melanogaster*.

## **CUESTIONARIO.**

1. ¿Qué es un modelo biológico? Y ¿por qué se considera a *D. Melanogaster* como tal?
2. Menciona tres organismos y sus ventajas para realizar experimentos de Genética.
3. ¿Qué efecto tiene la temperatura sobre la reproducción y el desarrollo de *D. melanogaster*?

**PRÁCTICA N° 2**  
**SEGREGACIÓN DE LOS GENES**  
**PRIMERA LEY DE MENDEL**

**INTRODUCCIÓN.**

De acuerdo con la teoría cromosómica de la herencia los genes se encuentran localizados en los cromosomas. En los organismos diploides los cromosomas se encuentran como pares de homólogos, y consecuentemente los genes también se encuentran por pares. En la formación de los gametos hay una segregación de cromosomas y genes debido al proceso de meiosis, dando como resultado que la mitad de los gametos lleven uno de los miembros del par de genes y la otra mitad de gametos lleven el otro miembro del par de genes. La unión de los gametos masculino y femenino se lleva a cabo al azar. La relación más común entre los alelos de un gene es de dominancia y recesividad, tal y como lo pudo observar Mendel en sus experimentos con chícharo.

**OBJETIVO.**

Demostrar la primera ley de Mendel, o segregación de los genes, en la mosca *Drosophila melanogaster*.

**MATERIAL.**

Microscopio estereoscópico, pincel, aguja de disección, éter, frasco eterizador, re-eterizador, etiquetas para pegar o cinta adhesiva, frascos con medio de cultivo fresco.

La cepa de tipo **silvestre** (++) de *Drosophila melanogaster*, además de alguna de las siguientes cepas de la misma especie:

**Ébano (e):** cuerpo negro brillante, mutación portada en el cromosoma III.

**Dumpy (dp):** alas con escotadura, mutación portada en el cromosoma II.

**La doble mutación ébano dumpy también puede ser usada al cruzarse con la cepa silvestre**

### PROCEDIMIENTO.

1. Para realizar los cruzamientos es necesario tener machos y hembras vírgenes de aproximadamente la misma edad.

2. Utiliza 5 machos y 5 hembras vírgenes para realizar las siguiente cruza

Silvestre (++)	X	Ébano (ee)
----------------	---	------------

Silvestre (++)	X	Dumpy (dp dp)
----------------	---	---------------

La crucea recíproca de sexos también es válida y no alteran los resultados.

3. Coloca a las cinco parejas (progenitores) elegidas en un frasco con cultivo fresco. Etiqueta el frasco con: fenotipos de la crucea, generación, fecha, sección y equipo.

4. A los 7 días aproximadamente, o cuando sea evidente la presencia de larvas en el frasco, deja escapar a los progenitores.

5. A los 14 días, en que probablemente habrán emergido los adultos de la primera generación, extrae y observa al microscopio el mayor número posible de individuos (hembras y machos), y analiza el fenotipo de todos ellos conforme a la cruce que hayas realizado con los progenitores iniciales (tamaño de las alas, color del cuerpo, tamaño de ojos, etc.) Anota tus observaciones.

6. Toma 5 parejas de los individuos observados en el paso anterior (Filial 1) y colócalas en un frasco con medio de cultivo fresco. Los individuos restantes deséchalos.

7. A los 7 días aproximadamente deja escapar a las cinco parejas siempre y cuando existan larvas en el frasco. Tales larvas llegarán a ser los individuos de la Filial 2 o segunda generación.

8. A los 14 días o cuando ya hayan emergido la mayoría de los adultos debes examinarles el fenotipo correspondiente a todos ellos (machos y hembras) y tomar nota de tales resultados.

## RESULTADOS.

Anota el **número** de moscas de cada fenotipo, independientemente del sexo, para cada generación:

<b>Fenotipo Color</b>	<b>Filial 1</b>	<b>Filial 2</b>
Color silvestre		
Color ébano		

<b>Fenotipo ala</b>	<b>Filial 1</b>	<b>Filial 2</b>
Ala silvestre		
Ala dumpy		

## CUESTIONARIO.

1. Esquematiza los cruzamientos realizados utilizando la simbología adecuada, indicando cada generación, fenotipos, genotipos, gametos, número de individuos participantes de cada sexo en cada cruce, etc.

2. Determina si los resultados observados concuerdan con los esperados, aplicando la **prueba de ji cuadrada** cuando se obtengan dos fenotipos diferentes en la descendencia.
3. Explica en qué consiste la segregación de los genes.
4. ¿Qué es un alelo, qué es un gen y qué es una cruce de prueba ó retro-cruce?
5. ¿Qué es genotipo, fenotipo y línea pura?

**PRÁCTICA N° 3**  
**DISTRIBUCIÓN INDEPENDIENTE DE DOS GENES AUTOSÓMICOS**  
**SEGUNDA LEY DE MENDEL**

**INTRODUCCIÓN.**

Las cruces en las cuales se consideran dos o más características a la vez se denominan dihíbridas y poli-híbridas respectivamente. Estos cruzamientos implican dos o más pares de genes. Cuando los diferentes pares de genes se ubican en diferentes pares de cromosomas homólogos ocurre una distribución independiente durante la formación de los gametos, como consecuencia del comportamiento cromosómico.

