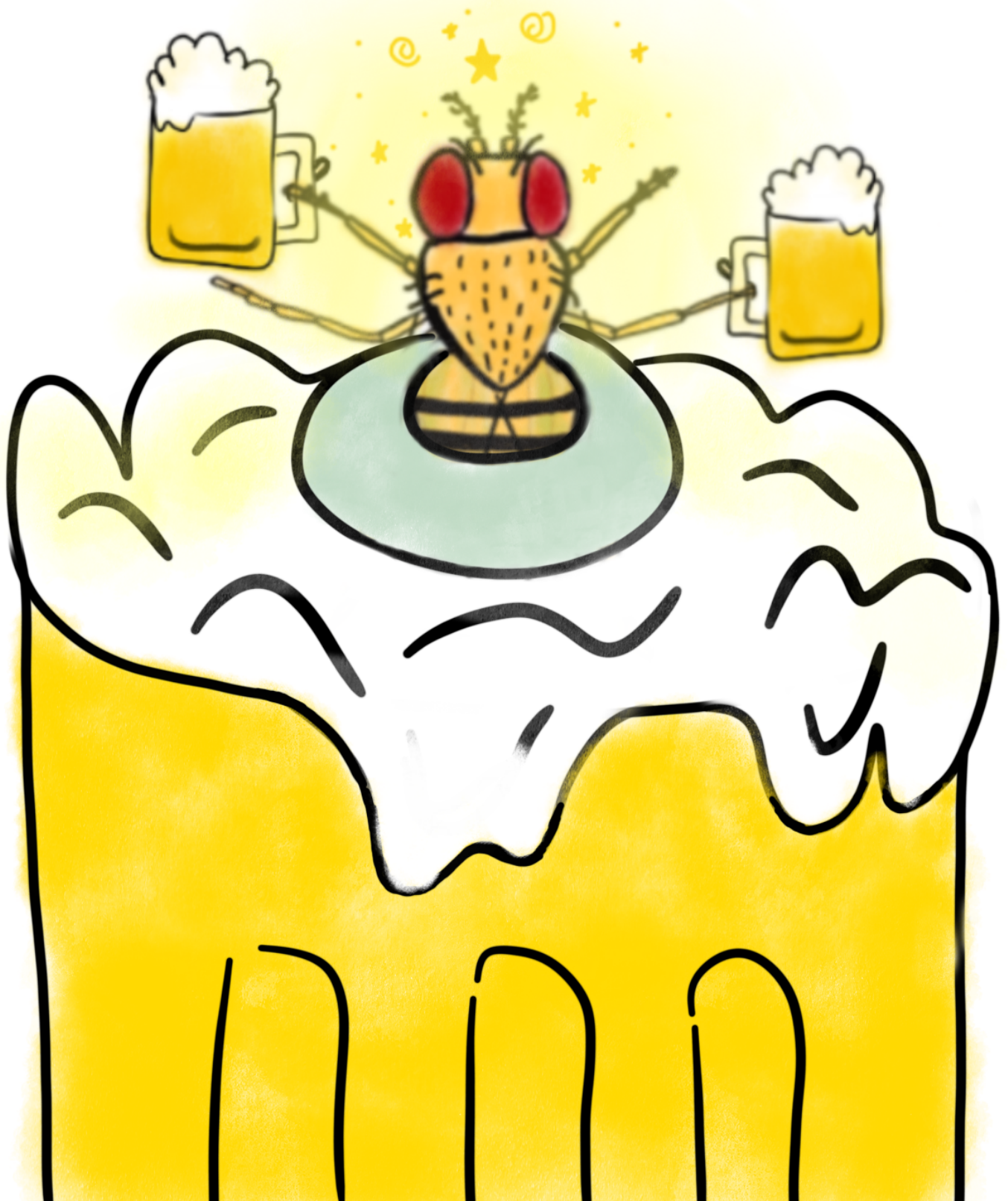


**Estudi dels efectes del consum de cervesa
en l'espècie *Drosophila melanogaster***



ABSTRACT

Abstract en català

Avui en dia, la cervesa és una de les begudes alcohòliques més consumides arreu del món, i que, per tant, és la causant d'alguns problemes de salut. Per aquest motiu, la popularitat de la cervesa sense alcohol està en augment.

En aquest treball s'ha fet ús de la *Drosophila melanogaster*, un insecte de gran utilitat científica, per realitzar un estudi que mostra els efectes negatius que té la cervesa amb alcohol, analitzant principalment les dificultats que aquesta pot causar a la descendència. A més, també s'ha volgut comprovar si la cervesa sense alcohol té realment tants beneficis com se sol dir.

