



MA MARE VOLIA UNA MOSQUETA I MON PARE UN BORINOT

*La genètica amb *Drosophiles melanogaster**

Gemma Rodríguez Arévalo

2n Batxillerat A

Departament: Ciències experimentals

Tutora: Gemma Pujós

INS Ramon Coll i Rodés

Lloret de Mar, 13 gener 2014

*We used to think that our fate was in our stars,
but now we know that, in large measure, our fate is in our genes.*

JAMES WATSON

Agraïments

Vull donar les gràcies a totes les persones que dia a dia m'han ajudat amb aquest treball. Entre totes elles, he de mencionar a la tutora d'aquest treball, la Gemma Pujós, per tot el material facilitat i per tots els coneixements que m'ha proporcionat, i al meu centre, l'INS Ramon Coll i Rodés, per haver-me deixat una lupa binocular durant la realització del treball. També agrair a tots els meus companys de classe, familiars i amics que dia a dia s'han preocupat per l'evolució d'aquest treball i sempre m'han preguntat com anava. En especial vull agrair a la meva família per tot el suport i la paciència que han tingut, ja que no és fàcil conviure amb mosques i ells ho han aguantat fins el final.

De la mateixa manera també vull donar les gràcies a la M.Fayol, a la M.Hostench i a la S.Barrero, tres universitàries que anys anteriors van fer el treball de recerca sobre l'herència dels caràcters en les *Drosophiles*. Gràcies a elles he pogut tirar endavant aquest projecte, doncs davant de qualsevol problema els hi demanava ajuda i elles, encantades, em solucionaven qualsevol dubte.

Vull donar les gràcies, sobretot, al departament de genètica de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) per la seva amabilitat a l'hora de facilitar-me les soques de *Drosophiles* que necessitava i la seva paciència, ja que n'he necessitat diverses vegades i sempre han estat disposats a donar-me totes les soques que calguessin.

Finalment, vull agrair al 6è Jove Campus de Recerca, realitzat a la Universitat de Girona (UdG), tot el que ha fet per mi, no només per deixar-me utilitzar les instal·lacions, sinó també per tot el material facilitat i tota la informació que em van donar per poder realitzar amb èxit aquest treball. Agrair també la implicació d'en José Luís García, professor de genètica de la UdG, i la col·laboració de la Francesca Rivas, perquè em van ensenyar i ajudar moltíssim en tota la part pràctica del treball. A més, també he de donar les gràcies per totes les xerrades que ens van oferir en el Campus i que ens van ajudar a orientar-nos una mica més. Per acabar, vull agrair la gran convivència que va haver-hi durant les dues setmanes que va durar el Jove Campus de Recerca. En pocs dies vam crear una gran família i gràcies a ells he pogut tirar endavant aquest treball, ja que em van motivar molt i em van ajudar a marcar uns objectius.

Tots han sigut essencials per realitzar aquest projecte, cadascuna d'aquestes persones ha fet possible que el meu treball acabés tenint forma i sentit.

Aquest treball no és meu, és nostre. Sense tots vosaltres res d'això hagués estat possible.

Moltes gràcies!

Índex

INTRODUCCIÓ	6
1. GENÈTICA.....	9
2. GREGOR MENDEL	11
2.1. Biografia.....	11
2.2. Els seus experiments.....	12
2.3. Lleis de Mendel	14
3. HERÈNCIA LLIGADA AL SEXE	10
4. THOMAS MORGAN	11
5. LES MUTACIONS.....	21
6. DROSOPHILA MELANOGASTER	22
6.1. Per què utilitzar la <i>Drosophila melanogaster</i> en camps de la genètica?	22
6.2. Classificació taxonòmica de <i>Drosophila melanogaster</i>	23
6.3. Mutants de <i>Drosophila melanogaster</i>	23
6.4. Cicle vital.....	24
6.5. Característiques generals i morfològiques	27
6.5.1. Diferenciació del sexe durant les diferents fases.....	27
6.5.2. Morfologia d'una <i>Drosophila</i> adulta.....	29
6.6. Reproducció de la <i>Drosophila melanogaster</i>	30
6.7. Estudi de cromosomes.....	32
6.8. Manteniment.....	33
6.8.1. Material.....	33
6.8.2. Medi de cultiu	33
6.8.3. Treballar amb les mosques	35
6.8.4. Tècnica d'eterització.....	36
6.8.5. Obtenció de femelles verges.....	37
6.8.6. Observació i separació de <i>Drosophiles</i>	38

7. PROCEDIMENTS PER L'EXPERIMENTACIÓ	40
8. ENCREUAMENTS REALITZATS.....	42
9. RESULTATS	43
10. DIFICULTATS	51
11. CONCLUSIÓ	53
GLOSSARI.....	55
BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA	56

Introducció

Aquest treball de recerca tracta, principalment, de la genètica. És a dir, la forma en la que heretem els gens i ens fan ser com som. He escollit aquest tema ja que les ciències, des de ben petita, m'han cridat molt l'atenció. Amb el pas del temps vaig començar a sentir un gran interès per la biologia, però un cop descobert el camp de la genètica vaig tenir ben clar que el meu treball de recerca havia d'anar per aquí. El més difícil va ser trobar un treball que es relacionés amb aquest camp i que estigués al meu abast. Després de pensar-ho molt vaig decidir que volia fer-ho sobre la genètica mendeliana, però em faltava saber amb quin ésser viu volia comprovar aquesta herència. Per un moment vaig pensar en fer-ho amb els pèsols però em va semblar poc curiós, volia alguna cosa més animada, que és mogué més i vaig pensar en fer-ho amb ratolins. Vaig comentar la idea a casa i amb els amics però no va acabar de convèncer. Finalment em van dir de fer-ho amb la *Drosophila melanogaster*, coneguda com la mosca de la fruita o del vinagre, i vaig decidir informar-me una mica de les peculiaritats d'aquesta. Al haver cercat una mica el perquè eren tan importants aquests dípters en el món de la genètica vaig tenir clar que aquest havia de ser el tema del meu treball de recerca.

Metodologia

El treball està separat en dues parts: una part teòrica i una pràctica.

La part teòrica està dividida en diverses seccions. Primer he fet una petita introducció a la genètica, a continuació he parlat de la biografia de Mendel i també he explicat les seves lleis sobre l'herència genètica. Com que Mendel no va tenir en compte l'herència lligada al sexe també he comentat en què consisteix aquesta i he parlat d'en Thomas Morgan, un dels primers en treballar amb la *Drosophila melanogaster* i en formular la teoria cromosòmica de l'herència.

Per una altra banda, he explicat la importància que té la *Drosophila melanogaster* en la genètica i he parlat de les diferents mutants amb les que he treballat. També he explicat els seus cicles vitals i la morfologia d'una mosca adulta i de les diferències morfològiques que hi ha entre machos i femelles durant el cicle.

Per acabar aquesta part he explicat detalladament tots els procediments que calen per mantenir la mosca de la fruita i els passos per manipular-les i poder treballar amb elles.

En la part pràctica he posat a prova tots el coneixements adquirits en la part teòrica. Per fer-ho he realitzat diversos encreuaments entre diferents mutants de la drosòfila. L'objectiu de tot això era comprovar si la hipòtesi plantejada era correcta o no.

Finalment, he acabat aquest treball amb una conclusió que he obtingut a partir dels diferents resultats durant la part pràctica i en la que explico que he assolit els objectius d'aquest treball.

Problemes

Durant la part pràctica m'he trobat amb diversos problemes:

- Les mosques necessiten unes condicions òptimes per reproduir-se i crear descendència. Per aquest motiu, durant l'estiu es van morir una gran part d'aquestes a causa de les altes temperatures i a l'hivern les temperatures eren tant baixes que els cicles vitals es feien molt llargs. Per això vaig haver de plantejar algun mètode per assolir la temperatura ideal.
- He necessitat molt temps per realitzar la part experimental, un temps del que no disposava, ja que m'havia de combinar amb les hores lectives i això em feia anar una mica atabalada, sobretot els dies que havia de fer l'obtenció de femelles verges.
- La falta de productes químics, com ara l'àcid propanoic, em va provocar una ràpida contaminació del medi de cultiu que vaig acabar solucionant utilitzant nipagin.
- Els primers dies em va costar molt diferenciar els mascles de les femelles i les Salvatges de les Sèpia, ja que resultaven molt similars entre elles si encara no les dominaves.

Hipòtesi

Potser el color d'ulls de les mutants White i Sèpia de la *Drosophila melanogaster* compleixen les lleis de Mendel.

Objectiu

L'objectiu d'aquest treball és comprovar si el caràcter del color d'ulls en les mutants White i Sèpia segueixen les lleis de Mendel. Si no les compleixen hauré de buscar una explicació per aquest cas.

Per arribar a aquest objectiu és necessari realitzar uns encreuaments entre *Drosophiles melanogaster* i observar la descendència que sorgeix i, a partir d'aquí, veure si s'adapten a les lleis de Mendel.

Per assolir tot això cal tenir una bona base de coneixements i s'ha de tenir ben planificada la part pràctica per aconseguir aquests objectius.

1. Genètica

La genètica és la branca de la ciència que estudia l'herència biològica a partir dels caràcters hereditaris. Aquests caràcters es transmeten de generació en generació i són les característiques pròpies de cada individu. Aquestes poden ser físiques, anatòmiques o de conducta. La transferència genètica es duu a terme gràcies als gens, que són fragments d'ADN, una molècula que s'encarrega de la codificació de les dades genètiques de les cèl·lules. L'estudi de la genètica permet comprendre què és el que passa exactament en el cicle cel·lular i en la reproducció dels éssers vius.

La història de la genètica comença amb les tres lleis de Gregor Mendel publicades al 1866 i que fan referència a factors hereditaris. També va influir molt la teoria cromosòmica de l'herència de Morgan, al 1910, on s'explica que els factors hereditaris es troben als cromosomes. Finalment, també va ser molt important el descobriment de l'estructura de doble hèlix de l'ADN, dut a terme per Watson i Crick al 1953, que indica que els factors hereditaris són fragments d'ADN.

La genètica es pot dividir en diferents arrels:

- La molecular, que és la que es centra en com es compon i es duplica l'ADN.
- La quantitativa, que estudia els efectes que generen els gens en un fenotip.
- La mendeliana, que està centrada en el coneixement dels gens i dels cromosomes per comprendre com es transmeten a través de les diferents generacions.

3. Herència lligada al sexe

L'herència lligada al sexe és l'herència dels gens que no determinen el sexe de l'individu però sí es troben als cromosomes sexuals. De cromosomes sexuals trobem X i Y. En els éssers humans X correspon a la femella i al mascle però Y només al mascle. Els caràcters situats als cromosomes sexuals segueixen una herència diferent a la dels caràcters situats als cromosomes no sexuals o autosomes.

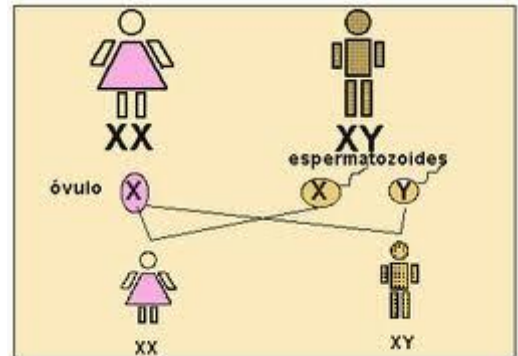


Figura 6 – Herència lligada al sexe

Font <http://www.bebes10.com/los-cromosomas-sexuales-determinan-el-sexo-de-nuestro-bebe/>

La gran majoria d'animals són diploides i tenen un parell de cromosomes sexuals. Normalment els cromosomes sexuals de les femelles són homogamètics i els dels mascles són heterogamètics.

A l'hora de fer la meiosi la femella dona sempre un òvul X, en canvi el mascle genera espermatozoides X i espermatozoides Y. Segons si l'espermatozoide que fecunda a l'òvul és X o Y donarà lloc a un mascle o a una femella.

En moltes espècies, com en la humana, hi ha una diferència morfològica entre el cromosoma X i el cromosoma Y, aquesta ve donada bàsicament per una reducció del cromosoma Y, que el fa més petit i amb menys quantitat de gens i també contenen un contingut genètic diferent.

Els cromosomes X i Y contenen un segment homòleg on es localitzen gens que regulen els mateixos caràcters i un segment hemizigòtic. A causa d'aquest segment hi ha un conjunt de caràcters que només tenen un al·lel, que és el de la mare. Els caràcters que es troben a la zona homòloga són els caràcters ginàndrics i els que es troben al segment hemizigòtic són els caràcters holàndrics. Els caràcters que es troben en el segment diferencial del cromosoma X són els caràcters lligats al sexe.

2. Gregor Mendel

2.1. Biografia

Johann Mendel va néixer el 20 de juliol de 1822 a Heinzendorf (poble que en aquell moment pertanyia a l'imperi austríac i actualment és un poble de la República Txeca). El seu pare era veterà de les guerres napoleòniques i la seva mare era filla d'un jardiner. La seva infantesa va estar marcada per la pobresa i les penalitats. Al 1843 va ingressar en un monestir agustí, proper a Brno, va prendre el nom de pare Gregor i al 1847 va ser nomenat sacerdot. Residia en l'abadia de Sant Tomàs (Brno) però per poder continuar la seva carrera de docent va ser enviat a Viena, on es va doctorar en matemàtiques i ciències.

Mendel va ser director emèrit del Banc Hipotecari de Moravia, fundador de l'Associació Meteorològica Austríaca, membre de la Reial i Imperial Societat Morava i Silèsia per la millora de l'agricultura, ciències naturals i coneixements del país i jardiner (va aprendre del seu pare a fer empeltaments i cultivar arbres fruitals).



Figura 1 – Johann Mendel (1822-1884)

Font <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/mendel.htm>

Mendel va dedicar bona part del seu temps a l'experimentació amb diverses classes de pèsols i va presentar els seus treballs en les reunions de la Societat d'Història Natural de Brno, però els seus resultats van ser completament ignorats i no van ser reconeguts ni per la societat d'història natural ni pels savis coetanis fins després de molts anys. Al 1865, Mendel va publicar *Experiments d'hibridació en plantes*, on va establir les lleis generals de la hibridació.

En estudiar les característiques fenotípiques dels pèsols les va anomenar "caràcters", i "elements" per referir-se a les entitats hereditàries separades. El seu mèrit va ser adonar-se que els seus experiments sempre acabaven coincidint en proporcions numèriques simples.

Els “elements” i “caràcters” han rebut infinitat de noms però actualment es coneixen de forma universal. Els caràcters són anomenats gens i els elements, que són les diferents variables per al mateix caràcter, són els al·lels. Els pèsols verds i grocs corresponen a diferents al·lels del gen responsable del color.

Finalment, Mendel va morir el 6 de gener de 1884 a Brno, a causa d'una nefritis crònica.

2.2. Els seus experiments

Mendel va publicar els seus experiments amb pèsols entre els anys 1865 i 1866. Va cultivar i fer els experiments amb l'espècie *Pisum sativu*. Els principals motius pels que Mendel va escollir el pèsol com a material de treball va ser pel seu baix cost i la seva facilitat d'obtenció, pel fet que ocupaven poc espai i perquè tenien un temps de generació relativament curt. A més, tenien un elevat índex de descendència i presentaven variabilitat genètica, és a dir, tenia diverses varietats dins de la mateixa espècie que presentaven diferents colors, mides, formes, etc. També és una espècie autògama, és a dir, s'autofecunda. Mendel evitava l'autopol·linització castrant les flors d'una planta, és a dir, eliminant les antenes i, d'aquesta manera, creuava només les varietats desitjades.

Mendel va tenir èxit on altres investigadors havien fracassat, ja que va establir la necessitat de donar-li importància només a un sol tret, per exemple la forma de la llavor, en lloc de considerar totes les característiques de la planta. D'aquesta manera va seleccionar set caràcters que es diferenciaven molt clarament (veure figura 2).

	Rasgo Dominante	Rasgo Recesivo
Forma de la semilla	lisa 	arrugada 
Color de la semilla	amarilla 	verde 
Forma de la vaina	hinchada 	contraída 
Color de la vaina	verde 	amarilla 
Color de la flor	púrpura 	blanca 
Ubicación de la flor	en las uniones de las hojas 	en las puntas de las ramas 
Tamaño de la planta	alta (1.8 a 2 m) 	enana (0.2 a 0.4 m) 

Figura 2 – Els 7 caràcters estudiats per Mendel en la planta *Pisum Sativum*

Font <http://eca-eme-bio-2m-variabilidad-herencia.blogspot.com.es/>

Mendel va iniciar els seus experiments escollint dues plantes de pèsols, que es diferenciaven per un caràcter, creuant una varietat de planta que produïa llavors grogues amb una altra que produïa llavors verdes; aquestes plantes formaven la generació parental (P).