**OBJETIVO.**

Demostrar la distribución independiente de los genes en *Drosophila melanogaster*.

**MATERIAL**

- Equipo de computo
- Programa: VCISE: Drosophila
- *Drosophila melanogaster* doble mutante ébano-dumpy y silvestre

**PROCEDIMIENTOS:**

**PARTE A. CÓMPUTO**

Los cruzamientos necesarios para esta práctica serán realizados de manera virtual utilizando el programa VCISE: Drosophila

1. En el programa VCISE: Drosophila, seleccionar los fenotipos a cruzar: Ebano (♂) y Vestigial (♀). Después hacer la cruce, obtener F1.

**PARENTS**

(FEMALE: E) X (MALE: VG)

**OFFSPRING**



Fenotipo	Numero
<b>Hembra:</b>	
<b>Macho:</b>	
<b>Total</b>	

2. Realizar autofecundación y obtener F2.

(FEMALE: +) X (MALE: +)

**OFFSPRING**



**PARENTS**

(FEMALE: +) X (MALE: +)

**OFFSPRING****F2.**

<b>Fenotipo</b>	<b>Numero</b>
+	
<b>VG</b>	
<b>E</b>	
<b>VE,E</b>	
<b>Total</b>	

**Comprobación de resultados con ji-cuadrada.**

<b>Fenotipo</b>	<b>observado</b>	<b>Hipotesis</b>
+		
<b>VG</b>		
<b>E</b>		
<b>VG,E</b>		

**PARTE B. CRUZAMIENTO CON LAS MOSCAS VIVAS**

1. Para realizar los cruzamientos es necesario tener machos y hembras vírgenes de aproximadamente la misma edad.
2. Utiliza 5 machos y 5 hembras vírgenes para realizar la siguiente cruce

Silvestre (++) x Ébano dumpy (ee dpdp)
--

La cruce recíproca de sexos también es válida y no alteran los resultados.

3. Coloca a las cinco parejas (progenitores) elegidas en un frasco con cultivo fresco. Etiqueta el frasco con: fenotipos de la cruce, generación, fecha, sección y equipo.
4. A los 7 días aproximadamente, o cuando sea evidente la presencia de larvas en el frasco, deja escapar a los progenitores.
5. A los 14 días, en que probablemente habrán emergido los adultos de la primera generación, extrae y observa al microscopio el mayor número posible de individuos (hembras y machos), y analiza el fenotipo de todos ellos conforme a la cruce que hayas realizado con los progenitores iniciales (tamaño de las alas, color del cuerpo, tamaño de ojos, etc.) Anota tus observaciones.
6. Toma 5 parejas de los individuos observados en el paso anterior (Filial 1) y colócalas en un frasco con medio de cultivo fresco. Los individuos restantes deséchalos.
7. A los 7 días aproximadamente deja escapar a las cinco parejas siempre y cuando existan larvas en el frasco. Tales larvas llegarán a ser los individuos de la Filial 2 o segunda generación.
8. A los 14 días o cuando ya hayan emergido la mayoría de los adultos debes examinarles el fenotipo correspondiente a todos ellos (machos y hembras) y tomar nota de tales resultados.

**RESULTADOS.**

Anota el **número** de moscas de cada fenotipo, independientemente del sexo, para cada generación:

<b>Fenotipo</b>	<b>Filial 1</b>	<b>Filial 2</b>
Color silvestre, Alas silvestres		
Color silvestre, alas dumpy		
Color ébano, alas silvestres		
Color ébano, alas dumpy		

**CUESTIONARIO.**

1. Esquematiza las cruzas, desde Progenitores Iniciales hasta la Filial 2, usando la simbología adecuada, indicando fenotipos, genotipos, gametos, etc.
2. Para comprobar la validez de tus resultados aplica una prueba de **ji cuadrada** para la Filial 2.
3. Enuncia la Segunda Ley de Mendel y explica su significado.
4. ¿En qué casos no se cumplen las leyes mendelianas?
5. ¿Qué es un híbrido y un dihíbrido? Menciona al menos un ejemplo de cada uno.

## PRÁCTICA N° 4

### HERENCIA LIGADA AL CROMOSOMA X

#### INTRODUCCIÓN.

La determinación del sexo en muchas especies de animales se debe a la presencia de cromosomas sexuales. En el hombre y en *Drosophila melanogaster* el sistema de determinación sexual es del tipo XX/XY, con machos heterogaméticos; las hembras son XX y los machos XY. Los cromosomas sexuales tienen una región homóloga y otra diferencial; en esta última se encuentran genes que no tienen contraparte en el otro cromosoma sexual. Los genes de la región diferencial del "X" se presentan en condición hemicigótica en los machos y siempre se expresan aunque sean recesivos. Las características determinadas por los genes de la región diferencial del cromosoma "X" se dice que están ligadas al "X" o ligadas al sexo.

#### OBJETIVO.

Demostrar la herencia ligada al "X" en *Drosophila melanogaster*.