Per poder dur a terme aquesta recerca, s'han utilitzat cinc recipients, cadascun dels quals amb medis de cultiu diferents: un sense cervesa, dos en diferents quantitats de cervesa amb alcohol i dos en diferents quantitats de cervesa sense alcohol. S'han estudiat la primera generació de drosòfiles, la segona i la tercera, per observar els seus problemes tant a nivell físic com de comportament.

Una vegada dutes a terme les experimentacions, s'ha pogut corroborar que la cervesa amb alcohol provoca una disminució de la fertilitat, i en els descendents, causa mutacions i canvis de comportament molt significatius. La cervesa sense alcohol també és la causant de certs canvis físics en la descendència, tot i que menys rellevants que els que pot causar la cervesa tradicional.

Amb tot això, es pretén poder fer un pas més en la lluita per conscienciar la societat sobre tots els problemes derivats del consum excessiu d'alcohol.

Abstract en castellà

Hoy en día, la cerveza es una de las bebidas alcohólicas más consumidas en todo el mundo, y que, por tanto, es la causante de algunos problemas de salud. Por este motivo, la popularidad de la cerveza sin alcohol está en aumento.

En este trabajo se ha hecho uso de *Drosophila melanogaster*, un insecto de gran utilidad científica, para realizar un estudio que muestra los efectos negativos que tiene la cerveza con alcohol, analizando principalmente las dificultades que ésta puede causar en la descendencia. Además, también se ha querido comprobar si la cerveza sin alcohol tiene realmente tantos beneficios como suele decirse.

Para poder llevar a cabo esta investigación, se han utilizado cinco recipientes, cada uno con medios de cultivo diferentes: uno sin cerveza, dos con diferentes cantidades de cerveza con alcohol y dos con diferentes cantidades de cerveza sin alcohol. Se han estudiado la primera generación de drosófilas, la segunda y la tercera, para observar sus problemas tanto a nivel físico como de comportamiento.

Una vez realizados los experimentos, se ha podido corroborar que la cerveza con alcohol provoca una disminución de la fertilidad, causando mutaciones y cambios de comportamiento muy significativos en los descendientes. La cerveza sin alcohol es también la causante de ciertos cambios físicos en la descendencia, aunque menos relevantes que los que puede causar la cerveza tradicional.

Con todo ello, se pretende poder dar un paso más en la lucha por concienciar a la sociedad sobre todos los problemas derivados del consumo excesivo de alcohol.

Abstract en anglès

Nowadays, beer is one of the most consumed alcoholic drinks in the world, and therefore is the cause of some health problems. For this reason, the popularity of non-alcoholic beer is increasing.

In this research, *Drosophila melanogaster*, an insect of great scientific utility, has been used to carry out a study that shows the negative effects of alcoholic beer, mainly analysing the difficulties that it can cause in offspring. In addition, this study also wants to check if non-alcoholic beer has as many benefits as it is often said.

In order to conduct this research, five containers were used, each containing a different food: one without beer, two with differing amounts of alcoholic beer and two with differing amounts of non-alcoholic beer. The first, second and third generation of drosophilae were studied to observe their effect on both a physical and a behavioural level.

Once the experiments were carried out, it was possible to corroborate that alcoholic beer causes a decrease in fertility and causes mutations and very significant behavioural changes in the descendents. Non-alcoholic beer is also the cause of certain physical changes in offspring, although less significant than those that traditional beer can cause.

Armed with this information, we want to take one more step in the fight to raise awareness in society about the problems caused by excessive alcohol consumption.

ÍNDIX

0. INTRODUCCIÓ	5
0.1. Motivacions	6
0.2. Objectius	7
0.3. Hipòtesis	8
1. BEGUDES ALCOHÒLIQUES	8
1.1. Tipus de begudes alcohòliques	9
1.2. Cervesa amb alcohol	9
1.2.1. Història	10
1.2.2. Quantitat de consumició	11
1.2.3. Preu	12
1.2.4. Ingredients	12
1.2.4.1. Aigua (H ₂ O)	12
1.2.4.2. Malta d'ordi	13
1.2.4.3. Lúpul	13
1.2.4.4. Llevat	14
1.2.5. Procés d'elaboració	14
1.2.6. Beneficis	16
1.2.7. Inconvenients	16
1.2.7.1. Etanol	16
1.2.7.1.1. Efectes de l'etanol sobre l'organisme	17
1.3. Cervesa sense alcohol	21
1.3.1. Història	22
1.3.2. Elaboració	22
1.4. Comparació de la cervesa amb alcohol i la cervesa sense alcohol	23
2. DROSOPHILA MELANOGASTER	23
2.1. Morfologia i característiques principals	24
2.2. Fases del cicle vital	26
2.3. Alimentació	27
2.4. Reproducció	28
2.5. Dimorfisme sexual	28
2.6. Mutacions	29
2.7. Organisme model per a la biologia	32
3. PART PRÀCTICA	33
3.1. Preparació de l'hàbitat per a les drosòfiles	33
3.1.1. Espai per a les drosòfiles	33
3.1.2. Condicions de vida de la <i>Drosophila melanogaster</i>	33
3.1.3. Cultiu nutritiu de la <i>Drosophila melanogaster</i>	34
3.2. Mètode per adormir les drosòfiles	37
3.3. Observació de les drosòfiles	38