Com a resultat d'aquest encreuament va aconseguir l'anomenada primera generació filial (P_1) on les plantes produïen només llavors grogues. Va repetir els encreuaments amb altres plantes de pèsol que es diferenciaven en altres caràcters i el resultat era el mateix, es produïa un caràcter dels dos en la generació filial. El caràcter que apareixia el va anomenar caràcter dominant i el que no, caràcter recessiu. En aquest cas el color groc és un dels caràcters dominants i el color verd és un dels caràcters recessius.

Mendel va deixar que s'autofecundessin les plantes de la primera generació filial i va obtenir l'anomenada segona generació filial (F2), composta per plantes que produïen llavors grogues i per plantes que produïen llavors verdes en una proporció 3:1, és a dir, un 75% de plantes eren amb llavors grogues i un 25% amb llavors verdes. Va repetir l'experiment amb altres caràcters diferenciats i va obtenir resultats similars en una proporció 3:1.

A partir d'aquesta experiència va formular la primera i la segona llei, també conegudes com la llei de la uniformitat de la primera generació filial i la llei de la segregació.

Més endavant va decidir comprovar si aquestes lleis funcionaven en plantes diferenciades en dos o més caràcters, per això va escollir com a generació parental la planta de llavors grogues i llises i la planta de llavors verdes i rugoses. Així doncs, les va encreuar i va obtenir la primera generació filial, composta per plantes de llavors grogues i llises i, per tant, es complia la primera llei, ja que apareixien els caràcters dominants (groc i llis) i no els recessius (verd i rugós).

Gràcies a l'autofecundació de la primera generació filial va obtenir la segona generació filial i va donar lloc a llavors de tots els estils possibles, plantes que produïen llavors grogues i llises, grogues i rugoses, verdes i llises i verdes i rugoses; les va contar, va provar amb unes altres varietats i es van obtenir en una proporció 9:3:3:1 (sobre 16, 9 plantes eren amb llavors grogues i llises, 3 de llavors grogues i rugoses, 3 de llavors verdes i llises i 1 amb llavors verdes i rugoses).

2.3. Lleis de Mendel

Mendel, després de dur a terme els experiments amb els pèsols, va poder determinar les 3 lleis de la genètica mendeliana, tot i que no va ser fins els posteriors anys quan aquestes van ser acceptades.

Les lleis de Mendel prediuen com serà el fenotip de la descendència i són les següents:

- Primera llei de Mendel o llei de la uniformitat dels híbrids de la primera generació filial (*veure figura 3*):

Estableix que si s'encreuen dues races pures per a un determinat caràcter els descendents de la primera generació filial seran tots iguals entre si fenotípicament i genotípicament i iguals fenotípicament al progenitor que tingui el genotip dominant.

No obstant, aquesta llei no es pot considerar com a llei de transmissió de caràcters. És un error molt estès suposar que la uniformitat dels híbrids que Mendel va observar en els seus experiments és una llei de transmissió, però realment aquest fet té a veure amb la dominància, és a dir, amb la expressió del genotip. Per això aquesta observació a vegades no es considera una llei de Mendel, ja que per a que es compleixi cal que s'encreuin dues races pures. Si s'encreués un híbrid i una raça pura o dos híbrids aquesta llei no es compliria.

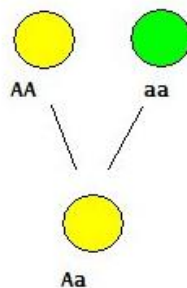


Figura 3 – Primera llei de Mendel o llei de la uniformitat dels híbrids de la primera generació filial

- Segona llei de Mendel o llei de la segregació (*veure figura 4*):

Mendel va observar aquesta llei al encreuar els individus de la primera generació filial entre ells i va poder observar que hi havia una proporció de 3:1, $\frac{3}{4}$ amb el caràcter dominant i $\frac{1}{4}$ amb el caràcter recessiu. A partir d'aquí es pot determinar que els dos al·lels, que codifiquen cada caràcter, no es barregen ni desapareixen, sinó que són segregats durant la producció de gàmetes. Això significa que cada gàmeta conté només un sol al·lel per a cada gen. Aquest fet

permet que els al·lels materns i paterns es combinin de forma aleatòria i donin lloc a variacions en la descendència.

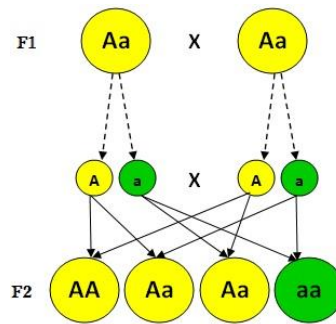


Figura 4 – Segona Llei de Mendel o Llei de la segregació

- Tercera Llei o Llei de la independència dels factors hereditaris (veure figura 5):

Mendel va concloure que diferents caràcters són heretats independentment uns dels altres. No existeix cap relació entre ells, per això el patró d'herència d'un caràcter no afectarà al patró d'herència d'un altre. Això només passa en els gens que no estan lligats, és a dir, amb gens que no estan al mateix cromosoma o que estan en regions molt separades del mateix. Aquesta Llei compleix una proporció de 9:3:3:1 en la descendència.

		♂ gametos			
		AB $\frac{1}{4}$	Ab $\frac{1}{4}$	ab $\frac{1}{4}$	aB $\frac{1}{4}$
♀ gametos	AB $\frac{1}{4}$	AABB $\frac{1}{16}$ 	AABb $\frac{1}{16}$ 	AaBb $\frac{1}{16}$ 	AaBB $\frac{1}{16}$
	Ab $\frac{1}{4}$	AABb $\frac{1}{16}$ 	AAbb $\frac{1}{16}$ 	Aabb $\frac{1}{16}$ 	AaBb $\frac{1}{16}$
	ab $\frac{1}{4}$	AaBb $\frac{1}{16}$ 	Aabb $\frac{1}{16}$ 	aabb $\frac{1}{16}$ 	aaBb $\frac{1}{16}$
	aB $\frac{1}{4}$	AaBB $\frac{1}{16}$ 	AaBb $\frac{1}{16}$ 	aaBb $\frac{1}{16}$ 	aaBB $\frac{1}{16}$

9 : 3 : 3 : 1

Lisa, amarilla Rugosa, amarilla
 Lisa, verde Rugosa, verde

Figura 5 – Tercera Llei de Mendel o Llei de l independència dels factors hereditàries

Font <http://boarclasebiologia.blogspot.com.es/>

4. Thomas Morgan

Thomas Hunt Morgan va néixer el 25 de setembre de 1866 en Lexington (Kentucky, Estats Units) i va dur a terme els seus estudis de ciències naturals a la Universitat John Hopkins de Baltimore. Després va treballar amb invertebrats marins en el laboratori de biologia marina de Woods Hole (Massachusetts). Va ser ajudant en el Bryn Mawr College i va realitzar viatges a Europa abans de dedicar-se a la investigació genètica.

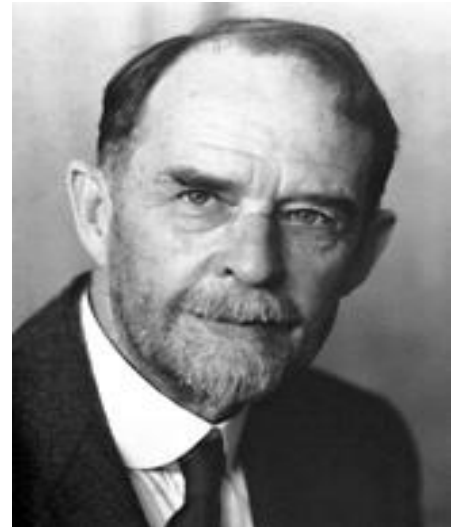


Figura 7 – Thomas Hunt Morgan (1866-1945)

Des de 1904 va ser professor de zoologia experimental en la Universitat de Columbia en Nova York. Cap al 1908 va començar les seves experimentacions amb la mosca de la fruita.

Font http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1933/morgan-bio.html

Escèptic amb els resultats de Mendel, va treballar intensament amb els seus col·laboradors en la recerca dels fonaments materials de l'herència. Després de comprendre que es devia als gens que anaven en cadascun dels seus cromosomes, va formular la teoria cromosòmica de l'herència, que atribueix als cromosomes el paper fonamental en la transmissió dels caràcters heretables. Tot això ho exposa de manera sintètica en *La teoria del gen*.

Morgan és considerat, per molts, el pare de la genètica experimental moderna. La seva escola va aconseguir obtenir la primera mutació artificial en poblacions de *Drosophila melanogaster* mitjançant raigs X i, anys més tard, els cromosomes gegants en les glàndules salivals de la mateixa espècie. En 1928 va ser anomenat professor de zoologia de la Universitat de Califòrnia i va treballar en l'Institut Tecnològic de Califòrnia, a Pasadena, fins la seva mort al 1945.

Uns anys abans, al 1933, va rebre el Premi Nobel de Medicina i Fisiologia pels seus descobriments sobre el paper jugat pel cromosoma en l'herència genètica.

Morgan es trobava entre els biòlegs que van posar més objeccions a la teoria mendeliana i que posava refutació a la validesa general de les lleis de Mendel.

Entre les objeccions que Morgan trobava en 1909 a les lleis de Mendel estaven:

1. Tot i que podien ser vàlides en els pèsols, no s'havia provat la seva validesa per a la majoria dels organismes, especialment els animals.

2. La dominància i la recessivitat no explicaven l'herència del sexe en la proporció un a un, és a dir, quin factor sexual és el dominant i quin és el recessiu.
3. Les categories *dominant* i *recessiu* no sempre es mostraven tan nítidament com les de *alt* i *baix* en la pesolera. A vegades sortien descendents que semblava que mostressin caràcters intermedis entre els dos caràcters.
4. No s'havien trobat proves concretes dels factors mencionats per Mendel.

Des de 1908, Morgan va criar en el seu laboratori de la Universitat de Columbia la mosca de la fruita, on treballava en un programa de reproducció i encreuament de milers d'aquestes i on intentava mutar-les a partir de rajos X, centrifugadores, etc. Finalment, al 1909 va observar que entre el conjunt de la seva població de *Drosophiles* d'ulls vermells va aparèixer una amb una mutació estranya a la que va anomenar ulls blancs degut al seu to blanquinós d'ulls. Quan Morgan va analitzar-la al microscopi va veure que era un mascle i va decidir utilitzar-ho com a semental per poder investigar sobre la seva descendència. Donada aquesta situació, va encreuar aquesta mutant amb una femella normal d'ull vermells, obtenint en la descendència 1237 mosques amb els ulls vermells. Es tractava d'híbrids que, d'acord amb el patró mendelià, manifestaven el caràcter dominant (veure figura 8).

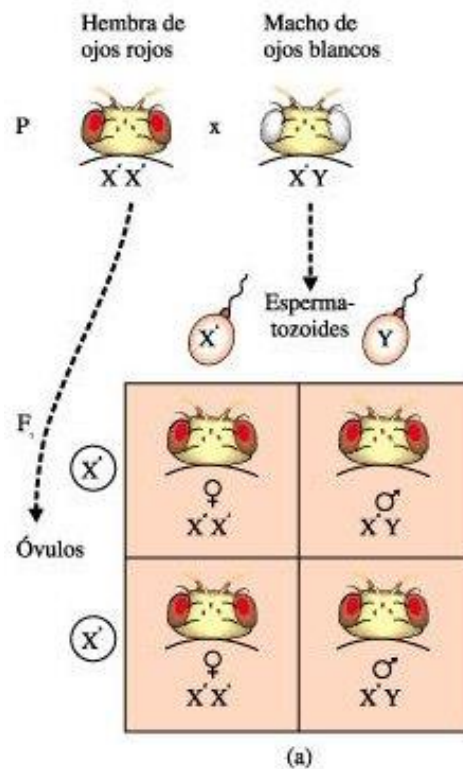


Figura 8 – Encreuament entre una femella salvatge i un mascle white

Font <http://boarclasebiologia.blogspot.com.es/>

Morgan es va estranyar molt quan va veure que tota la F_1 sortia amb els ulls vermells, perquè sabia que el color d'ulls del pare havia de seguir per allà, tot i que no fos visible. Per tant, va agafar dos fills i els va encreuar entre ells. Es va endur una gran sorpresa quan va veure que d'aquest encreuament van sortir 2459 femelles d'ulls vermells, 1011 mascles d'ulls vermells i 782 mascles d'ulls blancs. El problema va aparèixer a l'hora d'explicar aquest fet, explicar que havia passat durant la transmissió hereditària perquè només sortissin amb ulls blancs els mascles (*veure figura 9*). En un principi, s'havia de complir la llei de Mendel i, per tant, també havien de sortir femelles amb els ulls blancs.

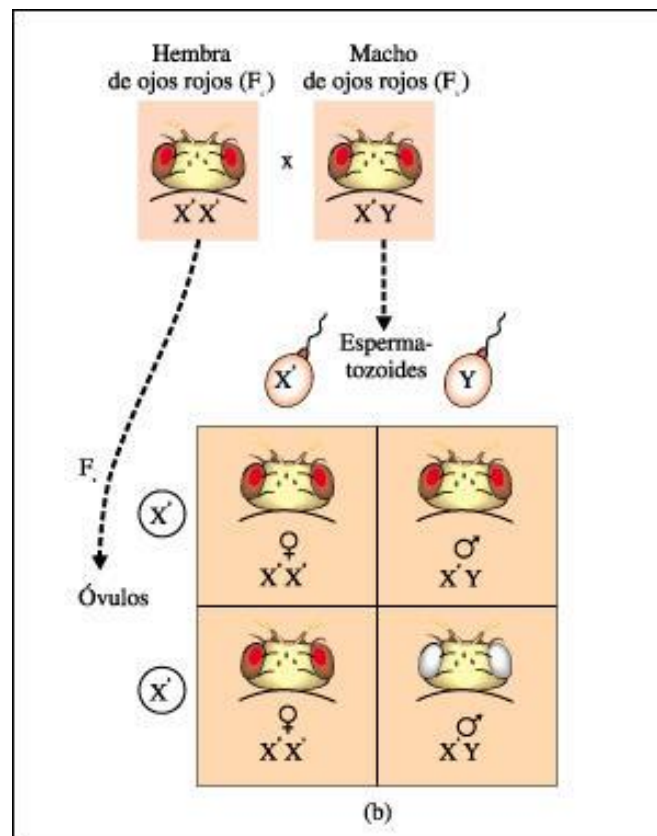


Figura 9 – Encreuament entre germans de la F_1
 Font <http://boarclasebiologia.blogspot.com.es/>

El científic nord-americà es va esforçar en trobar una explicació als resultats que havia obtingut.

A més dels resultats mendelians, coneixia els treballs citològics sobre la determinació del sexe en els que havien demostrat que una parella de cromosomes, els anomenats heterocromosomes, era estructuralment diferent a la resta de les parelles de cromosomes i que aquesta parella estava associada a l'herència del sexe.

Fent altres encreuaments entre les femelles híbrides i el mascle d'ulls blancs va sortir una filla d'ulls blancs (*veure figura 10*).

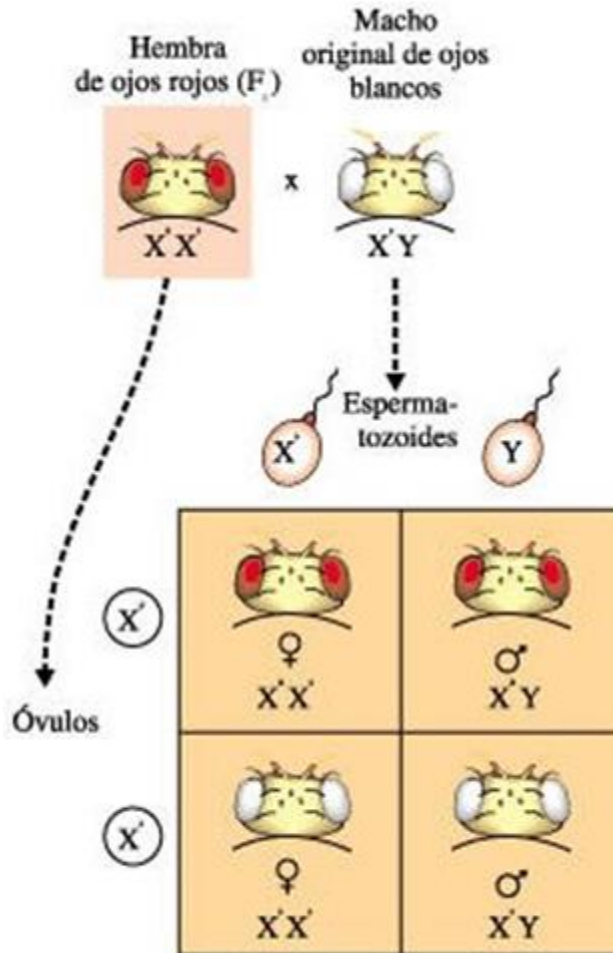


Figura 10 – Encreuament entre femella F₁ i el mascle white original
 Font <http://boarclasebiologia.blogspot.com.es/>

A arrel d'això, va fer l'encreuament recíproc del primer, és a dir, va encreuar femelles d'ulls blancs amb mascles d'ulls vermells. El resultat era diferent a l'anterior, doncs en aquest tots els mascles eren d'ulls blancs i totes les femelles eren d'ulls vermells (*veure figura 11*).