#### MATERIAL.

Cepas de *D. melanogaster* de los tipos siguientes:

**Silvestre** (++). Ojos rojos

**White** (w): ojos de color blanco. Mutación portada en la región diferencial del cromosoma "X".

## PROCEDIMIENTO.

1. Para realizar los cruzamientos es necesario tener machos y hembras vírgenes de la misma edad.

2. Realice los siguientes cruzamientos utilizando varias hembras y varios machos.

A) Ojos blancos (♀) x Silvestre (♂)

B) Silvestre (♀) x ojos blancos (♂)

Es necesario hacer las dos cruza ya que se obtienen resultados diferentes entre ambas. Por lo mismo se deben etiquetar ambos frascos con **cuidado** para evitar confusiones al momento de analizar los resultados.

3. A los 7 días deja escapar a los progenitores si es que observas larvas en los frascos.

4. A los 14 días analiza los descendientes (Filial 1) de ambas cruza, determinando el **color de los ojos** para hembras y para machos por separado. Anota tus resultados.

5. Coloca los descendientes de cada cruza en frascos con cultivo fresco. Repite los pasos 3.y

**RESULTADOS.**

1. Anota los resultados de la cruce ojo blanco (♀) x Silvestre (♂)

FENOTIPOS	FILIAL 1		FILIAL 2	
OJOS ROJOS				
OJOS BLANCOS				

2. Anota los resultados de la cruce Silvestre (♀) x ojo blanco (♂)

FENOTIPOS	FILIAL 1		FILIAL 2	
OJOS ROJOS				
OJOS BLANCOS				

**CUESTIONARIO.**

1. Esquematiza las cruzas realizadas usando la simbología adecuada.
  2. Determina sí los resultados obtenidos concuerdan con los esperados, cuando se presenten dos fenotipos en un mismo sexo de la misma filial, mediante la prueba de **ji cuadrada**.
  3. Menciona 3 características ligadas al cromosoma "X" en humanos.
  4. ¿Qué es un gen holándrico y menciona un ejemplo?.
  5. ¿Qué factores pueden influir en la determinación del sexo en algunos organismos?.
- (Explícalos ampliamente).

**PRÁCTICA No. 5**  
**INTERACCION GENETICA O EPISTASIS**  
**EN *Drosophila melanogaster***

**INTRODUCCION.**

La interacción de genes no alélicos se presenta cuando una característica determinada se encuentra afectada o influida por más de un par de genes que no son alelos entre sí. Esto se debe a que los productos de los genes (proteínas) no actúan aislados en las células sino de manera coordinada, para producir finalmente un organismo completo y funcional. Cuando existe interacción es posible mediante el análisis genético observar desviaciones de las proporciones mendelianas esperadas, particularmente de la relación 9:3:3:1.

**OBJETIVO.**

Identificar el tipo de interacción que presentan dos genes que modifican la forma de las alas en *Drosophila*.

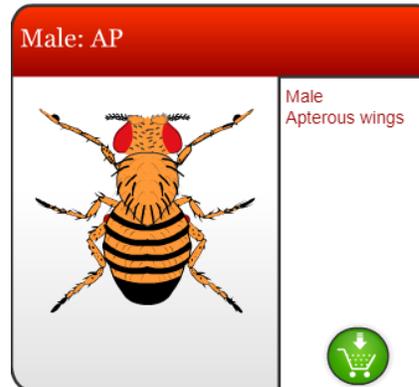
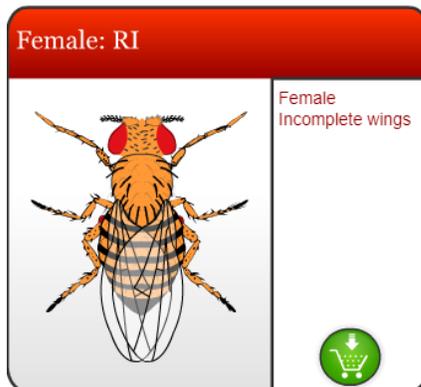
**MATERIAL**

- Equipo de computo
- Programa VCISE: *Drosophila*

**PROCEDIMIENTO**

1. Usando el programa VCISE: Drosophila, realizar la siguiente cruza: Ala venación incompleta (♀) x áptera (♂) Obtener F1

**PARENTS**



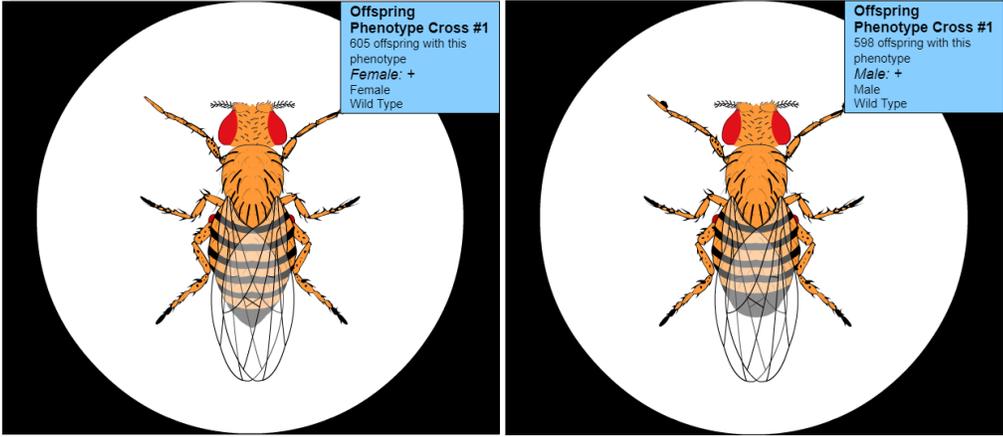
(FEMALE: RI) X (MALE:  
AP)