3.4. Investigació experimental	39
3.4.1. Diferenciació entre mascles i femelles	39
3.4.2. Estudi del cicle vital de la <i>Drosophila</i>	41
3.4.3. Estudi de l'efecte de la cervesa en la <i>Drosophila melanogaster</i>	44
3.4.3.1. Cerveses que s'han utilitzat per realitzar els cultius	44
3.4.3.2. Preparació dels medis de cultiu	45
3.4.3.3. Mètode seguit per a realitzar els experiments	47
3.4.3.4. Factors que es tindran en compte per avaluar l'efecte de la cervesa	48
3.4.3.5. Nombre de rèpliques de cada experiment	49
3.4.3.6. Anàlisi de les drosòfiles G0	49
3.4.3.7. Anàlisi de les drosòfiles G1	53
3.4.3.8. Anàlisi de les drosòfiles G2	61
3.4.3.9. Comparació de la G1 amb la G2	70
4. CONCLUSIÓ	71
5. WEBGRAFIA	74
6. ANNEXOS	77
6.1. Diari de l'experimentació	77

0. INTRODUCCIÓ

He escollit fer el meu treball de recerca sobre com afecta l'alcohol en les mosques *Drosophila melanogaster*. Vull realitzar un estudi de com pot arribar a afectar l'alcohol a aquests organismes i de les repercussions que pot causar en els descendents que els seus progenitors hagin consumit alcohol, per poder arribar a relacionar-ho amb els problemes que això provocaria en els éssers humans. Per a dur a terme aquesta recerca he escollit com a beguda alcohòlica, la cervesa, ja que és una de les més consumides actualment per la nostra societat. A més a més, també faré ús de la cervesa sense alcohol, per comprovar si realment aquesta cervesa té efectes negatius o no, observant si causa algun problema en les drosòfiles, o si, per contra, no en provoca.

La part teòrica estarà constituïda per un estudi exhaustiu de la *Drosophila melanogaster*, per poder adquirir informació sobre la seva estructura, hàbitat, reproducció, nutrició, mutacions... A més, també faré una recerca sobre les begudes alcohòliques i la cervesa. Estudiaré què són les begudes alcohòliques, l'alcohol i la cervesa i quins efectes tenen aquests sobre els éssers humans.

La part pràctica constarà de diversos experiments a partir de les mosques. Se'ls subministrarà una quantitat determinada de cervesa amb alcohol i sense (25% / 45% de cervesa en la seva alimentació) i s'analitzarà quina reacció els causa a les mosques i al desenvolupament dels seus descendents, tant pel que fa a l'estructura (forma i color del cos, mutacions...) com de comportament (vol de les mosques...). Disposaré d'un grup control que no s'alimentarà d'alcohol. Per tant, tindrè cinc grups de drosòfiles (dos grups que consumiran cervesa amb alcohol, dos grups que consumiran cervesa sense alcohol i un grup que no consumirà cap classe de cervesa). En aquest estudi s'estudiaran tres generacions (la primera, els seus descendents, i els descendents dels descendents).

0.1. Motivacions

Des de l'estiu abans de començar primer de batxillerat vaig estar pensant sobre què volia fer el meu treball de recerca. Sabia què l'havia de fer d'algun tema que em motivés, ja que és un treball llarg i que darrere porta moltes hores d'esforç i de dedicació. Des de sempre

m'ha agradat molt la biologia, i sabia que volia fer el meu treball relacionat amb aquesta assignatura. Així i tot, no sabia cap on decantar-me exactament.