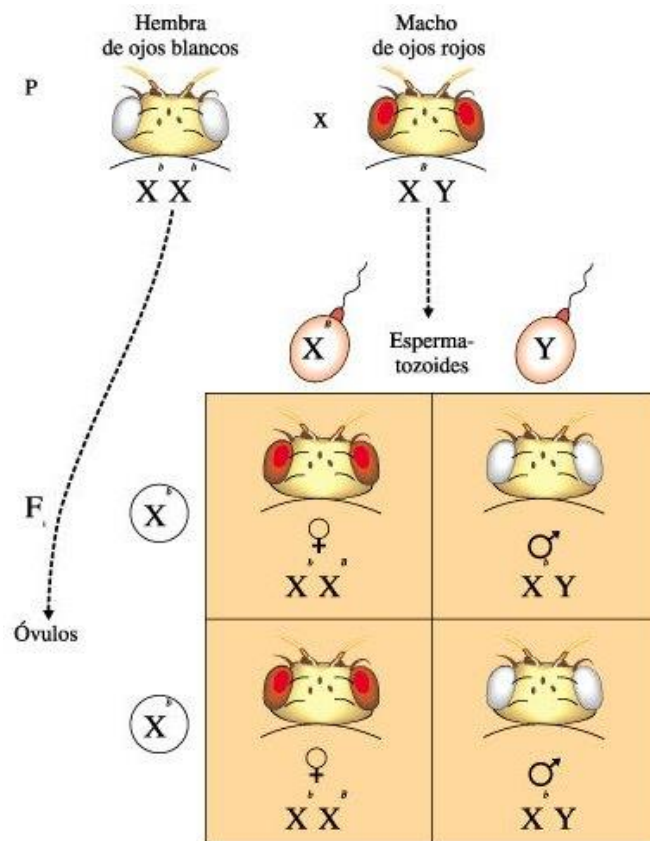


Figura 11 – Encreuament recíproc (femella White i mascle Salvatge)

Les seves experiències li van permetre concloure que, a més de portar informació pel que fa al sexe, els cromosomes sexuals de les drosòfiles duïen altres informacions, com la dels gens pel color dels ulls, és a dir, que l'herència del factor corresponent al color d'ulls estava lligada al sexe. D'aquesta manera, Morgan va proposar l'herència lligada al sexe i va explicar l'existència de caràcters lligats al cromosoma sexual X de les femelles. Posteriorment, va trobar altres caràcters que s'heretaven de la mateixa manera i cada cop estava més sòlida la seva teoria de que aquests caràcters estaven lligats al cromosoma sexual.

5. Les mutacions

La mutació en genètica i biologia és una alteració o canvi en la informació genètica (genotip) d'un ésser viu. Molt sovint aquesta mutació es deu al estar en contacte amb un mutagen, que és un agent que incrementa el risc de mutació. Aquesta mutació produeix un canvi de característiques d'aquest ésser que es pot transmetre i heretar a la descendència. La unitat genètica capaç de mutar és el gen, que és la unitat d'informació hereditària que forma part del DNA.

En els éssers multicel·lulars les mutacions només poder ser heretades quan afecten a les cèl·lules reproductives. Una conseqüència de les mutacions pot ser una malaltia genètica. Tot i que en un curt termini pot ser perjudicial, al llarg del temps les mutacions són necessàries per la nostra existència, ja que sense mutació no hi hauria canvi i sense el canvi no hi hauria evolució.

6. *Drosophila melanogaster*

La *Drosophila melanogaster*, també coneguda com la mosca de la fruita o mosca del vinagre, és una mosca de petita grandària (uns 3 mm de longitud), amb un color groguenc i uns ulls vermellosos. És un dípter que s'agrupa en aquells organismes en els que només el primer parell d'ales és funcional i el segon s'ha transformat en òrgans d'equilibri, anomenats balancins.

Rep aquest nom perquè la trobem principalment en la fruita quan aquesta està en procés de fermentació, ja que tant els sucs com els llevats que surten de la fruita formen una part molt important de la seva dieta.

Es tracta d'una espècie cosmopolita, ja que la podem trobar per tot el món. No obstant, vivia originalment a Àfrica, a la zona oriental d'aquest continent.

Tenen unes característiques molt apropiades per a la investigació genètica i per això, ja a principis del segle XX, alguns genetistes i biòlegs van començar a treballar amb elles en el camp de la genètica. Van trobar en aquest animal un bon model per explicar la transmissió dels caràcters hereditaris entre moltes altres teories hereditàries.

6.1. Per què utilitzar la *Drosophila melanogaster* en camps de la genètica?

1. És una espècie abundant a tot el món.
2. La *Drosophila melanogaster* es manté fàcilment al laboratori i és fàcil de manipular a causa de la seva diminuta mida. A més, no són necessàries unes grans infraestructures per poder-les criar.
3. El seu manteniment i la seva manipulació no representa una gran despesa econòmica.
4. Són, relativament, molt resistents.
5. El seu cicle vital és curt. En 10 dies es pot tenir una nova generació.
6. Tenen una elevada descendència. Cada femella pot posar fins a 500 ous.
7. Té únicament 4 parells de cromosomes i estan ben estudiats.

8. Té cromosomes politènics que per la seva grandària permeten fer estudis d'estructura, funció i organització cromosòmica, impossibles de dur a terme en els cromosomes normals.
9. S'ha utilitzat per a estudis relatius des de 1909 i per aquesta raó s'han anat acumulant una àmplia i diversa quantitat de mutants amb diferents variants genètiques i cromosòmiques que són fàcilment identificables.

6.2. Classificació taxonòmica de *Drosophila melanogaster*

Regne: Animalia

Tipus: Antròpodes

Classe: Insectes

Ordre: Dípters

Família: Drosophilidae

Gènere: *Drosophila*

Espècie: *Drosophila melanogaster*



Figura 12 – *Drosophila melanogaster*

Font http://es.wikipedia.org/wiki/Drosophila_melanogaster

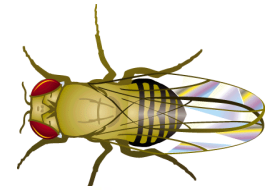
6.3. Mutants de *Drosophila melanogaster*

Des del descobriment de la mutant White, al 1910, van començar a aparèixer moltes altres mutants.

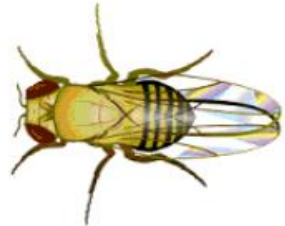
Les mosques produeixen un gran nombre de descendència i a causa del seu curt període de gestació s'originen infinites mutacions, que són canvis en el codi genètic que es produeixen de manera irreversible i, al heretar-se, es transmeten de generació en generació. Així apareixen noves característiques hereditàries.

Per aquest motiu trobem mutacions visibles que s'han estudiat en el mapa cromosòmic de la *Drosophila*. Tot i haver moltes mutants, ara només s'explicaran les mutants que s'han utilitzat en aquest treball: la Salvatge, la White i la Sèpia.

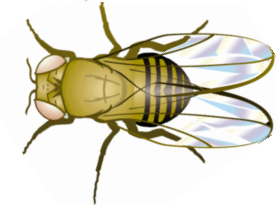
- SALVATGE: Mosca de tipus silvestre caracteritzada per tenir el cos d'un color beix clar i els ulls vermells. És la única que no pateix cap mutació, és a dir, és la forma normal de la espècie.



- SÈPIA: Mosca amb els ulls de color marró que després passen a sèpia i finalment, amb el temps, es tornen negres. És una mutant autosòmica recessiva situada al cromosoma 3.



- WHITE: Té els ulls de color blanc i el seu cos també és molt clar. També és una mutant recessiva però aquest caràcter es localitza en el cromosoma X i, per tant, es troba lligat al sexe.



6.4. Cicle vital

El cicle vital de la *Drosophila* està format per quatre fases: ou, larva, pupa i adult o imago.

- Ous: Són dipositats per les femelles sobre el medi de cultiu poc després de la penetració de l'esperma. Tot el desenvolupament embrionari que segueix a la fecundació es dona dins de la membrana de l'ou. La part dorsal és plana mentre que la superfície ventral és arrodonida i està revestida per una membrana externa, el còrion, constituïda per cèl·lules hexagonals. En sobresurten unes banyes que fan la funció de flotador per evitar que els ous s'enfonsin en el medi líquid. Els ous tenen una mida aproximada de 0,5 mm, gairebé imperceptible a ull nu. Quan les femelles acaben d'emergir de la pupa poden dipositar entre 50 i 75 ous diaris durant els primers dies, després la producció d'ous disminueix.
- Larves: Són blanques, segmentades i amb forma de cuc (*veure figura 13*). No tenen ulls i, per tant, són cegues. A més a més, respiren per tràquees i posseeixen un par d'espíacles visibles en els extrems posteriors i anteriors del cos.

Les larves són posteriors als ous i com que van creixent s'han de mudar perquè la pell externa no s'estira. Durant tot el desenvolupament trobem tres estadis seguits de les seves mudes i, aquest període entre mudes, s'anomena limfal. El primer estadi consisteix en el desenvolupar de la larva des de l'eclosió de l'ou

fins que passen les primeres 24 hores. Aquest estat es caracteritza perquè les larves presenten una gran mobilitat i la seva funció principal és la cerca d'aliment.

Tenen parts bucals, d'un to negre, que són uns ganxos mandibulars que es penetren en l'aliment.

El segon estadi comprèn entre les 24 i les 72 hores de vida de la larva i la seva funció principal també és la cerca de menjar.

Finalment, el tercer estadi va des de les 72 fins a les 96 hores de vida i la seva funció és la de trobar un lloc sec on poder pupar. En aquest període la larva pot arribar a mesurar fins a 4,5 mm.



Figura 13 – Larva

Font http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophila_2nd_instar_larva.jpg

- Pupes: Un cop realitzada la metamorfosi, que és un procés biològic que es produeix durant el desenvolupament d'alguns animals, es destrueixen els teixits de la larva i a partir d'alguns d'aquests es formaran els nous òrgans i teixits de la mosca adulta. La larva prepupal és molt inactiva i comença a perdre el seu moviment. Aviat va adquirint la forma de pupa i la seva pel·lícula té una tonalitat blanquinosa. Aquesta pel·lícula s'endureix i es va enfosquint lentament, fins que, tres hores més tard, l'organisme està pigmentat. A partir d'aquí comencem a parlar de pupa. Quatre hores més tard, l'animal ha separat la seva epidermis i es converteix en un organisme acèfal, sense ales ni potes anomenat "prepupa". Les prepupes abandonen el medi de cultiu i queden enganxades en el paper en ziga-zaga i en les parets del recipient. En els últims estadis de la metamorfosi ja es pot començar a distingir amb facilitat els ulls, les ales i les potes.

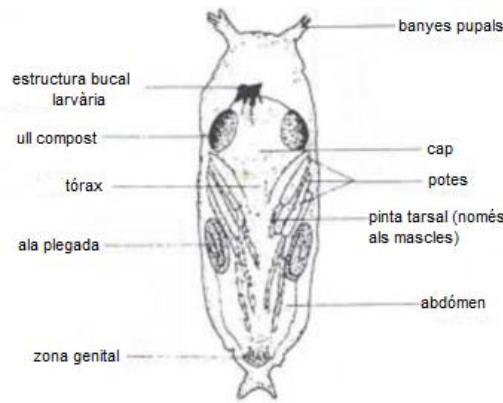


Figura 14 – Estructura de la pupa

Font http://srvcnpbs.xtec.cat/cdec/images/stories/WEB_antiga/recursos/pdf/cambracia/drosophila.pdf

- Adult/Imago: En sortir de la pupa, emergint per l'extrem, les mosques tenen un color blanc i una forma allargada i les seves ales estan arrugades i plegades. Unes hores més tard la mosca comença a tenir l'aspecte pigmentat característic de la mosca adulta, les ales començaran a obrir-se i l'animal adquireix la forma d'insecte dípter. Al cap de 8 hores ja són fèrtils i, per tant, les femelles ja podran ser inseminades. Un fet molt important d'aquestes mosques és que tenen una vida d'uns 30 dies, depenent de les condicions en les que es trobin i cada cop produeixen menys descendència.

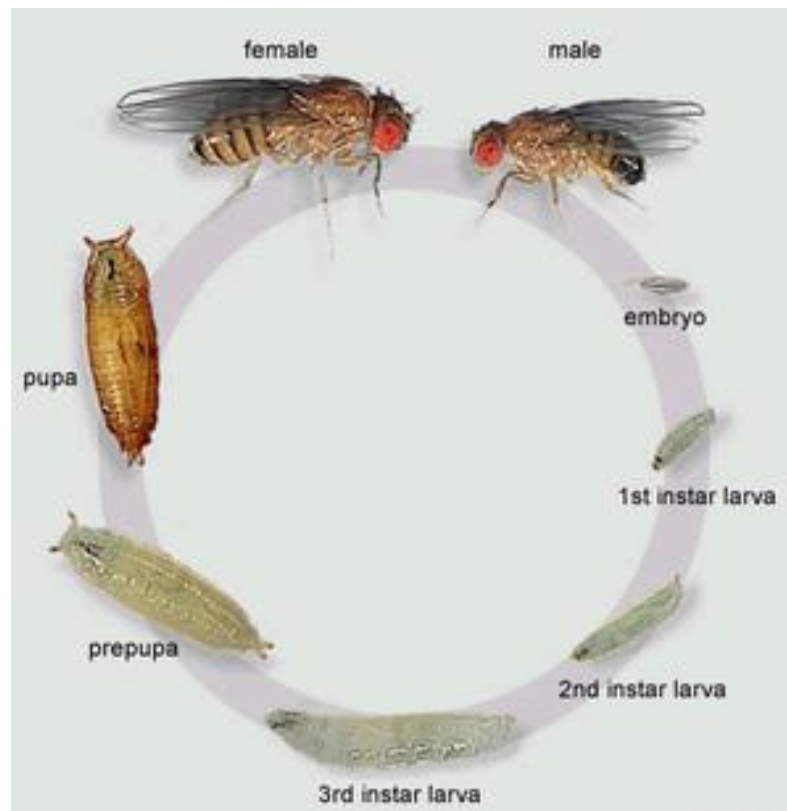


Figura 15 – Cicle vital de la *Drosophila melanogaster*

Font http://html.rincondelvaqo.com/drosophila-melanogaster_5.html

El cicle vital depèn principalment de la temperatura a la que estigui sotmès el medi de cultiu. La temperatura òptima és a 25°C, ja que el cicle dura al voltant de 10 dies. En canvi, quan baixem les temperatures a uns 20°C pot trigar uns 15 dies. No obstant, el que hem de controlar és no sotmetre la *Drosophila melanogaster* a temperatures inferiors a 10°C perquè poden provocar cicles de 25 dies i això pot fer reduir la viabilitat de la mosca a l'hora d'utilitzar-la en l'experiment. Tampoc pot superar els 30°C, doncs a aquesta temperatura es quedarien estèrils i no ens servirien.

6.5. Característiques generals i morfològiques

6.5.1. Diferenciació del sexe durant les diferents fases

En aquest apartat veurem les diferències que hi ha entre els dos sexes de *Drosophila* en les diferents fases del seu cicle vital (veure figura 12). A vegades aquestes diferències són perceptibles a ull nu, però d'altres això és impossible i cal un instrument amb més augment, com una lupa de mà o binocular.

Durant la fase larvària

Els testicles dels mascles són molt més grans que els ovaris de les femelles. Aquest fet el podem observar gràcies a la transparència de la larva i amb l'ajuda d'una lupa binocular.