**OFFSPRING**

	Fenotipo	Numero
<b>Total</b>		

}

2. Realizar autofecundación y obtener F2



PARENTS

(FEMALE: +) X (MALE: +)

OFFSPRING

	Fenotipo	Numero
<b>Total</b>		

## CUESTIONARIO

- Representa el cruzamiento realizado utilizando la simbología adecuada.
- De acuerdo con la proporción fenotípica esperada en la Filial 2, calcula la desviación de los datos observados utilizando la prueba estadística de ji cuadrada
- Explica dos casos de interacción genética conocidos.
- ¿Qué es un gen Epistático y un Hipostático?
- ¿Qué es un gen modificador y cómo actúan?

## PRÁCTICA N° 6

### GRUPOS SANGUINEOS EN HUMANOS

#### INTRODUCCIÓN.

Todas las personas tienen un grupo sanguíneo (O, A, B o AB) y un factor Rh positivo o negativo

Los grupos sanguíneos son un sistema de antígenos específicos determinados genéticamente y localizados en la membrana de los eritrocitos. Fueron descubiertos en 1900 por un científico alemán llamado Karl Landstainer, representando uno de los mayores aportes realizados en el campo médico de todos los tiempos.

Estos dos términos, grupo sanguíneo y factor Rh, simplemente significan que la sangre de esa persona tiene ciertas características específicas. El grupo sanguíneo se encuentra en forma de proteínas en los glóbulos rojos y en los fluidos corporales, mientras que el factor Rh es una proteína que se encuentra en la cubierta de los glóbulos rojos. Si esta proteína está presente en las células, la persona es factor Rh positivo. En cambio, si la proteína del factor Rh está ausente, la persona es factor Rh negativo.

Los genes o alelos A, B u O se encuentran en el brazo largo del cromosoma 9

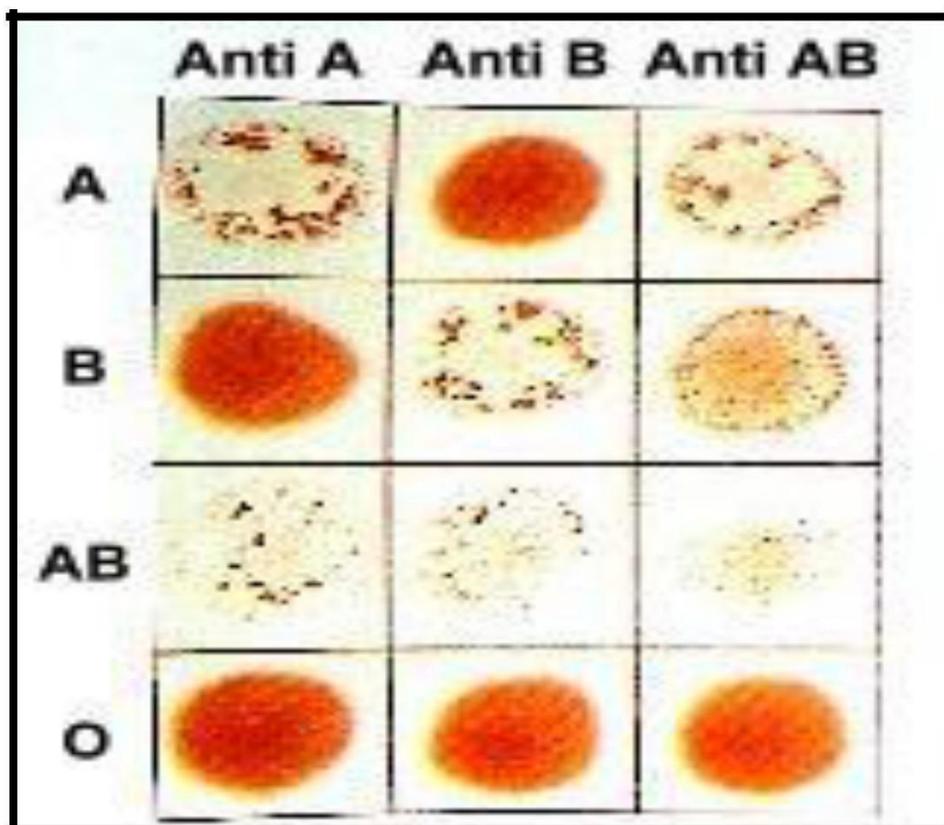
La distribución mundial de los grupos sanguíneos indica que el grupo **O** es el más numeroso, mientras que el **AB** obtiene el menor porcentaje.

GRUPO	% POBLACION
O+	37
O-	6
A+	34
A-	6
B+	10
B-	2
AB+	4
AB-	1

**Distribución de los grupos sanguíneos**

La aglutinación es una reacción que ocurre cuando las aglutininas (anticuerpos) presentes en el plasma sanguíneo se unen a los aglutinógenos (antígenos) transportados o ubicados en la superficie de los glóbulos rojos y los glóbulos blancos. Como resultado de la reacción se forman grumos y “apilamientos” de células sanguíneas, producto de la degradación de sus membranas celulares.