Al cap del temps vaig decidir que volia fer alguna cosa que requerís experimentació. Al principi vaig valorar fer alguna cosa relacionada amb la genètica, i la meva tutora del treball de recerca em va recomanar fer servir la *Drosophila melanogaster* com a objecte d'estudi, ja que és un organisme amb el qual es pot treballar amb facilitat i que és idoni per estudiar genètica. Tot i això, buscava en què es basaria concretament el meu treball, i no acabava de trobar cap tema que em fascinés. Però el que sí que em pareixia molt interessant era la *Drosophila*, així que vaig començar a fer una recerca més exhaustiva sobre aquesta i a considerar totes les seves altres utilitats, a part dels estudis genètics.

Mitjançant la recerca vaig descobrir que també és una mosca molt utilitzada per estudiar drogaddiccions i a partir d'aquí se'm va ocórrer estudiar com una droga pot afectar aquests organismes i que això sigui d'alguna utilitat per poder estudiar algun problema present en els éssers humans. En el meu cas vaig decidir que estudiaria l'alcohol, una de les drogues més conegudes i consumides i que consegüentment, causa problemes a la població.

0.2. Objectius

1. Estudiar quin efecte provoca el consum de cervesa amb alcohol en el desenvolupament de les drosòfiles que la consumeixen i en la segona i tercera generació d'aquestes, tant a nivell d'estructura (forma i color del cos i aparició de mutacions), com a nivell de comportament.

1.1. Observar la influència de l'alcohol en la funció de reproducció de les drosòfiles (capacitat de reproducció i nombre de descendents).

1.2. Conèixer si l'augment del percentatge de la beguda alcohòlica produeix un major nombre d'anomalies en els descendents.

1.3. Comparar els problemes que pateixen els descendents de la primera generació, i els descendents de la segona, en els grups que consumeixen cervesa amb alcohol.

2. Investigar si la cervesa sense alcohol provoca algun canvi estructural o fisiològic en les drosòfiles i en els seus descendents.

0.3. Hipòtesis

1. El consum d'alcohol per part de les drosòfiles provoca problemes en el desenvolupament en les drosòfiles que el consumeixen i té un efecte negatiu en la segona i tercera generació de drosòfiles, provocant canvis estructurals i mutacions i dificultant el seu desplaçament i vol.

1.1. El consum d'alcohol dificulta la reproducció de les drosòfiles i redueix el nombre de descendents que tindran.

1.2. Com més quantitat de cervesa ingereixen, més anomalies presenten els descendents.

1.3. En els grups que consumeixen alcohol, els descendents de la segona generació patiran un major nombre de problemes que els descendents de la primera generació.

2. La cervesa sense alcohol provocarà canvis en la *Drosophila melanogaster*, tot i que els problemes seran molt menors que en les drosòfiles que s'alimentin de la cervesa amb alcohol.

1. BEGUES ALCOHÒLIQUES

Les begudes alcohòliques són aquelles que contenen etanol (alcohol etílic). Tenen l'efecte d'una droga i com a conseqüència, causen nombrosos problemes socials i sanitaris.

Després de consumir begudes alcohòliques, l'alcohol que s'ha ingerit s'absorbeix ràpidament a través de les parets de l'estómac i de l'intestí prim, i és transportat per la sang a la resta d'òrgans i afecta així el cervell.

El fet que una persona hagi estat consumint alcohol en excés durant una llarga durada de temps, pot provocar que aquesta pateixi malalties cròniques i altres problemes greus, com ara diversos tipus de càncer, alta pressió arterial, malalties cardíques, accidents cerebrovasculars, problemes digestius, problemes de salut mental, alcoholisme...

1.1. Tipus de begudes alcohòliques

Segons quin procés d'elaboració es duu a terme, les begudes alcohòliques es poden classificar en dos grups:

- **Begudes fermentades:** Són les que s'obtenen a partir de la fermentació dels glúcids que contenen algunes fruites o cereals. La graduació¹ d'aquest tipus de begudes és d'entre 5 i 15 graus (presenten entre un 5% i un 15% d'alcohol).
→ Exemples de begudes alcohòliques fermentades: Cervesa, vi, sidra, cava...
- **Begudes destil·lades:** Són les que s'aconsegueixen sotmetent les begudes fermentades a un procés anomenat destil·lació². La seva graduació és més elevada que la de les begudes fermentades, ja que totes aquestes contenen una graduació superior al 15% (contenen més d'un 15% d'alcohol).
→ Exemples de begudes alcohòliques destil·lades: Whisky, ginebra, rom...

[1] Graduació (alcohòlica): Mesura la quantitat d'alcohol que presenta una beguda en percentatge en volum.