Durant la fase de pupa

A través de la coberta de la pupa, que és transparent, es pot veure la presència de les pintes sexuals en els mascles, una a cada primer artell del tars del primer parell de potes. Per fer-ne un bon diagnòstic cal utilitzar pupes madures que estiguin ben pigmentades i s'han d'observar per la cara ventral.

Durant la fase d'imago o adult

Les diferències entre femelles i mascles adults són diverses:

- Forma: L'abdomen de la femella és més ample que el del mascle. El de la femella acaba en punta i, en canvi, el del mascle acaba arrodonit.
- Grandària: A ull nu podem veure que la femella és una mica més gran que el mascle.
- Pigmentació: En la femella, la pigmentació de la part dorsal de l'abdomen és discontinua, ja que té una sèrie de bandes fosques alternades amb unes clares, i en el mascle aquesta pigmentació és contínua, és a dir, presenta una taca negra a l'extrem d'aquest.

- Nombre de segments abdominals: La femella presenta 7 segments i el mascle en presenta només 5.
- Aparell genital: Les femelles presenten l'abdomen de color clar i amb una única placa vaginal de la mateixa coloració que la resta i els mascles tenen un arc genital d'un to marró.
- Pinta sexual: només ho tenen els mascles en el primer segment tarsal del seu primer parell de potes i l'utilitzen per a subjectar-se a les femelles durant la còpula.

Durant la fase adulta, la gran majoria de diferències que hi ha entre el mascle i la femella poden ser visibles a ull nu però, en cas de dubte, també es pot veure amb l'ajuda de lupes de poc augment. Si agafem com a referència, principalment, la pigmentació, hem de vigilar molt, ja que les mosques acabades de néixer encara no tenen completada la fase de pigmentació i, per tant, un mascle està tan descolorit com una femella. Com que això pot portar confusions, davant d'aquest dubte, el millor és buscar la pinta sexual.

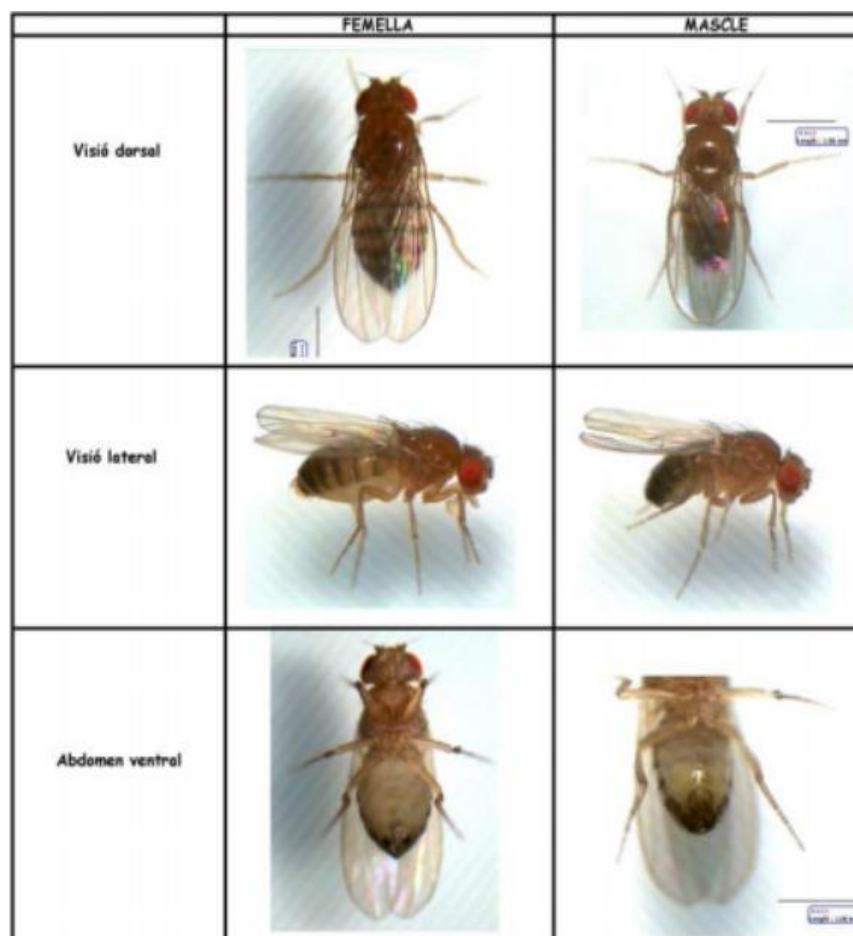


Figura 16 – Diferències morfològiques

Font http://srvcnpbs.xtec.cat/cdec/images/stories/WEB_antiga/recursos/pdf/cambracia/drosophila.pdf

6.5.2. Morfologia d'una *Drosophila* adulta

En la *Drosophila melanogaster* adulta podem distingir tres grans parts ben diferenciades: el cap, el tòrax i l'abdomen.

El **cap** està proveït dels ulls compostos, uns ulls relativament grans, separats amb amplitud, i que poden variar el color i la mida segons la drosòfila mutant. També trobem les antenes, entre els ulls, que es troben molt pròximes entre elles i a la regió central del cap trobem l'aparell bucal, constituït per un òrgan tubular de succió, l'anomenada probòscide, que proporciona al insecte la capacitat de llepar i xuclar líquids i materials en descomposició.

El **tòrax** consta de tres segments: el protòrax, el mesotòrax i el metatòrax. El protòrax és molt reduït i només serveix de suport per al primer parell de potes. El mesotòrax està molt més desenvolupat que els altres segments esmentats per tal d'acomodar els músculs que fan possible el moviment de les ales. El metatòrax té els balancins o halteris, que són uns òrgans que estableixen el vol de la *Drosophila melanogaster*.

Tots els segments del tòrax es troben quasi fusionats, formant una capsula gairebé sòlida. Cada un dels tres segments té un parell de potes i al final d'aquestes es troben dues ungles. Cada unglia presenta un curiós òrgan de fixació anomenat púvil. Aquesta combinació d'ungla i púvil és el que proporciona a les mosques la capacitat de poder situar-se sobre qualsevol superfície i també la capacitat de sostenir-se en plans amb qualsevol inclinació.

Repartits pel cap i el tòrax trobem una sèrie de pèls rígids o quetes que tenen funció d'òrgans dels sentits.

L'**abdomen** és una de les parts clau per diferenciar entre mascles i femelles de *Drosophila melanogaster*, ja que depenent del sexe varia la mida i la pigmentació de l'abdomen. En les femelles, per exemple, és més gran, ratllat i acaba en forma de punxa, en canvi, en els mascles és més petit, amb una petita taca i acabat en forma arrodonada.

Finalment, també trobem les ales. Distingim dos tipus: les estabilitzadores del vol o balancins que són les que trobem a la part posterior i les ales funcionals, que són de vora arrodonada i sobrepassen l'abdomen. Les trobem dividides en cel·les, són planes, transparents i pràcticament incolores. Hi ha diferents mutants que presenten diferents mides i formes d'ales.

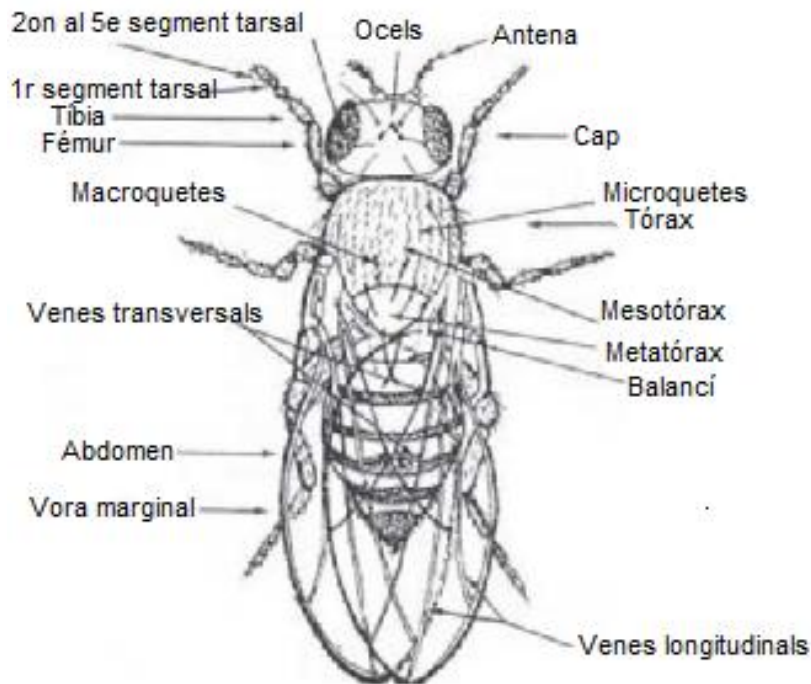


Figura 17 – Parts d'una *Drosophila melanogaster* adulta

Font http://svcnpbs.xtec.cat/cdec/images/stories/WEB_antiga/recursos/pdf/cambracia/drosophila.pdf

6.6. Reproducció de la *Drosophila melanogaster*

La reproducció en la *Drosophila melanogaster* és sexual i holometàbola, és a dir, que passen per dues fases abans d'arribar a adults que s'anomenen fases preimaginals o preadultes.

Per arribar a la copulació, el mascle ha de fer un ritual d'aparellament, que és un comportament innat, ja que tots els mascles el fan sense necessitat d'haver-lo après de cap altre. Aquest ritual consisteix en detectar a la femella, orientar-se cap a ella i començar a fer vibrar una ala provocant una cançó masculina, és a dir, un brunziment. Durant tot el ritual la femella marxa del mascle i ell la busca i la segueix. Quan la troba li llepa els genitals. La femella, després d'estar tota l'estona rebutjant-lo, arriba un moment que es cansa de fugir i dona lloc a la copulació (*veure figura 18*).

The Mating Dance of the Fruit Fly

The male fruit fly, *Drosophila melanogaster* ...

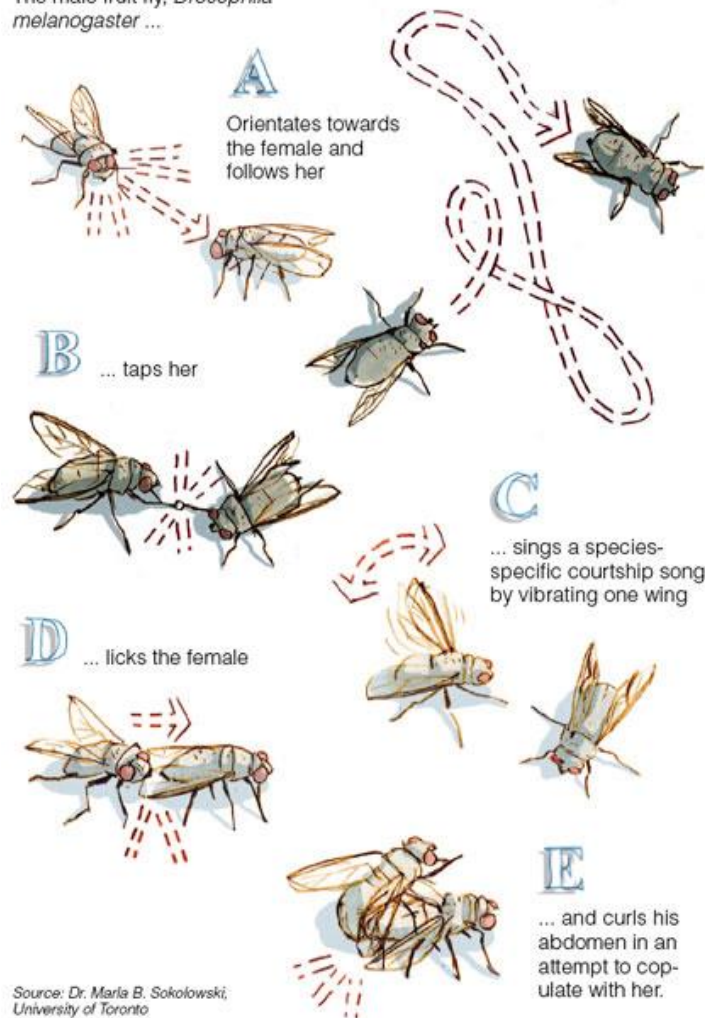


Figura 18 - Ritual d'aparellament

Font http://www.nytimes.com/imagepages/2005/07/18/science/20050719_GENE_GRAPHIC.html

Durant l'aparellament el mascle allibera un únic espermatozoide gegant. La cèl·lula espermàtica de la mosca de la fruita és 10 vegades més gran que el propi insecte.

La mosca de la fruita arriba a posar uns quants centenars d'ous, uns 20 cada dia, de mida molt petita, més o menys 0,5 mm de diàmetre.

El desenvolupament embrionari de la *Drosophila melanogaster* dura 24h (a una temperatura de 25°C). Això significa que al passar un dia de la posta d'ous les larves eclosionen.

És un desenvolupament indirecte, ja que hi ha diverses transformacions des de la posta de l'ou fins a convertir-se en un adult. Aquestes transformacions reben el nom de metamorfosi holometàbola perquè l'individu passa per una fase anomenada fase de pupa.

6.7. Estudi de cromosomes

La *Drosophila melanogaster* només té 4 parells de cromosomes ($2n=8$). El primer correspon al cromosoma sexual, és a dir, determinen el sexe de la mosca i està marcat amb les lletres X i Y. Els altres tres parells són els cromosomes autosòmics (II, III, IV), i el IV és el que té un número més reduït de gens perquè és més petit.

Al llarg de la història de la genètica s'han fet diverses teories sobre els cromosomes, en una d'elles es va observar que els cromosomes passaven dels progenitors als descendents segons el mecanisme descrit per Mendel. Van proposar que els gens ocupaven llocs o *loci* específics dins dels cromosomes i per això van fer un mapa cromosòmic de la *Drosophila melanogaster* (veure figura 19).

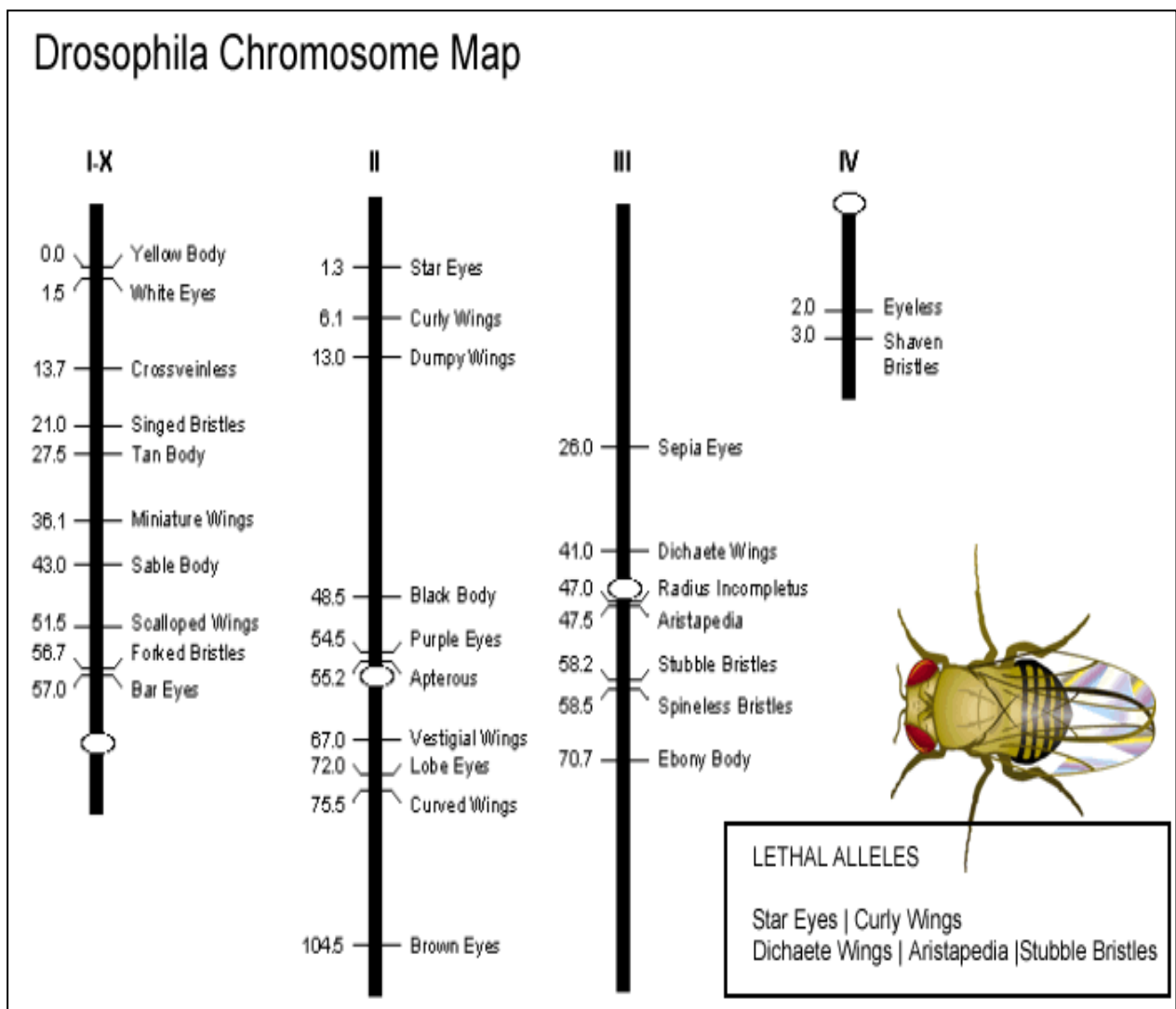


Figura 19 – Mapa cromosòmic de la *Drosophila melanogaster*

Font http://www.biologycorner.com/worksheets/drosophila_simulation.html#.UqzfE_TuKbM

6.8. Manteniment

6.8.1. Material

Per fer el medi de cultiu necessitem:

- Recipient graduat de 500 mL
- Balança
- Pipeta Pasteur
- Cullera
- Ingredients per preparar el menjar

Per treballar amb *Drosophiles*

- Lupa
- Flascons (preferentment de vidre)
- Pinzell fi
- Èter
- Cotó i gases
- Cordill o gomes de plàstic
- Estufa calefactora
- Terrari
- Cartolina
- Picador

6.8.2. Medi de cultiu

Alimentar a una *Drosophila* no és un treball difícil, ja que tenen una alimentació molt extensa. Com ja sabem, les *Drosophiles* també reben el nom de mosca de la fruita. Aquest nom ve donat per la seva alimentació, ja que es poden alimentar, perfectament, de la fruita en descomposició. A més, no ha de ser cap fruita en concret, sinó que s'alimenta de qualsevol peça de fruita, majoritàriament, madura.