GRUPO SANGUÍNEO	AGLUTINÓGENO DEL ERITROCITO	AGLUTININAS PLASMÁTICAS
A	Antígeno A	Aglutinina anti B
B	Antígeno B	Aglutinina anti A
AB	Antígenos A y B	Sin aglutininas
O	Sin antígenos	Aglutininas anti A y anti B



## **OBJETIVO.**

Determinar la distribución de los grupos sanguíneos en la comunidad estudiantil de la Facultad de Biología.

## **MATERIAL.**

**Antisueros para grupos sanguíneos y Rh.**

**Lancetas**

**Porta lancetas**

**Algodón**

**Alcohol**

**Gasa**

**Palillos de madera**

**Placas de porcelana**

## **PROCEDIMIENTO.**

El procedimiento considera hacer una punción en el dedo índice de cada uno de los alumnos que deseen conocer y determinar su tipo sanguíneo, los alumnos que conozcan su tipo solamente se anotaran en el cuadro de resultados.

Primeramente se limpia el dedo índice con un algodón impregnado de alcohol etílico.

Con mucho cuidado se hace una punción en el dedo índice y se colocan al menos 3 gotas pequeñas en cada uno de los depósitos de la placa de porcelana.

Inmediatamente se coloca una gota de los antisueros sobre cada una de las gotas de sangre de la placa de porcelana.

Se revuelven suavemente con un palillo de dientes cada una de las muestras tratando de hacer una mezcla homogénea y se dejan durante unos segundos.

**Realiza tus observaciones y anota los resultados y toma**

**fotografías. RESULTADOS.**

Se llenará la siguiente tabla con los datos obtenidos de los diferentes grupos sanguíneos encontrados en tu equipo.

Lugar de Nacimiento			Lugar donde Radica actualmente			Tipo sanguíneo	Rh	sexo
Localidad	Municipio	Estado	Localidad	Mpio.	Estado			

### CUESTIONARIO

1. ¿Qué son alelos múltiples?
2. ¿Qué es herencia poligenética?
3. Una pareja de progenitores con tipo sanguíneo AB y O ¿podrían tener descendencia tipo O? Explique y esquematice.

## PRACTICA N° 7

### CROMOSOMAS POLITÉNICOS

#### INTRODUCCION

En 1881, E. G. BALBIANI encontró estructuras peculiares en los núcleos de ciertas células secretoras de los dípteros. Sin embargo no fueron reconocidas como cromosomas hasta 1933 cuando Th. Painter, E. Heintz y H. Bauer establecieron que dichas estructuras eran realmente cromosomas gigantes.

Se ha comprobado la presencia de este tipo de cromosomas en tejidos secretores tales como túbulos de Malpighi, recto, intestino y glándulas salivales de los dípteros.

Los cromosomas gigantes se forman mediante un proceso conocido como endomitosis, es decir, son el resultado de la sinapsis de los cromosomas homólogos, seguida por la replicación de los cromosomas sin que posteriormente ocurra división celular, constituyendo así los llamados **cromosomas politénicos**.

Se considera que en estos cromosomas atípicos pueden estar representadas hasta más de 1000 copias de la misma cromátida. Este estrecho apareamiento hace evidente la presencia de bandas oscuras las cuales varían en ancho y morfología, alternadas con regiones más claras conocidas como interbandas en patrones característicos a cada cromosoma y, en consecuencia, propias de cada especie de *Drosophila*.

En adición a lo anterior hay regiones que en ocasiones aparecen como “abultamientos” constituyendo los llamados “**puffs**” y zonas ampliamente distendidas denominadas “**anillos de Balbiani**”.

Los “puffs” se originan por el desdoblamiento de las fibras en regiones de transcripción activa, es decir, regiones de intensa actividad genética.

Recientemente se ha encontrado en *Drosophila* que en general cada banda contiene el material genético de un gene simple.

*Drosophila* contiene cuatro pares de cromosomas, los cuales en las células somáticas en metafase se observan como sigue: un par de ellos, los del par 4, son muy cortos y tienen forma de varilla; dos pares, los cromosomas 2 y 3 son largos y con centrómeros localizados en el centro,

metacéntricos, lo que les confiere una forma de V; finalmente, existe un par de cromosomas sexuales, el par 1 que debido a sus centrómeros terminales tiene el aspecto de dos varillas largas en la hembra que es XX, mientras que en el macho es XY, además del cromosoma X en varilla se presenta otro cuerpo en forma de bastón con gancho en su extremo y el cromosoma Y (Fig. 1) En las células de las glándulas salivales de la mosca, cinco brazos largos parten de un centro común llamado **chromocentro**, el cual es una estructura radial y representa una coalescencia de las áreas heterocromáticas alrededor de los centrómeros de los cuatro pares cromosómicos. El cromocentro se forma por la atracción mutua y asociación estrecha de los centrómeros.

En el caso de los cromosomas politénicos se encuentra que de cada cromosoma en forma de V (pares 2 y 3) salen 2 brazos, izquierdo y derecho, del cromosoma X solo se extiende uno ya que su centrómero es terminal. En cuanto al cromosoma Y está formado principalmente por heterocromatina y no se distingue del cromocentro.