[2] Destil·lació (de l'alcohol): Consisteix a escalfar la beguda alcohòlica perquè l'etanol passi a fase vapor, ja que la temperatura d'ebullició d'aquest és més baixa que la de l'aigua. Després es condensa el vapor i s'obté una beguda amb molta més graduació alcohòlica.

1.2. Cervesa amb alcohol

La cervesa és una beguda alcohòlica que es produeix a partir de la germinació de grans de cereals, normalment malta d'ordi, que es fermenten amb aigua i llevat. El líquid després s'acostuma a aromatitzar amb llúpul.

Segons els ingredients que contingui i els procediments per fabricar-la, s'obtindrà cervesa de diferents sabors, aromes, colors i textures. La cervesa més popular és d'aspecte groguenc, encara que també hi ha cerveses negres, vermelles, entre d'altres.

La cervesa és gasosa, ja que presenta diòxid de carboni (CO₂), que es pot veure en forma de bombolles quan se serveix. A part, la cervesa també conté escuma, que pot perdurar més o menys temps segons la varietat de la beguda.

La graduació alcohòlica de la cervesa també és variable, tot i que en general la seva graduació és baixa. Les més habituals tenen una graduació entre 3 i 10 graus, encara que algunes cerveses poden arribar fins a 30 graus.

Aporta aproximadament unes 45 kcal cada 100 mL, a part de diversos nutrients.

1.2.1. Història

L'origen de la cervesa va tenir lloc al 4000 aC, a la zona de la Mesopotàmia de l'Orient Mitjà. L'evidència més antiga de l'existència de la cervesa és una tauleta on s'observen diverses persones bevent-ne d'un mateix recipient.

El descobriment de la cervesa no va ser intencionat, sinó que de manera accidental es va barrejar aigua amb cereals i això va donar lloc a aquesta nova beguda. Això va fer que s'humitegés el pa amb aigua, i es fermentés amb llevat (fet que la convertia en una beguda alcohòlica).

A Egipte la van anomenar *zythum* i era essencial en la dieta quotidiana. Mentre que el vi era una beguda per a les classes altes, la cervesa era consumida pel poble. En l'època dels faraons, les fàbriques produïen fins a 4 milions de litres de cervesa cada any. Això va causar que els graners estiguessin pràcticament destinats als grans d'ordi per poder elaborar la

cervesa, però pel fet que el preu de l'ordi era bastant elevat, també feien servir una altra varietat del blat, l'espelta. Els egipcis van ser els primers a mercantilitzar la cervesa.

Els grecs van heretar les tècniques de fabricació de cervesa de l'Egipte, i aquests van traspasar els seus coneixements als romans, que van passar-la a anomenar *cerevisia*, en honor a la deessa Ceres de l'agricultura.

Després d'haver-se estès per altres parts del món, en cada zona s'utilitzaven els grans de cereals dels quals disposaven (a la Xina el blat, a Rússia el sègol, al Japó, l'arròs i a les civilitzacions precolombines d'Amèrica el blat de moro). Això va fer que apareguessin diverses variants de la cervesa, com ara el sake o el "kiu" a la Xina.

A Espanya, la cervesa va començar a ser una beguda destacada al segle XVI, gràcies al rei Carles I d'Espanya, qui va instal·lar una petita fàbrica de cerveses a l'interior d'un monestir.

Finalment, l'època en què la cervesa es va acabar de popularitzar va ser al segle XVIII, gràcies al descobriment de la màquina de vapor, i al segle XIX, en què Pasteur va realitzar diversos descobriments sobre el procés de fermentació.



Figura 1. Representació d'un sirià prenent cervesa egípcia
Font: Ministeri de cultura (2019)

1.2.2. Quantitat de consumició

La cervesa és una de les begudes alcohòliques més coneguda i consumida arreu de món.

Segons un estudi realitzat el 2021 pel portal *Expensivity* sobre el preu de la cervesa i el seu consum al món, que es basava en estadístiques extretes de l'Organització Mundial de la Salut, s'ha pogut observar que Espanya és el segon país que més cerveses consumeix de tot el planeta.

Per davant d'Espanya es troba la República Txeca. El tercer país que més en consumeix és Alemanya, seguit d'altres països com Polònia, Àustria i Panamà.

1.2.3. Preu

El país més car a l'hora de consumir cervesa és Qatar, on una cervesa pot costar fins a 9,44 euros. Seguidament, trobem a Jordània, amb 7,88 euros, i la Xina amb 6,46 euros.