Realment, l'única cosa que necessiten és una gran font de carbohidrats on els llevats, que són necessaris per reproduir-se i nodrir-se, puguin desenvolupar-se. És per aquest motiu que a l'hora de treballar amb *Drosophiles* és millor utilitzar unes farinetes preparades que continguin carbohidrats i llevats, perquè amb la fruita tot el procés queda molt brut, ja que triga molt poc en descomposar-se i fa molt mala olor.

Durant el treball s'han utilitzat dos medis de cultius però finalment s'ha optat per el casolà, ja que era més net i, tot i ser més difícil de preparar, presentava menys problemes.

Els dos medis de cultiu que he utilitzat han sigut:

- Menjar preparat

Aquest medi es prepara a partir de la Fórmula 4-24 que són com unes pols que s'han d'hidratar. Un cop hidratades agafen volum i una tonalitat blanca o blava. En aquest treball s'ha utilitzat el menjar blau perquè és més fàcil de detectar les larves.

Aquest menjar és proporcionat per l'empresa "Carolina Biological Supply Company", que és un proveïdor que s'encarrega de vendre milers d'articles relacionat amb les ciències i la educació matemàtica.

Aquest medi és molt fàcil de preparar, ja que només s'ha de posar un dit de menjar al flascó i després posar aigua fins que sobrepassi una mica la capa de menjar.

Tot i que és molt senzill de preparar, no m'ha acabat d'agradar gaire perquè a l'hora de fer el traspàs de mosques a un altre flascó, a vegades s'ha caigut el menjar quan se li ha donat un cop al flascó perquè les mosques caiguessin a l'altre flascó.

- Menjar casolà

Aquest menjar consisteix en preparar unes farinetes consistents i que aportin a la mosca el que necessita, és a dir, carbohidrats i llevats.

Aquest menjar s'ha preparat amb una recepta facilitada pel Departament de Genètica de la Universitat de Barcelona.

	10 flascons	
Agar-agar	1,86	grams
Sucre	1	cullerada
Aigua	575	cc
Farina de blat de moro	91	grams
Aigua	250	cc
Nipagin	0,9	grams
Alcohol etílic	10,3	cc

Taula 1 – Ingredients per preparar el menjar casolà

L'agar-agar actua com a espessant i dóna consistència a la farineta, el sucre proporciona aquell gust dolç que tant els hi agrada, l'aigua (millor si és destil·lada) s'utilitza com a dissolvent i proporciona la hidratació, la farina de blat de moro (o maizena) constitueix la base del medi i és el nutrient per excel·lència i el nipagin actua d'antifungicida i es dissol amb l'alcohol, que també serveix per protegir el medi.

Per preparar el menjar per a 10 flascons s'han de seguir els següents passos:

1. Posar a dissoldre 1,86g d'agar-agar i una cullerada de sucre en 575cc d'aigua destil·lada. Posar tota la barreja al foc i esperar que comenci a bullir. Sobretot s'ha de vigilar que no es formin grumolls.
2. Un cop la barreja està bullint s'hi afegeix 91g de Maizena dissolts en 250cc d'aigua destil·lada. Deixem coure aquesta barreja durant uns 10 minuts i ho anem removent amb l'ajuda d'una cullera.
3. Després s'ha de retirar la barreja del foc i afegir-hi 0'9g de nipagin dissolts en 10,3cc d'alcohol etílic.
4. Quan està tota la barreja feta s'ha de posar immediatament la farineta dintre de cada flascó perquè qualla molt ràpid.
5. Un cop està la farineta en cada flascó s'ha de deixar reposar unes 24h per assegurar-se que ha quallat i que ja està fred. Passat aquest temps, s'ha d'eixugar la humitat amb un paper.
6. Després d'eixugar el flascó s'hi posa un paper, d'uns 3cm d'alçada, en forma de ziga-zaga o una reixella que servirà perquè les larves puguin posar-se allà i passin a pupes.
7. Finalment, s'ha de posar una mica de llevat esmicolat que serà part de l'aliment de les mosques adultes.

6.8.3. Treballar amb les mosques

A la part experimental s'haurà de treballar amb drosòfiles, per aquest motiu s'ha de saber com manipular-les. S'ha de tenir present que es treballarà amb material viu i per aquesta raó s'ha de vigilar molt i s'ha de fer tot d'una manera molt curada.

Per això, a l'hora de passar les mosques a un altre flascó s'ha de donar un cop sec per assegurar-se que no hi ha cap mosca per la part superior i així s'evita que a l'hora de treure el tap per posar un flascó a sobre no s'escapi cap. S'ha de vigilar molt amb el

cop perquè si és molt fort pot passar que les mosques es quedin atrapades en el menjar. Quan ja s'ha realitzat el cop ràpidament s'ha de posar un flascó a sobre, de manera que entrin en contacte les dues boques, que han de ser del mateix diàmetre per evitar que s'escapi cap mosca.

Un cop s'ha encarat un flascó buit es pot esperar que les mosques pugin per si soles a l'altre flascó o bé, es pot girar la unió i col·locar a dalt el flascó que conté les mosques. Si s'opta per aquest mètode, s'ha de posar un picador a sota del flascó i donar-li un cop sec. D'aquesta manera les mosques cauran al flascó buit.

S'ha de vigilar molt perquè si el cop és molt fort pot provocar que el menjar també caigui i pot produir-se una contaminació del medi. Finalment, cal tancar els flascons amb el tap que s'ha fet prèviament.

Per fer el tap només cal cotó, gasses i gomes o cordills. Primer fem una bola de cotó que sigui suficientment gran per tancar la boca del flascó. Després s'ha d'embolcallar la bola amb una gassa i, finalment, cordar-ho amb el cordill o amb una goma de plàstic.

Si s'han de passar mosques eteritzades, primer s'han de posar en una cartolina i, poc a poc, anar-les introduint al flascó; així s'evita que les mosques dormides es quedin enganxades al medi de cultiu.

També s'ha de tenir present que per manipular les mosques eteritzades cal utilitzar un pinzell fi perquè és suau i tou i no les esclafarà ni les matarà.

6.8.4. Tècnica d'eterització

Per treballar amb mosques primer cal que aquestes estiguin dormides. Hi ha diverses maneres d'aconseguir adormir-les. A continuació s'explicarà el procés seguit en aquest treball, l'anomenada tècnica del cotó fluix.

Primer de tot, s'ha de preparar un tap de la mateixa manera que s'ha explicat anteriorment. Un cop es té el tap, s'ha d'impregnar amb l'èter.

Per utilitzar l'èter cal que tot estigui ben ventilat, és a dir, totes les finestres ben obertes, i s'ha de portar una mascareta. És molt important fer-ho perquè pot produir intoxicacions i actua com a cloroform.

Després s'ha de col·locar el flascó que conté les mosques sobre el picador i donar-li uns quants cops perquè les mosques que estan pròximes al tap baixin a la part inferior del recipient.

Es destapa el flascó i ràpidament, perquè no s'escapin, s'encara amb un flascó buit, que serà l'eterificador. Un cop estan encarats, s'han de girar de manera que

l'eterificador quedi a la part inferior i es dóna uns cops secs fins que totes les mosques estiguin al nou recipient. Amb molt de compte i agilitat s'ha de retirar el flascó buit i s'ha de tapar l'altre amb el tap de cotó impregnat amb èter.

Les mosques de seguida s'aniran quedant adormides. No es poden tenir tapades més de 15 segons, que és el temps necessari per a que s'adormin, perquè es podria produir la mort o l'esterilitat d'aquestes. És fàcil detectar quan s'ha mort una mosca, ja que les ales queden perpendiculars al cos.

Un cop totes estiguin ben adormides es dipositen sobre una cartolina blanca i amb l'ajuda d'un pinzell fi s'observen i s'estudien segons la necessitat que es tingui (veure figura 20).

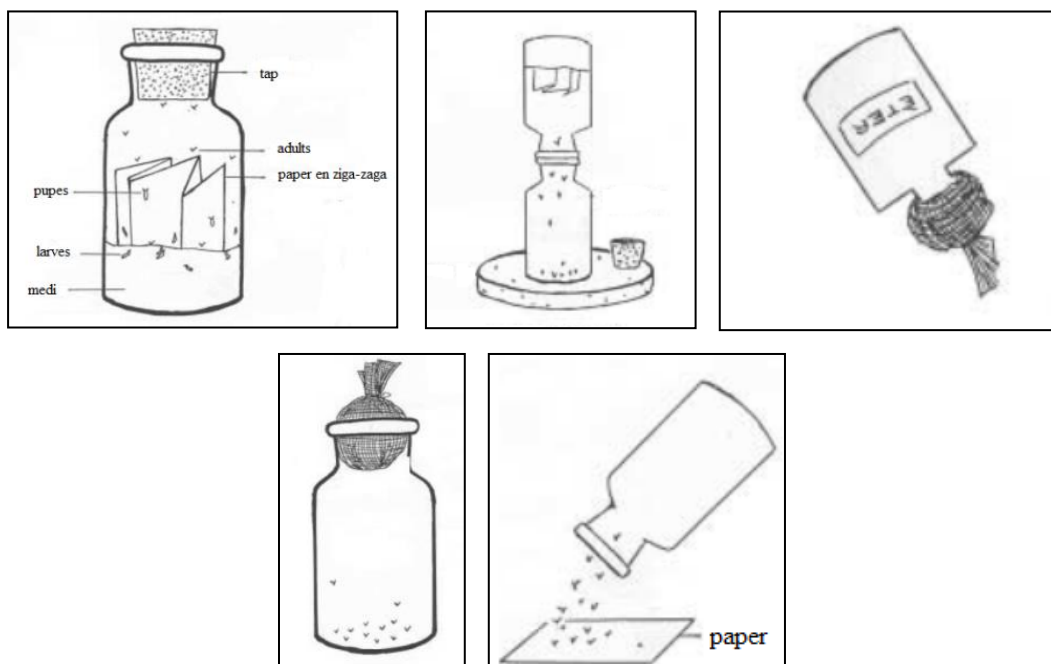


Figura 20 – Pasos a seguir en la tècnica d'eterització

6.8.5. Obtenció de femelles verges

Sempre que s'ha de dur a terme un encreuament amb *Drosophiles* és necessari assegurar-se que les femelles són verges perquè així estarà fecundada només pel mascle que interessa i els resultats seran correctes.

Les femelles no són fèrtils fins que porten 8h de vida adulta, per aquest motiu, cada 6h s'ha d'anar mirant s'hi ha sortit alguna mosca i observar si és mascle o femella. El més important és tenir separats mascles i femelles abans de que arribin a 8 hores de vida adulta. Un cop s'obtenen les suposades femelles verges, s'han de deixar als flascons

de 3 a 5 dies per veure si apareix alguna larva. Si no apareix cap vol dir que si ho són. Per el contrari, si apareix alguna larva significa que hi ha alguna que no és verge i, per tant, s'ha de repetir el procés d'obtenció de femelles verges.

La tècnica que s'ha dut a terme en aquest treball ha estat la de buidar els flascons cada 6-7 hores i anar separant per sexe totes les mosques que sortien. Al no haver-hi períodes superiors a les 8 hores es podia estar gairebé segur que no havien estat fecundades perquè encara no eren fèrtils. Tot i així, s'ha d'esperar 5 dies abans de començar l'encreuament per assegurar-se que no hi ha cap femella fecundada.

Si durant la nit no es poden buidar els flascons, el millor és esperar-se al matí i totes les mosques que han nascut durant la nit, posar-les en un altre flascó que actuï com a soca i així es van guardant mosques per si es necessiten més endavant. També es poden matar posant-les en un flascó que rep el nom de RIP. Aquest conté aigua i alcohol i un cop les poses allà moren immediatament.

A l'hora de separar pel sexe, si hi ha alguna mosca on no s'està segur de quin és el seu sexe, s'ha de posar com a mascle, per evitar que pugui ser un mascle i al posar-lo al flascó de femelles verges pugui fecundar-les i, per tant, no servirien.

6.8.6. Observació i separació de *Drosophiles*

El més important a l'hora de treballar amb *Drosophiles* és mantenir una organització de treball i del material que es necessita. Al ser un material viu s'ha d'estar segur i s'ha de tenir coneixements del que es vol fer per poder obtenir el que es desitja. Si està ben clar el procediment que es durà a terme serà més fàcil realitzar l'experiment i es reduiran les possibilitats d'error. També és molt important que el material estigui completament net per evitar contaminacions.

Un cop es tenen totes les mosques al flascó corresponent és molt important que es marqui cada un amb el nom de l'espècie de *Drosophila*, o si és un encreuament, marcar quines espècies hi ha (salvatge, sèpia, white) i amb la data del dia que s'han posat les mosques al flascó.

Per portar un control de la quantitat de mosques amb les que s'està treballant cal anar comptant-les. El procés per dur a terme aquest control és aprofitar mentre estan anestesiades per anar separant-les en les característiques necessàries i a l'hora anar comptant quantes mosques hi ha de cada. És a dir, dividir una cartolina en 2 fragments si només es vol separar mascles i femelles, o bé en quatre fragments si també es vol fer una separació per mutants i per sexes. Un cop està feta aquesta divisió amb l'ajuda

de la lupa es va separant per les característiques que es volen estudiar i amb el pinzell fi es van traslladant les mosques fins a la zona del paper corresponent i es va fent un recompte de quantes mosques hi ha per sector. És molt important anar prenent nota de tots els recomptes.

L'efecte de l'èter triga uns 7 minuts, per això és important dominar i saber amb exactitud què és el que s'ha de fer, per anar el més ràpid possible i evitar que es despertin. Si s'estan despertant s'ha de col·locar cada segment de la cartolina en un flascó diferent i si no s'ha pogut fer el recompte s'han de tornar a dormir i fer-ho quan tornin a estar immòbils. Les mosques que no ha donat temps a classificar-les s'han de ficar en el flascó inicial i tornar a fer l'eterització.

7. Procediments per l'experimentació

Per tal d'arribar als objectius proposats pel treball i comprovar que la hipòtesi plantejada a la introducció es compleix o no, és a dir, si és veritat que "Potser el color d'ulls de les mutants White i Sèpia de la *Drosophila melanogaster* compleixen les lleis de Mendel", és necessari realitzar una experimentació amb les mutants Salvatge, White i Sèpia de *Drosophila Melanogaster*.

El caràcter que he triat per aquest treball és el color d'ulls de la *Drosophila melanogaster*. Per fer-ho, he utilitzat la mosca Salvatge que no presenta cap gen mutant per aquest caràcter i té els ulls vermells, la mutant White, que presenta un color d'ulls blanquinós i la mutant Sèpia, que té els ulls d'un to marró.