Una utilidad de los cromosomas politénicos es el análisis de aberraciones cromosómicas como deficiencias, duplicaciones, inversiones y translocaciones, el cual ha sido de enorme utilidad en estudios de evolución y en estudios de mutagénesis experimental.

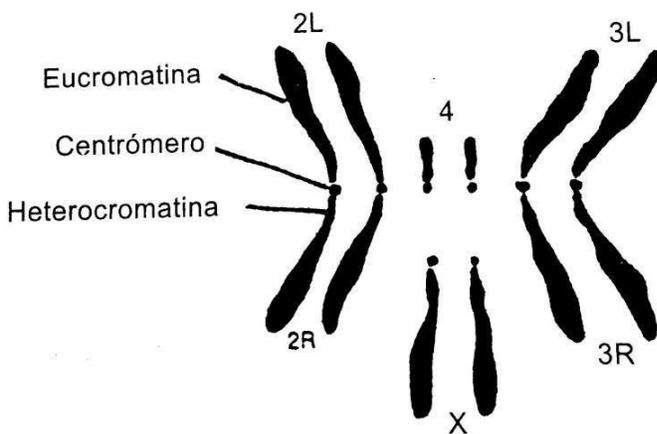


Fig.1. cromosomas de la ♀ de *Drosophila melanogaster*, vistos en metafase.

## OBJETIVOS

1. Conocer e identificar la existencia de cromosomas gigantes en células glandulares salivales de *Drosophila melanogaster*.
2. Observar el bandeo natural e identificar las estructuras más relevantes de los cromosomas politénicos de las glándulas salivales de *Drosophila*.

**MATERIAL**

- ▯ Portaobjetos▯
- ▯ Cubreobjetos▯
- ▯ Caja de petri▯
- ▯ Lupa estereoscópica▯
- ▯ Aguja de disección▯
- ▯ Microscopio óptico▯
- ▯ Acetocarmín▯

**MATERIAL BIOLÓGICO:**

- Larvas de 3er. estadio de la mosca▯

**PROCEDIMIENTO**

1. Una larva de tercer estadio de *Drosophila*, la cual se reconoce por ser proporcionalmente más grande que las de 1° y 2° estadios. Generalmente estas larvas se encuentran en las paredes del frasco de cultivo
2. Se coloca la larva en un portaobjetos, se le añade una mínima cantidad de agua, esto para no dejar que no se seque la larva y así poder realizar la disección.
3. La disección comienza localizando primero las mandíbulas las cuales se distinguen claramente por su forma y color negro, **Fig. 2**. Se coloca la punta de una de las agujas en las mandíbulas y la punta de la otra aguja en la región media del cuerpo de la larva.
4. Se jalan en sentido opuesto las 2 agujas al mismo tiempo, para poder desgarrar así a la larva. Se pueden auxiliar de pinzas de disección
5. Separando las glándulas salivales del resto de los órganos por la forma característica de sacos alargados que aparentan estar formados por una red. Las glándulas generalmente se quedan adheridas a la región mandibular.
6. Las glándulas salivales están rodeadas por tejido adiposo opaco, se quita la mayor cantidad de este tejido con ayuda de las agujas con el fin de que la preparación quede más limpia.

7. Las glándulas salivales son órganos pares localizados cerca de extremo anterior de larva. Las glándulas salivales generalmente tienen un cuerpo grueso largo, delgado, unido a ellas.
8. Una vez separadas las glándulas salivales, se transportan con las agujas a un portaobjetos y se les agrega unas gotitas de Aceto-carmin.
9. Se observaran las células de las glándulas con un núcleo claramente definido.
10. Para poder apreciar los cromosomas politénicos, se realizara un aplastado de las células colocando suavemente el dedo pulgar sobre el cubreobjetos y se presionara lo más fuertemente posible.
11. Se observarán los cromosomas en el microscopio óptico a 40 X