El preu mitjà de cervesa a Espanya (entre el que costa a un supermercat i en un hotel) és de 2,27 euros. Aquest preu és bastant baix si es compara respecte al preu mitjà mundial, tot i això, tampoc forma part dels països amb el preu de la cervesa més baixos.

1.2.4. Ingredients

1.2.4.1. Aigua (H₂O)

L'aigua és una substància que està formada per dos àtoms d'hidrogen i un àtom d'oxigen.

En la cervesa, l'aigua és l'ingredient principal, i representa aproximadament el 90 % del seu contingut. Per a poder utilitzar l'aigua per a produir cervesa, aquesta ha de ser potable i no ha de contenir bacteris que puguin afectar el procés d'elaboració d'aquesta.

Segons el tipus de cervesa que es vol obtenir s'utilitza aigua amb pocs minerals o aigua amb un major contingut de minerals.

El pH de l'aigua i el seu nivell d'acidesa afecten el procés de fermentació. El sulfat³ que contingui l'aigua influeix en la seva amargor. Com més sulfat contingui l'aigua més amarga serà aquesta. El clor present en l'aigua ha de ser eliminat, ja que si no afectarà en la seva fermentació.

1.2.4.2. Malta d'ordi

La malta és un cereal després d'haver sofert un procés de maltejat, el qual inclou una germinació que és interrompuda en un moment exacte, perquè la malta no arribi a convertir-se en una planta. La malta es pot crear a partir de diversos cereals, com ara arròs, blat, ordi⁴... Per a la fabricació de la cervesa la que s'utilitza és la malta d'ordi.



Figura 2. Planta d'ordi

Font: La Maltería del Cerveceros (2020)

1.2.4.3. Llúpul

El llúpul és una planta que pertany a la família de les cannabàcies⁵, que pot arribar fins als 8 metres d'altura. La seva fulla és perenne. Presenta flors que es troben agrupades, amb una forma semblant a petites pinyes. És una espècie dioica, per tant, presenta tant flors femenines com masculines, que creen plantes separades.



Figura 3. Planta del llúpul

Font: <https://www.cooperativaprades.cat/el-llupol/>

[3] Sulfat: Sals solubles en l'aigua

[4] Ordi: Planta herbàcia anual, de la família de les gramínies, de 50 a 100 cm d'alçada, de fulles allargades i auriculades i d'espigues amb llargues arestes. És un dels cereals més importants, i és conreat sobretot a les regions temperades de l'hemisferi nord.

[5] Cannabàcies: Família de plantes amb flors enfiladisses que poden arribar als tres metres d'alçada i que presenten fulles verdes i dentades i donen lloc a fruits de forma cònica. Aquest grup de plantes es troba a les zones de clima temperat de l'hemisferi nord.

Per a la fabricació de la cervesa, només s'utilitzen les flors femenines sense fecundar. La flor femenina del llúpul, quan està seca, conté una pols d'una mescla de color entre verd i groc, que és l'anomenada lupulina. La lupulina és el principi actiu que es fa servir per a fabricar la cervesa. Aquesta, conté els àcids alfa que són els que li aporten amargor a la cervesa, i també se li extreuen olis essencials que li donen sabors aromàtics a la cervesa.

1.2.4.4. Llevat

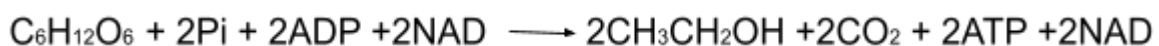
El llevat és un fong generalment microscòpic i unicel·lular, capaç d'iniciar els processos de descomposició (fermentació) de diferents substàncies orgàniques, particularment els sucres i els carbohidrats, i obtenir com a subproducte altres substàncies específiques.

Els llevats són de diversos tipus, existeixen en diferents hàbitats, i es reproduïxen tant sexualment (mitjançant espores) com asexualment (per gemmació o brotació).

La fermentació és el procés que aquest fong duu a terme per aconseguir energia i, en general, pot ser de dos tipus diferents, segons el subproducte obtingut: la fermentació alcohòlica i la fermentació làctica. En aquest treball es parlarà de la fermentació alcohòlica, ja que és la que s'utilitza per produir l'alcohol que després contindrà la cervesa.

Fermentació alcohòlica: Es tracta d'un procés de descomposició anaeròbic, és a dir, en absència d'oxigen (O_2), que converteix glúcids, com ara la glucosa ($C_6H_{12}O_6$), la sacarosa, la maltosa, la fructosa, en alcohol (etanol (CH_3CH_2OH)), juntament amb diòxid de carboni (CO_2), dues molècules d'ATP (adenosina trifosfat) i NAD (dinucleòtid de nicotinamida). Específicament per a l'elaboració de cervesa, existeixen dos tipus de llevat que poden ser emprats, *Saccharomyces cerevisiae* i *Saccharomyces pastorianus*, un híbrid que es va formar a partir dels llevats *Saccharomyces cerevisiae* i de la *Saccharomyces eubayanus*.