Per realitzar aquest treball, el més important és tenir soques pures de les mosques amb les que vull treballar. És necessari que siguin pures perquè sinó no es podria realitzar l'experiment. Tenir aquestes soques facilitades per algun centre m'ha simplificat la feina, ja que sinó les hauria d'haver caçat jo i haver fet un retroencruament per assegurar-me que les mosques que s'anaven obtenint eren pures.

Un cop aconseguides les soques, facilitades en el meu cas per la universitat Autònoma de Barcelona (UAB), cal mantenir-les en bones condicions durant tot el treball, per això cal canviar-les de medi cada dues setmanes, més o menys, per evitar que aquest es faci malbé. Per preparar els medis de cultius, primer cal tenir clar quants flascons necessitaré i després he de preparar el menjar amb les quantitats adients. Per fer-ho, he seguit pas per pas totes les indicacions per assegurar-me que surti bé (pàgina 35-36). Quan ha passat un dia, més o menys, he d'eliminar la humitat i he d'afegir un paper en forma de ziga-zaga o una reixa quadriculada.

Després de tenir preparat el medi, he introduït les *Drosophiles* als flascons corresponents. Aquest traspàs l'he de fer dormint les mosques, ja que d'aquesta manera em facilita el treball i evito que puguin sortir volant. Això es fa a partir de l'eteritzador, que les seda i em permet manipular-les durant uns 5-10 minuts, que és el que dura l'efecte de l'èter. Durant aquests minuts, he agafat una cartolina i un pinzell i, amb molt de compte, he anat separant-les segons les necessitats. Un cop les he tingut ben separades només he hagut d'introduir-les, amb molta cura, dintre de cada flascó i he intentat que cap mosca es quedés enganxada al cultiu. Per aquesta raó, el millor és

abocar-hi les mosques dintre del flascó que, prèviament, he col·locat de manera horitzontal i deixar-ho així fins que aquestes es comencin a despertar.

Per a que es desenvolupin amb més rapidesa és important tenir controlada la temperatura. Per aquest motiu, com bé s'explica a l'apartat de cicle vital (*pàgina 28*), he d'intentar mantenir una temperatura adequada que oscil·li entre els 23 i 25°C. Per aconseguir-ho, ho he fet de diverses maneres: primer vaig il·luminar tots els flascons amb una bombeta que els hi anava proporcionant calor, però no va acabar de ser del tot pràctic, ja que la llum era molt molestosa i no acabava d'arribar a la temperatura desitjada i, per això, vaig decidir canviar el mètode. Després de rumiar-ho i parlar-ho molt amb diverses persones vaig arribar a la conclusió que si es posaven tots els flascons a sobre d'una estoreta elèctrica que es trobava a dintre d'un aquàrium, que el vaig utilitzar com a terrari, poder es podria arribar a la temperatura necessària. Com que em va semblar bona idea, vaig decidir dur-ho a terme i, efectivament, va resultar molt efectiu. Per estar segura que la temperatura era la correcta, vaig agafar un termòmetre i, amb el termòstat que porta l'estoreta, vaig posar el nivell mínim de calor que podia emetre. Com que vaig observar que l'aquàrium es trobava a uns 24°C vaig donar per bona aquesta condició i vaig decidir col·locar tots els flascons a sobre de l'estoreta, que estava emetent constantment una quantitat molt petita de calor.

8. Encreuaments realitzats

Per dur a terme aquest treball he realitzat 4 encreuaments entre *Drosophiles* Salvatges amb White i Salvatges amb Sepia. La intenció era que fossin simultanis però per un problema que va aparèixer a l'hora d'obtenir les femelles verges de la mutant White, vaig haver de fer primer 3 encreuaments i després l'últim que faltava.

Realment, he fet 8 encreuaments, però 4 d'ells han sigut una rèplica de l'experiència inicial. Ho vaig fer per assegurar-me que no fos cosa de l'atzar ni que hi hagués cap possible error. Si tinc dos encreuaments idèntics i en algun d'ells ha hagut algun problema, puc accedir a l'altre. Després d'analitzar els 8 encreuaments i veure que la rèplica coincidia molt amb els encreuaments originals vaig deduir que no era cosa de l'atzar que possiblement no hi havia cap error i per això vaig agafar només les dades de l'encreuament original per simplificar números i càlculs.

Tots els seguiments els he anat anotant en unes taules de seguiment (*annex 1*) on es mostra el desenvolupament de les cries en aquests encreuaments.

Els encreuaments realitzats han estat :

-Salvatge X Sèpia

-Salvatge X White

Els primers que vaig dur a terme van ser entre femelles Salvatges i mascles Sèpia i l'encreuament recíproc. Alhora també vaig encreuar les femelles Salvatges i els mascles White. Aquests encreuaments, que estaven protagonitzats per *Drosophiles* que es diferenciaven pel caràcter del color dels ulls, es van dur a terme el 9/11/2013, 11/11/2013 i el 10/11/2013, respectivament.

L'últim encreuament va ser entre les femelles White i els mascles Salvatges. Aquest encreuament no el vaig poder dur a terme al mateix temps que els altres, ja que a l'hora d'obtenir les femelles White verges, van aparèixer unes larves al flascó i això significava que hi havia alguna mosca que no era verge. Per tant, vaig haver de repetir el procés d'obtenció de verges i, per aquest motiu, l'entrecreuament el vaig fer el 26/11/2013.

9. Resultats

Tractament estadístic dels resultats

Per comprovar que els resultat que he obtingut són correctes, és a dir, que es compleixen seguint les lleis de Mendel o és quelcom de l'atzar, he de fer una prova estadística que ho afirmi, coneguda amb el nom de χ^2 (xi- quadrat). La tècnica del χ^2 es considerada com una prova no paramètrica que mesura si la discrepància que hi ha entre les proporcions fenotípiques observades i les esperades són estadísticament significatives o si són degudes a l'atzar. És a dir, ens marca si aquesta diferència que hi ha és acceptable o no. Aquesta tècnica només la utilitzem amb els caràcters que s'hereten seguint les lleis de Mendel.

Per comprovar-ho, s'utilitza la següent fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$$

On:

F_o=Freqüència obtinguda

F_e=Freqüència esperada

Σ=Sumatori

Per saber si el valor obtingut és acceptable, cal comprovar-ho en la següent taula:

grados de libertad	alfa = α				
	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	2.7055	3.8415	5.0239	6.6349	7.8794
2	4.6052	5.9915	7.3778	9.2104	10.5965
3	6.2514	7.8147	9.3484	11.3449	12.8381
4	7.7794	9.4877	11.1433	13.2767	14.8602
5	9.2363	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496

On alfa(α) és el valor que fa referència al nivell de confiança que desitjo pels càlculs de la prova. En els càlculs s'utilitzarà la columna del valor 0,05, perquè és el valor més aconsellable per aquest tipus de pràctiques ja que dona un marge d'un 5% d'error. És a dir, es té un nivell de confiança del 95%.

El grau de llibertat correspon al nombre de fenotips menys 1. En aquesta pràctica sempre es treballa amb el grau de llibertat 1 perquè hi ha dos fenotips (salvatge i sèpia) i al restar-li 1 queda 1.

Si el valor de la χ^2 és inferior o igual a 3,8415, que és el valor que marca la taula quan α és 0,05 i el grau de llibertat és 1, llavors puc donar per correctes els resultats observats experimentalment, però si el nombre és més gran a 3.8415 no són acceptats.

1r encreuament ♀ Salvatge X ♂ Sèpia

P	♀ Salvatge(SS) X ♂ Sèpia(ss)				
F ₁	Mutant	Salvatge		Sèpia	
	Sexe	♂	♀	♂	♀
	Nº descendents	35	32	0	0
	Percentatge	52,2%	47,8%	0%	0%
	Percentatge total	100%		0%	

Després de comptar els descendents que havien sortit en la primera generació filial (F₁) del primer encreuament, realitzat el dia 09/11/13, vaig poder observar que tots havien sortit iguals que un dels progenitors, en aquest cas, eren com la mare. És a dir, tots eren fenotípicament idèntics a la mare, per això s'observava que tots eren salvatges. No obstant això, genotípicament eren diferents, ja que eren heterozigots (Ss) i els progenitors, homozigots (SS) i (ss).

Un cop obtinguts i analitzats aquests resultats, vaig poder observar que coincidien amb els resultats esperats, que serien els que s'haurien de complir en la primera llei de Mendel o llei de la uniformitat de la primera generació filial. És a dir, puc afirmar que al encreuar-se dues races pures per a un determinat caràcter, els descendents de F₁ seran idèntics entre ells i fenotípicament idèntics al progenitor que tingui el genotip dominant (*veure figura 21*). Per aquest motiu, també puc afirmar que les mosques que he utilitzat en l'encreuament eren homozigots, doncs sinó no s'hagués complert la llei. En aquest cas, les mosques Salvatges utilitzades són de raça pura amb el genotip SS i són dominants sobre les Sèpia i, per aquesta raó, tots els descendents són Salvatges.

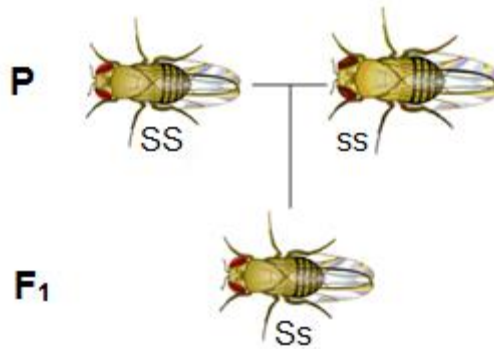


Figura 21 – Primera llei de Mendel aplicada en les *Drosophiles melanogaster*

Un cop comptats i observats els descendents vaig fer l'encreuament entre germans, és a dir, entre mascles i femelles de la primera generació filial.

F ₁	♂ Salvatge(Aa) X ♀ Salvatge(Aa)				
F ₂	Mutant	Salvatge		Sèpia	
	Sexe	♂	♀	♂	♀
	Nº descendents	85	92	26	21
	Percentatge	38%	41%	11,6%	9,4%
	Percentatge total	79%		21%	

A l'observar els percentatges que apareixien en la segona generació filial o F₂ vaig veure que s'apropaven molt als percentatges esperats amb el compliment de la segona llei de Mendel o llei de la Segregació, que diu que al encreuar dos individus de la mateixa primer generació filial, els descendents han de sortir amb una proporció de 3:1, on un 75% dels individus presenten el caràcter dominant i l'altre 25% presenta el caràcter recessiu (veure figura 22). Però al no coincidir exactament els resultats observats amb els resultats esperats, vaig haver de fer la prova del xi quadrat.

$$\chi^2 = \sum \frac{(Fo - Fe)^2}{Fe}$$

	Observats	Esperats	χ ²
Salvatge	177	168	0.4821
Sèpia	47	56	1.4464
Total	224	224	1.9285

Com dona 1,9285 i és un valor inferior a 3,8415, que és el valor límit per afirmar que es compleix la proporció 3:1, puc afirmar que compleix la segona llei de Mendel.

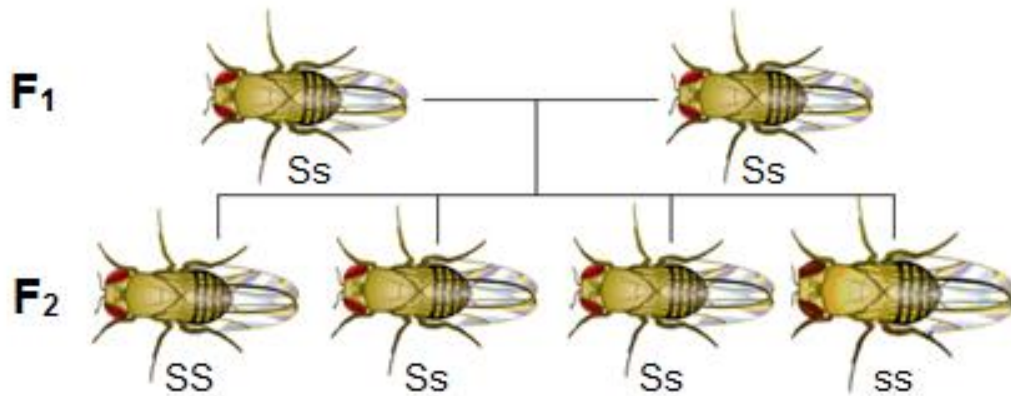


Figura 22 – Segona llei de Mendel aplicada a la *Drosophila melanogaster*

2n encreuament ♂Salvatge X ♀Sèpia

P	♂Salvatge(SS) X ♀Sèpia(ss)				
F ₁	Mutant	Salvatge		Sèpia	
	Sexe	♂	♀	♂	♀
	Nº descendents	29	28	0	0
	Percentatge	50,9%	49,1%	0%	0%
	Percentatge total	100%		0%	

El dia 11/11/13 vaig realitzar l'encreuament entre mascles Salvatges i femelles Sèpia. Un cop van sortir els descendents i els vaig comptar, em vaig adonar que els resultats coincidien amb els del primer encreuament. És a dir, es complia la primera llei de Mendel, ja que tots els fills eren iguals que un dels progenitors, en aquest cas, el pare.

F ₁	♂Salvatge(Ss) X ♀Salvatge(Ss)				
F ₂	Mutant	Salvatge		Sèpia	
	Sexe	♂	♀	♂	♀
	Nº descendents	76	71	22	19
	Percentatge	40,4%	37,8%	11,7%	10,1%%
	Percentatge total	78,2%		21,8%	

Pel que fa l'encreuament entre mascles i femelles de la primera generació filial, que vaig realitzar un cop finalitzada l'observació i el compte dels descendents de F_1 , vaig tenir el mateix problema que en el primer encreuament, doncs les proporcions fenotípiques s'assemblaven a les esperades però al no ser exactes vaig haver de comprovar, a partir del xi quadrat, si aquesta diferència era insignificant i es podia donar el percentatge com a correcte o si, per altre banda, aquesta diferència marcava un incompliment de les lleis de Mendel.

Al realitzar el xi quadrat vaig obtenir els següents resultats:

	Observats	Esperats	χ^2
Salvatge	147	141	0,2553
Sèpia	41	47	0,7659
Total	188	188	1,0212

A partir d'aquest valor del xi, al ser inferior a 3,8415, vaig poder afirmar que aquest caràcter d'ulls s'heretava seguint les lleis de Mendel, ja que els descendents de F_1 complien la primera llei de Mendel i els descendents de F_2 complien la segona llei de Mendel.

3r encreuament ♀Salvatge X ♂White

P	♀Salvatge($X^B X^B$) X ♂White($X^b Y$)				
F ₁	Mutant	Salvatge		White	
	Sexe	♂	♀	♂	♀
	Nº descendents	39	35	0	0
	Percentatges	52,7%	47,3%	0	0
	Percentatge total	100%		0%	

El tercer encreuament, simultani al primer i al segon, entre femelles Salvatge i mascles White el vaig realitzar el dia 10/11/13.

Un cop vaig obtenir la descendència de F₁ i la vaig observar i comptar, em vaig adonar que es complia la lleï de la uniformitat de la primera generació filial, doncs tots els descendents eren iguals al progenitor que tenia el caràcter d'ulls dominant, en aquest cas era la mare.

En la primera generació filial, tant mascles com femelles són Salvatges, però les femelles són portadores del caràcter d'ulls White mentre que els mascles no ho són (veure figura 23).

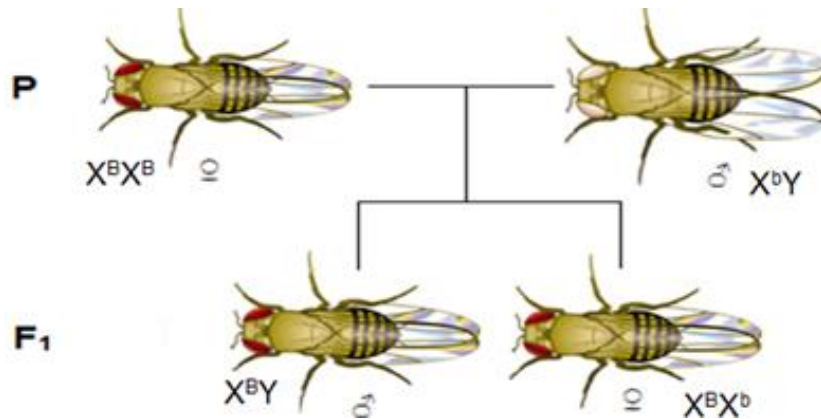


Figura 23 – Representació gràfica dels fenotips i genotips de la F₁

Al tenir tota la primera generació filial observada i comptada, vaig fer l'encreuament entre mascles i femelles d'aquesta generació i em van sorprendre molt els resultats obtinguts, ja que només presentaven el caràcter d'ulls blancs la meitat dels mascles, mentre que l'altre meitat de mascles i totes les femelles eren Salvatges.