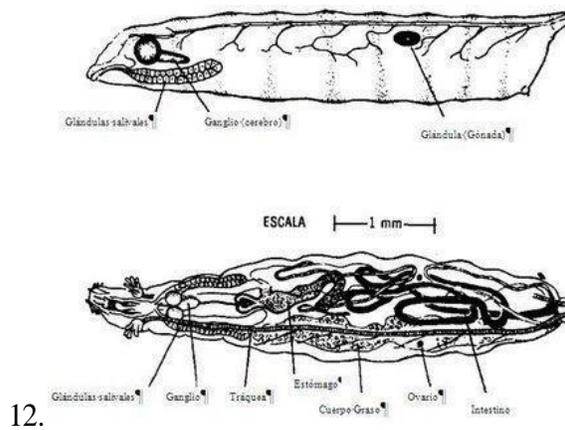
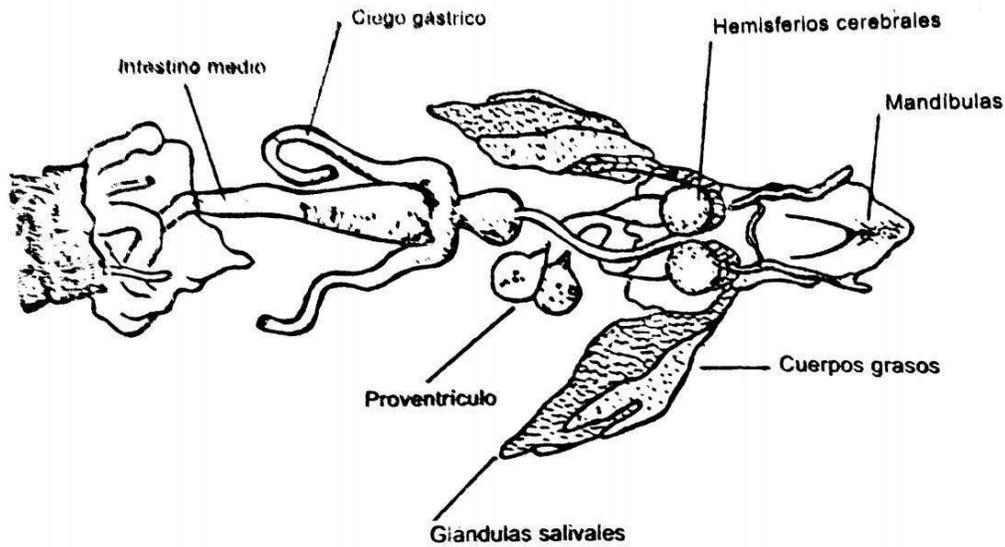


Fig. 2. Vista esquemática de la estructura de una larva de *Drosophila melanogaster* donde puede observarse la localización de las glándulas salivales.



Disección del extremo anterior de la larva de *Drosophila melanogaster* que muestra las dos glándulas salivales y los cuerpos grasos adheridos.

## RESULTADOS

1. Realice fotografías de lo observado

## CUESTIONARIO

1. ¿Qué es un cromosoma politécnico?
2. En donde aparte de *Drosophila* se pueden encontrar cromosomas gigantes
3. ¿Qué importancia tienen los cromosomas politénicos en la herencia genética?

## **PRACTICA N° 8**

### **DERIVA GÉNICA**

#### **INTRODUCCIÓN.**

Las fluctuaciones en la frecuencia de los alelos debido a los efectos del azar se conoce como *deriva génica*. El factor más importante en este fenómeno es el tamaño de la población; entre más pequeña sea la población es mayor el potencial para la deriva génica, en las poblaciones grandes el efecto es poco significativo. La deriva génica puede conducir a la desaparición o a la fijación de un alelo en la población.

#### **OBJETIVO.**

Determinar la variación en la frecuencia de un alelo en dos poblaciones hipotéticas de diferente tamaño.

#### **MATERIAL.**

Tabla de números aleatorios, papel y lápiz.

**PROCEDIMIENTO.**

1. Se considera una población de 12 individuos, en la que se encuentran presentes 2 alelos ( $A$  y  $a$ ) para un locus determinado. La frecuencia de  $A = 0.5$  y la de  $a = 0.5$ ; los individuos numerados del 1 al 4 son homocigóticos dominantes ( $AA$ ), del 5 al 8 son heterocigotos ( $Aa$ ) y del 9 al 12 son homocigotos recesivos ( $aa$ ).

2. Otra población consiste de 100 individuos, con frecuencias de alelos ( $A$  y  $a$ ) de 0.5 en ambos casos. Los individuos numerados del 1 al 33 son  $AA$ , del 34 al 67 son  $Aa$  y del 68 al 100 son  $aa$ .

3. En ambas poblaciones se obtendrán 12 generaciones mediante cruzamientos al azar de acuerdo con las reglas siguientes:

- a) El tamaño de la población permanece constante.
- b) Cada individuo se puede cruzar varias veces pero nunca consigo mismo.
- c) En cada cruzamiento se originan cuatro descendientes, cuyos genotipos se determinan de acuerdo con las leyes de la probabilidad.
- d) En cada nueva generación desaparecen los individuos de la generación anterior.

3. Para la población de 12 individuos realiza tres cruzamientos, escogiendo los individuos al azar. Los descendientes de las tres cruza (4 por cruza) formarán la nueva generación de 12 individuos. Numera los individuos y prosigue el experimento hasta obtener 12 generaciones.

4. Para la población de 100 individuos realiza 25 cruzamientos, escogiendo los individuos al azar. Los descendientes de las 25 cruza (4 por cruza) formarán la nueva generación de 100 individuos. Numera los individuos y prosigue con el experimento hasta obtener 12 generaciones.

**RESULTADOS.**

1. Calcula la frecuencia del alelo  $a$  en las 2 poblaciones para las diferentes generaciones (12 en total) y llena la tabla siguiente:

POBLACIÓN	Frecuencia del alelo ( $a$ ) en diferentes generaciones											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
De 12 individuos												
De 100 individuos												

2. Grafica la frecuencia del alelo  $a$  contra el número de generaciones, para las dos poblaciones. (Anexa la gráfica en papel milimétrico).

**CUESTIONARIO.**

1. Discute el efecto de la deriva génica en las dos poblaciones que realizaste, y determina dónde es mayor.
2. Explica el efecto de la migración en la frecuencia de los alelos en una población
3. Menciona la ley de Hardy-Weinberg.
4. Explica la ecuación de Equilibrio de Hardy-Weinberg considerando dos alelos en un locus de una población.
5. ¿Bajo que premisas se cumple la ley de Hardy-Weinberg?