A continuació, s'adjunta la fórmula química de la fermentació alcohòlica utilitzada en la fabricació de la cervesa:



1.2.5. Procés d'elaboració

En el procés d'elaboració de la cervesa se segueixen diversos passos:

1- Maltejat: El maltejat és un procés que consisteix a aconseguir malta a partir de grans de cereal, normalment d'ordi. Primerament, s'ha de barrejar el gra amb aigua per què germini, amb la finalitat d'activar els enzims presents en el gra que seran necessaris durant la maceració, i perquè es descomponguin els midons⁶ i els enzims del gra d'ordi (principalment α -amilasa i β -amilasa). A continuació, s'escalfa el gra per frenar el germinat. Després s'asseca la malta a temperatures no gaire altes, perquè pugui produir sabors i colors que formaran part del producte final.

2- Mòlta i maceració: Es comença molent el gra de cereal i a continuació es mescla amb aigua per a preparar el most cerveser. Per a obtenir-lo s'ha de seguir un procés de macerat, en què la malta serà mesclada amb aigua a diferents temps i temperatures, produint diverses transformacions per a activar diversos enzims que redueixin les cadenes llargues de glúcids, en glúcids curts i fermentables.

3- Filtració del most cerveser: Se separa el most líquid de les restes de malta per mitjà d'una filtració que permet separar el líquid del sòlid.

4- Cocció: El most s'introdueix en una olla i es posa a bullir, durant aproximadament una hora, amb l'objectiu d'esterilitzar-lo⁷ dels bacteris. En aquest moment, també se li afegeix el llúpul, per a aportar-li amargor i aroma a la cervesa.

5- Fermentació de la cervesa: En aquest moment es refreda i s'aireja el most, i després se li afegeix el llevat, que es la que permet dur a terme la fermentació. Com ja s'ha detallat en l'apartat del llevat, es transformen els glúcids en etanol (alcohol). Aquest procés es duu a terme en tanques de fermentació, conegudes com a fermentadors.

[6] Midons: Polisacàrid de fórmula general $(C_6H_{10}O_5)_n$ que està format per una llarga cadena de glucoses. És el polisacàrid de reserva energètica de les plantes i s'acumula dins dels plastids.

[7] Esterilitzar: Alliberar de microorganismes un producte.

6- Maduració: El líquid resultant requereix un període de maduració, en el qual la cervesa se sotmet a baixes temperatures perquè el sabor i els aromes aconseguits durant tots els processos s'estabilitzen.

7- Envasat: Després de la maduració, la cervesa se sotmet a un procés de filtració per a separar petites partícules de llevat i compostos que es troben en suspensió. Una vegada realitzada aquesta filtració, s'obté la cervesa final, que s'envasa en diferents formats per a poder ser consumida.

1.2.6. Beneficis

- **Aporta minerals:**
 - Magnesi, silici i fòsfor: Potencien el calci dels ossos, actuant com a prevenció davant de malalties dels ossos (osteoporosis⁸) i de la formació de pedres al ronyó.
 - Potassi: Ajuda a netejar l'organisme.

- **Aporta diferents vitamines B** (niacina, riboflavina, piridoxina, cobalamina): Ajuden al bon funcionament del sistema nerviós i regeneració cel·lular, ajudant a reduir els agents oxidatius que produeixen l'envelliment.
 - Àcid fòlic: És una vitamina essencial per al sistema nerviós i la regeneració cel·lular.

- **Té fibra soluble:** Afavoreix la prevenció del restrenyiment i millora la digestió.

- **Conté polifenols:** Actuen com a antioxidants, és a dir, que permeten retardar o prevenir l'oxidació d'altres molècules, protegint els organismes de malalties cardiovasculars. Un dels polifenols més presents en la cervesa és el Xanthohumol.

[8] Osteoporosis: És una malaltia que es caracteritza per una disminució de la densitat dels ossos, a causa de la pèrdua del teixit ossi normal.

1.2.7. Inconvenients

Tot i que la quantitat d'alcohol (etanol) present en les cerveses és inferior a la majoria d'altres begudes alcohòliques, aquest component és el causant de què la cervesa pugui causar una gran varietat de problemes.