F ₁	♂ Salvatge (X ^B Y) X ♀ Salvatge (X ^B X ^b)				
F ₂	Mutant	Salvatge		White	
	Sexe	♂	♀	♂	♀
	Nº descendents	92	101	59	0
	Percentatge	36,5%	40,1%	23,4%	0
	Percentatge total	76,6%		23,4%	

Tot i que les proporcions fenotípiques eren similars a les esperades, no podia afirmar que fos un caràcter heretat complint les lleis de Mendel, ja que només eren mutants els mascles. A partir d'aquí vaig haver de pensar quina podia ser l'explicació d'aquests resultats perquè si no seguia l'herència mendeliana havia de seguir una altre teoria. Llavors, si tenia en compte que només van presentar el fenotip recessiu els mascles

vaig pensar que devia ser un gen lligat al sexe i, en aquest cas, es trobaria en el cromosoma X i, per tant, compliria l'herència lligada al sexe. Després de mirar el mapa cromosòmic vaig poder afirmar que aquest gen es trobava en el cromosoma sexual. Cada progenitor dona un dels cromosomes sexuals a cada un dels seus descendents i segons el cromosoma que doni, el fill serà mascle o femella. Si és mascle pot sortir Salvatge o White i si és femella sortirà Salvatge però pot ser portadora del caràcter d'ulls blancs o no (veure figura 24).

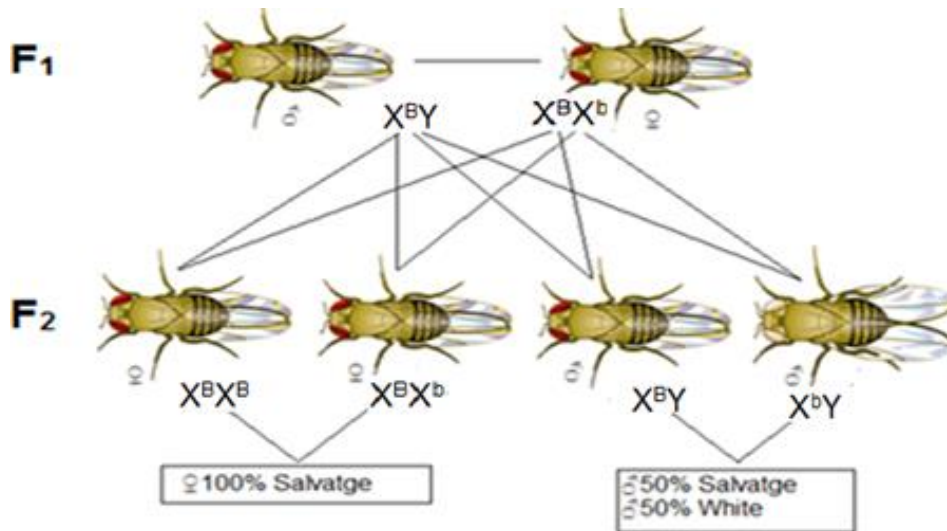


Figura 24 – Proporcions fenotípiques de F₂ amb un caràcter lligat al sexe

Com que aquest caràcter no s'hereta seguint les lleis de Mendel no he de fer el xi quadrat, ja que aquest només s'utilitza per comprovar que els resultats obtinguts corresponen amb els esperats segons les lleis de Mendel. Per aquest motiu, amb l'herència lligada al sexe no es fa aquesta prova perquè ja sé que no compleix les lleis de Mendel.

4t encreuament ♂Salvatge X ♀White

P	♂Salvatge(X^BY) X ♀White(X^bX^b)				
F ₁	Mutant	Salvatge		White	
	Sexe	♂	♀	♂	♀
	Nº descendents	0	53	49	0
	Percentatge	0	52%	48%	0
	Percentatge total	52%		48%	

Aquest va ser l'últim encreuament realitzat i també va ser el que més problemes em va portar.

En un principi, volia fer tots els encreuaments alhora però a l'hora d'obtenir les femelles verges per a cada encreuament vaig observar que en el flascó on hi havia les suposades femelles verges de la mutant White van començar a aparèixer larves i això volia dir que hi havia alguna que no ho era. Per aquest motiu vaig haver de repetir el procés d'obtenció de verges i això va provocar que no pogués realitzar aquest encreuament de manera simultània amb els altres tres. Per això aquest es va fer el dia 26/11/2013.

Per altra banda, no només va haver-hi aquest problema, sinó que a l'hora d'observar i comptar la primera generació filial em van estranyar els resultats, ja que era la primera vegada que no es complia la primera llei de Mendel. En els altres tres encreuaments, tota la F_1 sempre era igual que un dels progenitors, en canvi, en aquesta F_1 tots els mascles eren White, com la mare, i totes les femelles eren Salvatges, com el pare (veure figura 25).

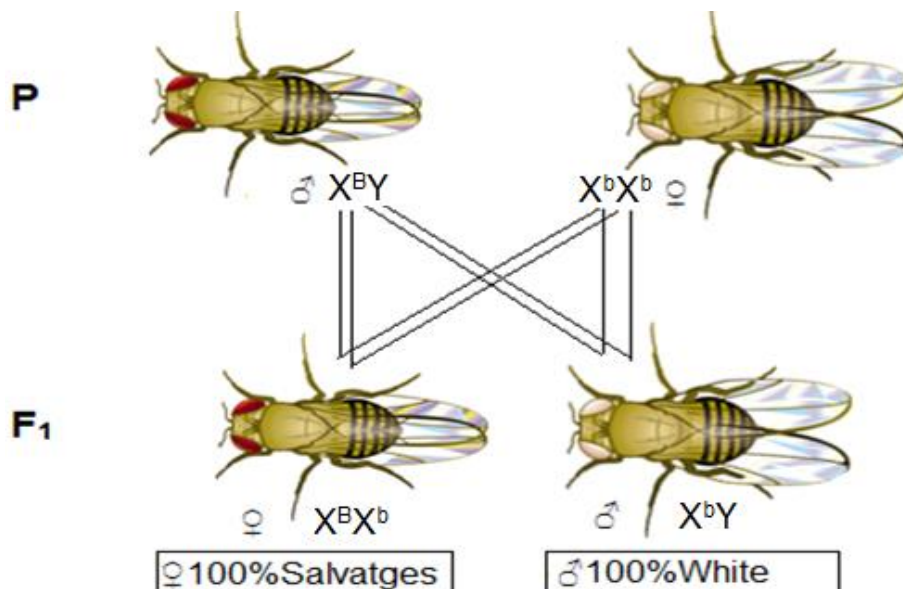


Figura 25 – Esquema genotípic i fenotípic d'un caràcter lligat al sexe

Per tant, vaig poder afirmar que l'herència d'aquest caràcter té relació amb el sexe, no com amb les lleis de Mendel que el sexe és indiferent a l'hora d'heretar un caràcter.

Després d'afirmar-ho no va caler fer l'encreuament entre mascles i femelles de la primera generació filial, perquè es va observar que la hipòtesi plantejada no era correcta, ja que l'herència del caràcter d'ulls blancs no compleix les lleis de Mendel.

10. Dificultats

Durant tot el treball he anat patint forces problemes i complicacions, però tot esforç acaba donant la seva recompensa.

Per començar, vaig rebre les soques de *Drosophila*, procedents de la UAB, a mitjans d'estiu. Volia començar a fer els encreuaments el més aviat possible per poder dedicar-me només als estudis un cop iniciat el curs. El problema va ser que les altes temperatures que hi havien a casa van provocar la mort de gairebé totes les mosques i em va resultar molt difícil treballar amb elles a l'estiu. Vaig assumir que no podria realitzar els encreuaments durant aquest període. Tot i així, vaig aprofitar el temps i vaig anar guanyant experiència, ja que les anava observant i separant perquè així, un cop iniciés els encreuaments, seria molt més ràpid tot, ja que al haver practicat durant tot l'estiu m'aportaria el domini i l'agilitat necessària per a separar i classificar totes les mosques de manera satisfactòria. Després de molta pràctica vaig poder diferenciar els sexes i les diferents mutants sense la necessitat d'utilitzar la lupa, per això primer les separava a ull nu, que era més ràpid, i després comprovava amb la lupa que estiguessin ben classificades.

Això últim només ho vaig fer amb les segones generacions filials, ja que vaig esperar fins que la majoria de les pupes haguessin passat a imago i no vaig fer les observacions immediatament, i així vaig poder identificar a ull nu quines eren mascles i quines femelles i quines eres *Salvatges* i quines mutants. En canvi, en els altres encreuaments i en les obtencions de femelles verges vaig necessitar la lupa i, tot i així, vaig haver de fer un altre recompte, ja que era molt difícil diferenciar entre mascles i femelles perquè feia poca estona que havien sortit de la pupa i les primeres hores d'adultes encara no tenen les diferències ben marcades. Crec que aquest va ser el problema que va haver-hi en el flascó de femelles *White* verges, ja que havia de separar-les en mascles i femelles abans que passessin 8 hores de vida adulta, perquè encara no són fèrtils, però just al sortir de la pupa és una mica difícil diferenciar-les. Per això, crec que vaig equivocar-me i vaig posar en el flascó de femelles, un mascle *White* que es va reproduir amb alguna femella i va provocar l'aparició de larves al flascó. També he de dir que vaig tenir molta sort perquè encara no havia realitzat l'encreuament, ja que volia assegurar-me que totes fossin verges. Si hagués fet l'encreuament hagués sortit malament i hauria d'haver repetit l'encreuament des del principi i potser no hagués tingut temps suficient. També dubtava molt perquè els

primers descendents acostumaven a ser majoritàriament femelles i això em feia pensar si ho estava fent bé o no, perquè jo esperava una proporció del 50% des del principi.

El principal problema durant tot el treball ha estat aconseguir una temperatura on es trobessin còmodes i poder mantenir-la constant. A l'estiu, el problema era la calor, però entrant a l'hivern el problema era la humitat i el fred. Tot això va portar moltes complicacions, ja que moltes mosques no es van poder reproduir. Finalment, vaig decidir aportar calor de la manera que fos, perquè necessitava com a mínim que el cultiu es trobes a 20°. Per això, vaig acabar posant una estoreta de calor que deixava encesa sempre al nivell més baix i, d'aquesta manera, vaig aconseguir que les soques, que em van tornar a donar, un cop més, la UAB, es poguessin reproduir.

Per acabar, també vaig tenir alguns problemes amb el medi de cultiu, però sort que vaig poder solucionar-los abans de començar amb els encreuaments definitius. Aquests problemes van ser una ràpida contaminació, que vaig solucionar posant nipagin, que actua com a antifúngida, i també vaig trobar-me amb una gran complicació que va fer que moltes mosques se'm morissin, ja que quan utilitzava el menjar preparat proporcionat pels laboratoris "Carolina Biological Supply Company" el menjar no era tan compacte com el que jo preparava i, a l'hora de donar-li copets per a que les mosques passessin d'un flascó a un altre, més d'un cop se'm va caure el menjar dintre de l'altre flascó i això va fer que moltes mosques quedessin aixafades pel menjar.

Per acabar, també va resultar molt difícil trobar temps per dedicar-li a les mosques, però vaig acabar aprenent a organitzar-me i vaig aconseguir que la recerca de temps no es convertís en un problema.

11. Conclusió

Després de dur a terme tot el treball, tant pràctic com teòric, puc dir que la hipòtesi plantejada per dur a terme aquest treball és incorrecta, ja que era que “Potser el color d’ulls de les mutants White i Sèpia de la *Drosophila melanogaster* compleixen les lleis de Mendel”, i després d’observar els resultats obtinguts en l’experimentació puc afirmar que només segueixen les lleis de Mendel els caràcters que es troben situats als cromosomes autosòmics, com el cas de la mutant Sèpia ja que aquest caràcter del color dels ulls es troba al cromosoma autosòmic 3 i, per tant, sí segueix les lleis de Mendel. En canvi, els caràcters que es troben situats als cromosomes sexuals tenen una manera d’heretar-se diferent a les lleis de Mendel, doncs aquestes segueixen l’herència lligada al sexe, és a dir, la manera en que heretes un caràcter ve determinada pel teu sexe.

Per tant, hagués estat més correcte dir: “Potser el color d’ulls de la mutant Sèpia segueix les lleis de Mendel i la mutant White segueix una herència lligada al sexe”.

També val a dir que m’ha sigut molt útil treballar amb el xi quadrat, ja que només pel fet que el resultat no coincideixi perfectament amb les proporcions fenotípiques esperades no vol dir que no s’estigui complint les lleis de Mendel i, gràcies a aquesta tècnica, es pot verificar si la diferència és insignificant o bé, si hi ha hagut algun error en l’experimentació.

Durant tot aquest treball he anat aplicant molts conceptes estudiats aquests darrers anys, com tota la part de genètica. Però, sobretot, he de dir que aquest treball s’ha realitzat seguint els passos del disseny experimental, ja que he hagut de plantejar una hipòtesi i, a partir d’aquesta, experimentar per veure si era correcta o no. També he hagut d’aplicar unes variables controlades, que són aquelles variables que has de mantenir constants i controlades per a que no influeixin en els resultats. A més, vaig fer una rèplica per poder descartar que els resultats haguessin estat a causa de l’atzar i, per últim, vaig entaular tot els resultats per tenir-los enregistrats.

Finalment, després de molts problemes, puc dir que he assolit els objectius inicials amb força èxit. No ha sigut una tasca fàcil però, al final, ho he aconseguit.

Opinió personal

Un cop acabat aquest treball de recerca puc dir que totes les hores dedicades i tots els sacrificis que he hagut de fer han valgut la pena. He assolit uns coneixements molt grans i crec que estic força preparada davant del laboratori. A més, m'ha ajudat molt a organitzar-me i he après a tenir més paciència. Aquest treball m'ha ensenyat moltíssim i estic molt contenta per haver-lo escollit. És cert que a mig treball vaig pensar en canviar el tema, ja que no em veia capaç, necessitava organitzar-me molt i, sobretot, necessitava molt temps i això era una cosa que jo no tenia. Tot i així, vaig decidir seguir amb aquest treball perquè era un repte que m'havia proposat i, tot i que semblava molta feina i no em veia preparada per assolir-ho, vaig posar moltes ganes per a que surtis endavant. Vaig posar-me en contacte amb moltes persones per a que m'ajudessin i, finalment, puc dir que tot això ha donat el seu fruit.

Estic molt satisfeta amb aquest treball i sé que tot el que he après no se m'oblidarà, perquè quan una cosa la treballes amb tantes ganes és difícil oblidar-se.

També és veritat que vaig encertar amb el tema, ja que podia semblar força pesat si no t'agradava, però vaig tenir la sort de trobar un gran interès en tota aquesta recerca i en cap moment em va semblar pesat perquè tot això que estava fent m'interessava molt i volia saber-ne més. Quan estaven les pupes a punt de convertir-se en adultes semblava una nena petita que espera amb ànsies el regal de reis, jo estava ansiosa per veure si tot sortiria bé, si realment es compliria el que havia de passar. Era una sensació molt agradable.

Realment crec que el que més m'ha agradat d'aquest treball ha sigut poder treballar amb un material viu. És cert que això ho complicava una mica però l'experiència viscuda no la canvio per res. És tan curiós veure tot el que ens poden ensenyar aquestes mosques, és una sensació i una experiència que fins que no la vius no et pots imaginar el que se sent.

Sense cap mena de dubte, si ara hem deixessin tornar a triar un tema, tornaria a agafar aquest. És un treball molt complex i amb molta constància però val la pena. Han sigut molts nervis i molta pressió, veure que no tenies temps, que tot s'acumulava, era molt difícil combinar-lo amb els estudis, però finalment vaig poder tirar endavant aquest projecte i ara estic molt orgullosa d'aquest treball.

Glossari

Al·lel: Cadascun dels diferents gens o informacions que hi pot haver que informen sobre un mateix caràcter. Aquests gens són al·lells entre si. Els diferents al·lells també s'anomenen factors antagònics. En l'herència dominant trobem l'al·lel dominant i l'al·lel recessiu, on "A" és el dominant i el que es manifesta en el fenotip i "a" és el recessiu i només es manifesta quan és homozigot(aa).

Caràcter: Expressió d'un gen o d'un conjunt de gens.