ANEXOS  
Tablas de registro y análisis de cruzas trihíbridas de  
*Drosophila melanogaster*

**REGISTRO DE RESULTADOS DEL CRUZAMIENTO DE UNA HEMBRA TRIPLE  
MUTANTE DE *Drosophila melanogaster* CON UN MACHO SILVESTRE**

CRUZAMIENTO : ee dpdp ww (hembra) X e+e+ dp+ dp+ w+ (macho)

Separación de fenotipos de la F2: Separar de manera secuencial los fenotipos, como se encuentran en la tabla de izquierda a derecha, primero el color del cuerpo (A1 y A2), luego de las moscas A1 separarlas por formas de las alas (B1 y B2), de las moscas A2 separar en forma de las alas (B3 y B4), y así sucesivamente.

A. COLOR DE CUERPO		B. FORMA DEL ALA		C. COLOR DE OJOS		D. COLOR DE OJOS POR SEXO	
Fenotipo	No.	Fenotipo	No.	Fenotipo	No.	Fenotipo	No.
A1. Silvestre		B1. Ala Normal		C1. Rojo		D1. ♂	
						D2. ♀	
				C2. Blanco		D3. ♂	
						D4. ♀	
		B2. Ala Dumpy		C3. Rojo		D5. ♂	
						D6. ♀	
				C4. Blanco		D7. ♂	
						D8. ♀	
A2. Ébano		B3. Ala Normal		C5. Rojo		D9. ♂	
						D10. ♀	
				C6. Blanco		D11. ♂	
						D12. ♀	
		B4. Ala Dumpy		C7. Rojo		D13. ♂	
						D14. ♀	
				C8. Blanco		D15. ♂	
						D16. ♀	
Total (AT)		Total (BT)		Total (CT)		Total (DT)	

**REGISTRO DE RESULTADOS DEL CRUZAMIENTO DE UNA HEMBRA SILVESTRE DE  
*Drosophila melanogaster* CON UN MACHO TRIPLE MUTANTE**

CRUZAMIENTO :  $e+e+ dp+ dp+ w+w+$  (hembra) X  $ee dpdp w$  (macho)

Separación de fenotipos de la F2: Separar de manera secuencial los fenotipos, como se encuentran en la tabla de izquierda a derecha, primero el color del cuerpo (A1 y A2), luego de las moscas A1 separarlas por formas de las alas (B1 y B2), de las moscas A2 separar en forma de las alas (B3 y B4), y así sucesivamente.

A. COLOR DE CUERPO		B. FORMA DEL ALA		C. COLOR DE OJOS		D. COLOR DE OJOS POR SEXO	
Fenotipo	No.	Fenotipo	No.	Fenotipo	No.	Fenotipo	No.
A1. Silvestre		B1. Ala Normal		C1. Rojo		D1. ♂	
						D2. ♀	
				C2. Blanco		D3. ♂	
						D4. ♀	
		B2. Ala Dumpy		C3. Rojo		D5. ♂	
						D6. ♀	
				C4. Blanco		D7. ♂	
						D8. ♀	
A2. Ébano		B3. Ala Normal		C5. Rojo		D9. ♂	
						D10. ♀	
				C6. Blanco		D11. ♂	
						D12. ♀	
		B4. Ala Dumpy		C7. Rojo		D13. ♂	
						D14. ♀	
				C8. Blanco		D15. ♂	
						D16. ♀	
Total (AT)		Total (BT)		Total (CT)		Total (DT)	

---

## ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS GENES EN LA HERENCIA

1. **PRIMERA LEY DE MENDEL.** Se considera una característica a la vez, y por lo tanto un par de genes de cada progenitor.

**1A.** Para el color del cuerpo se determina la proporción de:

Color silvestre	A1
Color ébano	A2

**1B.** Para la forma del ala se determina la proporción de:

Ala normal	(B1 + B3)
Ala con escotadura	(B2 + B4)

2. **SEGUNDA LEY DE MENDEL.** Se consideran dos características a la vez, con genes que tengan distribución independiente.

1B. Para el color del cuerpo y la forma del ala, se determinan las proporciones entre sí de las siguientes 4 clases fenotípicas:

Color silvestre y ala normal	(B1)
Color silvestre ala dumpy	(B2)
Color ébano y ala normal	(B3)
Color ébano y ala dumpy	(B4)

3. **HERENCIA LIGADA AL X.** Considerando que los genes que determinan la diferencia entre ojos blancos o rojos están en la región diferencial del X, y que las hembras tienen dos cromosomas X y los machos sólo uno, los resultados se deben analizar por sexos.

Hembras con color de ojos rojos	(D2+ D6 + D10 + D14)
Hembras con color de ojos blancos	(D4 + D8 + D12 + D16)
Machos con color de ojos rojos	(D1 + D5 + D9 + D13)
Machos con color de ojos blancos	(D3 + D7 + D11 + D15)

4. **JI CUADRADA.** Los datos de las secciones 1, 2 y 3, pueden ser utilizados para las pruebas de ji cuadrada, si se desea probar las hipótesis.