Cromosomes: són els orgànuls cel·lulars que contenen els materials portadors de l'herència biològica. Es troben en el nucli i tenen forma de bastonet allargat o filamentós. Químicament estan formats per una doble cadena d'ADN.

Empeltament: Inserir (una part d'un arbre proveïda d'una o més gemmes) en una branca o tronc d'un altre arbre de manera que s'estableixi entre ambdós una unió permanent.

Fenotip: Conjunt de manifestacions de caràcters d'un organisme, és a dir, la manifestació del genotip. El fenotip resulta de la intervenció del genotip amb l'ambient.

Gen: És un fragment de DNA que porta la informació per a un caràcter. És la unitat mínima del material hereditari. El gen ocupa un lloc al cromosoma, aquest lloc rep el nom de locus.

Genotip: Conjunt de gens que conté un organisme heretat dels seus progenitors. En organismes diploides, la meitat dels gens s'hereten del pare i l'altre de la mare.

Heterozigot o híbrid: Individu que té els al·lells, per a un caràcter, diferents (Aa).

Homozigot o raça pura: individu que posseeix, per a un caràcter, els dos al·lells iguals (AA o aa).

Mutació: Alteració que afecta al material hereditari que pot fer canviar el fenotip d'un organisme.

Retroencreuament: Encreuament de l'individu que no sabem si és híbrid o homozigot dominant amb un individu homozigot recessiu. Segons la descendència que surt es pot saber si és un o altre.

Bibliografia i webgrafia

Arias, M., Barrachina, J., Closas, M.C., i Ferrer, R. (2008). *Biologia 1* (1ª ed.). Barcelona: Castellnou Edicions.

Gomis, A. (2000). *El fundador de la genética.Mendel*. (1ª ed.). Madrid: Nicola.

Balanyà, J., Bueno, D., Juan, E., Mestres, F., Papaceit, M., et al. (2008). *Manual de pràctiques de genètica* (1ª ed.). Barcelona: Publicacions i edicions.

Biografias y vidas. (2013). *Gregor Mendel*. Recuperat 27 juny 2013, des de <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/mendel.htm>.

Centre de terminologia. (2013) *Termcat*. Recuperat 17 agost 2013, des de www.termcat.cat.

Enciclopedia. (2008). *Drosophila melanogaster*. Recuperat 30 setembre 2013, des de http://enciclopedia.us.es/index.php/Drosophila_melanogaster

Pallí, A. (2001). *Drosophila melanogaster*. Recuperat 11 novembre 2013, des de http://phobos.xtec.cat/cdec/images/stories/WEB_antiga/recursos/pdf/cambracria/drosophila.pdf

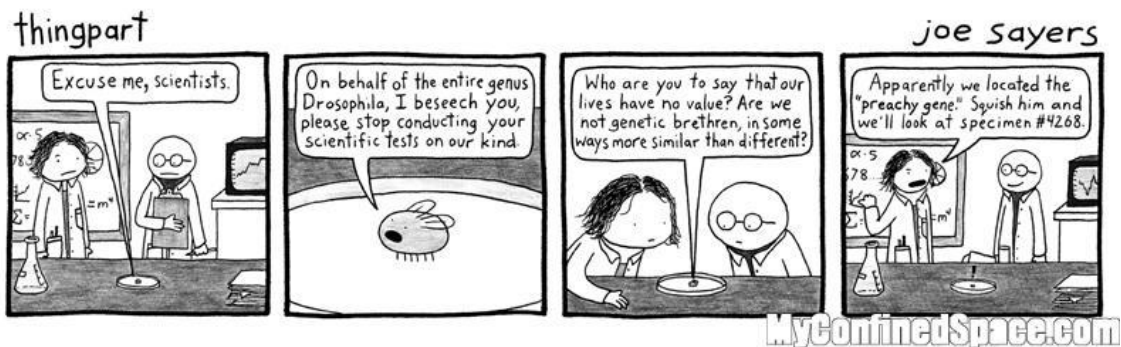
Isabel Sánchez. *El ciclo de vida de la Drosophila melanogaster*. Recuperat 18 novembre 2013, des de <http://es.scribd.com/doc/52157838/El-ciclo-de-vida-de-la-drosophila-melanogaster>

Rincón del vago. *Drosophila melanogaster*. Recuperat 22 desembre 2013, des de http://html.rincondelvago.com/drosophila-melanogaster_5.html

Botanica-online SL. *La mosca*. Recuperat 22 desembre 2013, des de http://www.botanical-online.com/animales/mosca_vinagre.htm

Belen Garcia. *Glossari biología*. Recuperat 5 desembre 2013, des de http://www.edu365.com/aulanet/comsoc/Lab_bio/glossari_bio4.htm

Annex



Gemma Rodríguez Arévalo

2n batxillerat

Departament: Ciències experimentals

Tutora: Gemma Pujós

INS Ramon Coll i Rodés

Lloret de Mar, 13 gener 2014

ÍNDEX

ANNEX 1. TAULES DE SEGUIMENT	59
1r encreuament. ♀ Salvatge X ♂ Sèpia	59
2n encreuament. ♂ Salvatge X ♀ Sèpia	60
3r encreuament . ♀ Salvatge X ♂ White	61
4t encreuament. ♂ Salvatge X ♀ White	62
ANNEX 2. LA SIMBOLOGIA.....	64
ANNEX 3. SEGUIMENT FOTOGRÀFIC.....	66
Menjar	66
Problemes i solucions.....	67
Procés d'eterització.....	68
Observacions i recomptes	69
Altres	71

Annex 1. Taules de seguiment

1r encreuament. ♀ Salvatge X ♂ Sèpia

L'encreuament s'ha realitzat el 9/11/2013.

Ous	X	No he pogut veure els ous
Fase larvària	13/11/13	Primera fase larvària
	15/11/13	Segona fase larvària
	17/11/13	Tercera fase larvària
Pupa	19/11/13	Extrec els progenitors abans que surti l'imago
Imago	28/11/13	Observo i compto les mosques adultes de F ₁

♂ Salvatge X ♀ Salvatge (F₁)

L'encreuament per obtenir F₂ s'ha realitzat el 29/11/13.

Ous	X	No he pogut veure els ous
Fase larvària	3/12/13	Primera fase larvària
	6/12/13	Segona fase larvària
	8/12/13	Tercera fase larvària
Pupa	10/12/13	Extrec els descendents de F ₁ abans que surti l'imago
Imago	19/12/13	Observo i compto les mosques adultes de F ₂

Observacions

Mentre realitzava el seguiment m'he adonat que les condicions, tot i semblar òptimes no ho eren pas i això ha provocat que hagués d'estar constantment mirant el flascó degut a que no podia predir quan canviarien de fase. Normalment triguen entre uns 10-12 dies i a mi m'han trigat uns 20 dies. Suposo que el problema ha sigut la temperatura i això ha alentit molt el procés. Tot i així, els resultants han sigut els esperats i m'ha donat temps a fer els dos encreuaments amb plena satisfacció.

Al principi, em va costar una mica diferenciar la primera fase larvària de la segona però després ja em va semblar més fàcil.

Quan va sortir la pupa vaig començar a extreure els progenitors per assegurar-me que no es reproduïssin amb els descendents, fet que hagués provocat que els resultats sortissin incorrectes, i per no alterar el nombre de mosques comptades, ja que només s'ha de fer amb les mosques descendents. Els progenitors que anava retirant els anava col·locant en un pot amb aigua i una mica d'alcohol, anomenat com a RIP, i les anava matant. La F₂, un cop estava observada i comptada, també la vaig ficar en el RIP.

Per acabar, he de dir que m'ha resultat impossible poder apreciar la posta d'ous deguda a la seva mida tan petita.

Puc afirmar que s'ha complert la llei de Mendel, ja que les proporcions són les esperades.

2n encreuament. ♂ Salvatge X ♀ Sèpia

L'encreuament entre mascles Salvatges i femelles Sèpia l'he realitzat el dia 11/11/13.

Ous	X	No he pogut veure els ous
Fase larvària	14/11/13	Primera fase larvària
	16/11/13	Segona fase larvària
	18/11/13	Tercera fase larvària
Pupa	20/11/13	Extrec els progenitors abans que surti l'imago
Imago	27/11/13	Observo i compto les mosques adultes de F ₂

♂Salvatge X ♀ Sèpia(F₁)

L'encreuament entre descendents de F₁ s'ha dut a terme el dia 28/11/13.

Ous	X	No he pogut veure els ous
Fase larvària	1/12/13	Primera fase larvària
	4/12/13	Segona fase larvària
	7/12/13	Tercera fase larvària
Pupa	9/12/13	Extrec els descendents de F ₁ abans que surti l'imago
Imago	17/12/13	Observo i compto les mosques adultes de F ₂

Observacions

No he pogut veure els ous en els flascons.

L'encreuament s'ha tornat a alentir i segueixo pensant que el problema és la temperatura. Tot i així, els resultats han tornat a ser correctes.

He tret els progenitors per evitar que s'encreuin amb els seus propis fills i que això provoqui un error en els resultats. Per matar els progenitors que anava extraient ho he fet a partir del RIP.

He pogut comprovar que el caràcter d'ulls Sèpia segueix l'herència de Mendel perquè els resultats obtinguts coincideixen amb els esperats en les seves lleis.

3r encreuament . ♀Salvatge X ♂White

L'encreuament entre femelles salvatges i mascles White s'ha realitzat el dia 10/11/13.

Ous	X	No he pogut veure els ous
Fase larvària	13/11/13	Primera fase larvària
	16/11/13	Segona fase larvària
	19/11/12/13	Tercera fase larvària
Pupa	21/11/13	Extrec els progenitors abans que surti l'imago
Imago	28/11//13	Observo i compto les mosques adultes de F ₂

♂Salvatge X ♀Salvatge(F₁)

L'encreuament entre mascles i femelles de F₁ es va realitzar el dia 2/12/13

Ous	X	No he pogut veure els ous
Fase larvària	2/12/13	Primera fase larvària
	5/12/13	Segona fase larvària
	7/12/13	Tercera fase larvària
Pupa	10/12/13	Retiro els descendents de F ₁ abans que surti l'imago
Imago	18/12/13	Observo i compto les mosques adultes de F ₂

Observacions

En aquests encreuaments tampoc he pogut veure els ous de les *Drosophiles*.

Un altre cop s'ha tornat a alentir el procés i continua sent difícil saber quan canviaran de fase els descendents.

En els resultats de F₂ comencen a aparèixer divergències amb els altres encreuaments observats, ja que no segueix les lleis de Mendel. Per aquest motiu he hagut de donar una explicació a aquest fet. Aquesta explicació la vaig trobar al adonar-me que el sexe tenia molta importància en aquest encreuament, doncs no va sortir cap femella White i els mascles van sortir amb una proporció d'un 50% Salvatges i un 50% White. Per confirmar que es tractava d'un caràcter que es trobava al cromosoma sexual vaig mirar el mapa cromosòmic de la *Drosophila melanogaster*.

Els progenitors que anava extraient perquè ja no eren necessaris els anava col·locant en un flascó, que rep el nom de RIP, i els matava.

4t encreuament. ♂Salvatge X ♀White

L'encreuament entre mascles Salvatge i femelles White es va produir el dia 26/11/13.

Ous	X	No he pogut veure els ous
Fase larvària	1/12/13	Primera fase larvària
	3/12/13	Segona fase larvària
	6/12/13	Tercera fase larvària
Pupa	8/12/13	Extrec els progenitors abans que surti l'imago
Imago	16/12/13	Observo i compto les mosques adultes de F ₂

Observacions

Els progenitors que he extret els he matat posant-los en el RIP.

No m'ha calgut fer l'encreuament entre descendents de F_1 perquè amb els resultats obtinguts amb la primera generació filial ja he tingut suficient per comprovar que el caràcter d'ulls White no segueix les lleis de Mendel. Per tant, he comprovat que la meva hipòtesi no és correcta i que no cal seguir amb l'experimentació. Per tant, ara només cal buscar una explicació per aquest fet. Fixant-nos en la influència del sexe en aquest caràcter he pogut explicar que aquesta herència ve lligada al sexe.

Annex 2. La simbologia

Mendel va fer una simbologia que li va permetre representar i entendre els mecanismes que feien possible la transmissió de caràcters de pares a fills.

Els caràcters estudiats per Mendel tenien sempre dos possibles manifestacions distingibles, on una era dominant sobre l'altre, per exemple: el color de la llavor de la planta podia ser verda o groga, on el groc era el caràcter dominant.

Per representar els al·lels que controlen cada caràcter, per exemple, per indicar la mida de la planta, posava que "A" representava el gen que marcava que era alta i "a" el gen que produeix una mida petita. El caràcter dominant sempre va amb una lletra majúscula i el recessiu amb la mateixa lletra però minúscula. La lletra acostuma a ser la inicial del nom del caràcter dominant o recessiu.

Els caràcters que compleixen l'herència lligada al sexe es troben situats als cromosomes sexuals. Aquests cromosomes s'indiquen per una X o una Y, ja que s'assemblen molt a aquestes dues lletres. Les femelles contenen dos cromosomes X i els mascles contenen un cromosoma X i un cromosoma Y.

L'herència lligada al cromosoma X és aquella on els gens que es troben en aquest cromosoma i es transmeten amb ell. La simbologia que s'acostuma a utilitzar per representar aquesta herència consisteix en col·locar en el cromosoma X un superíndex amb la lletra inicial del nom del caràcter dominant o recessiu. El caràcter dominant sempre va amb la lletra en majúscula i el recessiu en minúscula. Per exemple, si volem expressar els al·lels que corresponen al caràcter que indica el color blanc dels ulls de la *Drosophila melanogaster*, es farà de la següent manera:

Masclle White	$X^b Y$
Masclle Salvatge	$X^B Y$
Femella White	$X^b X^b$
Femella portadora del caràcter White	$X^B X^b$
Femella Salvatge	$X^B X^B$

D'aquesta manera podem demostrar que per a que una femella expressi fenotípicament un caràcter recessiu cal que sigui homozigot recessiva, ja que quan és heterozigota és portadora. En canvi, el mascle com que només té una X sempre serà hemizigot, i per tant, si és hemizigot recessiu presentarà el caràcter recessiu i si és hemizigot dominant presentarà el caràcter dominant, però mai podrà ser portador.

Annex 3. Seguiment fotogràfic

Menjar



Agar-agar



Maizena



Aigua destil·lada



Nipagin



Alcohol etílic



Llevat especial



Preparació

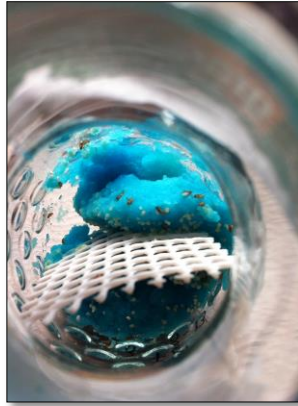


Resultat

Problemes i solucions



El menjar s'ha mogut i moltes mosques han mort aixefades



Medi de cultiu podrit



Per evitar que el menjar no es mogui ni es faci malbé tan ràpid he fet unes farinetes cassolanes que he comprovat que aguanten més.



Per regular la temperatura i mantenir les mosques en unes condicions òptimes utilitzo una estoreta elèctrica.

Procés d'eterització



Preparar el cotó fluix per impregnar amb éter.



Esperar que les mosques puqin al flascó eteritzador



També es pot posar l'eteritzador a sota i donar un cop fluixet perquè baixin.



Impregnar el tap amb éter, tancar el flascó i deixar-ho tapat uns 15 segons





Quan les mosquen ja estan adormides, es col·loquen en una cartolina blanca i ja es pot començar a observar.

Observacions i recomptes



Lupa binocular



Visió dorsal
Drosophila Salvatge



Visió lateral *Drosophila*
Salvatge



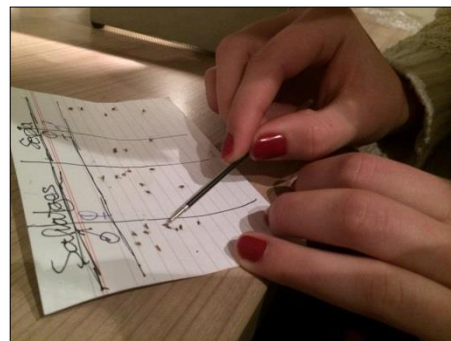
Abdomen ventral
Drosophila Salvatge



Drosophila melanogaster White



Separar i comptar mascles i femelles per l'obtenció de verges



Classificació i recompte de Salvatges i Sèpia



Observar i separar Salvatges i Sèpia

Altres



Drosophiles melanogaster facilitades per la UAB



Canviar les mosques de medi



Aigua i alcohol per matar les mosques