1.2.7.1. Etanol

L'etanol o alcohol etílic és una substància líquida en estat natural que es genera a partir de la fermentació de productes que presenten una elevada quantitat de glúcids.

L'etanol, en condicions normals de temperatura i pressió, és inflamable i incolor, i és soluble en aigua en qualsevol proporció, però molt poc en greix. Presenta un baix pes molecular i és un element molt volàtil, és a dir que s'evapora amb facilitat. A més, l'etanol és menys dens que l'aigua.

Un dels usos més habituals de l'etanol és elaborar begudes alcohòliques, mitjançant el procés de la fermentació o de la destil·lació. La quantitat d'etanol present a la beguda varia en cada cas.

Fórmula	C ₂ H ₅ OH
Massa molar	46,07 g/mol
Densitat	789 kg/m ³
Punt d'ebullició	78,37 °C
Punt de fusió	-114,1 °C
Denominació de la IUPAC	ethanol

Taula 1. Característiques de l'etanol

Font: Creació pròpia

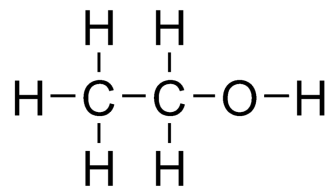


Figura 4. Fórmula química de l'etanol

Font: <https://www.pngegg.com/en/png-caufn>

1.2.7.1.1. Efectes de l'etanol sobre l'organisme

Gran part dels problemes pel consum d'etanol i pel qual aquest es considera tòxic per als organismes és per conseqüència de l'acetaldehid, el qual és un producte de l'oxidació de l'etanol, i que és considerat tòxic, carcinogènic⁹ i mutagènic pels seus efectes directes sobre inhibir la reparació i metilació de l'ADN.

EFFECTES IMMEDIATS

L'alcohol provoca efectes a curt termini, els anomenats efectes de l'alcohol aguts, que es manifesten com a intoxicació etílica que pot portar, en casos extrems, al coma i la mort. Els efectes es classifiquen en cinc fases:

- La primera fase és la intoxicació alcohòlica aguda, també coneguda com a "borratxera". Aquesta provoca efectes lleus sobre el sistema nerviós central, així com eufòria, excitació, desinhibició i conductes impulsives.
- La segona fase es dona quan es continua bevent, i provoca una intoxicació més elevada, ja que produeix alteracions de l'equilibri, alteracions de la coordinació, i pèrdua de calor.
- La tercera és la fase hipnòtica, que comporta confusió, son i vòmits.
- La quarta fase és l'anestèsica. Es diuen paraules incoherents, disminueix la consciència i es perd la força muscular. A més, també es dificulta la respiració.
- A la quinta fase s'entra en xoc cardiovascular, es produeix una parada respiratòria desencadenant així, la mort.

CONSEQÜÈNCIES A LLARGA DURADA

A llarg termini i amb un consum crònic d'alcohol apareixen danys més perillosos i problemàtics per a l'organisme. A més, el risc de patir aquests danys és més gran com abans s'iniciï el seu consum, que sol ser a l'adolescència.

[9] Carcinogènic: Capaç de produir càncer.

- **Efectes al sistema nerviós central**

L'alcohol és especialment tòxic sobre les neurones, ja que produeix una lesió i una pèrdua neuronal permanent. També està relacionat amb el desenvolupament de demència (pèrdua de memòria i deteriorament cognitiu), i alteracions del son i del caràcter.

Una investigació amb ratolins realitzada per científics de la Universitat de Texas suggereix que el consum excessiu d'alcohol durant llargs períodes de temps, mata les cèl·lules mare del cervell, les quals són necessàries per a un correcte funcionament cognitiu.

- **Efectes a l'aparell digestiu**

A l'aparell digestiu, l'alcohol pot afectar tant si es consumeix de manera puntual com si es fa de forma crònica, afavorint l'aparició de malalties esofàgiques (esofagitis, malaltia per reflux), gàstriques (gastritis, sagnat gàstric), hepàtiques (cirrosi hepàtica) i del pàncrees (pancreatitis aguda i crònica). El consum alt s'ha relacionat amb càncer d'estómac, laringe, esòfag i pàncrees.

En el cas del fetge, evoluciona augmentant la seva mida i intentant adaptar-se i netejant aquesta sobrecàrrega metabòlica, però pot acabar-se rendint i produint una hepatitis¹⁰ molt greu.

- **Efectes a nivell cardiovascular**

El consum d'alcohol provoca un augment de l'activitat cardíaca. Pot augmentar la pressió arterial provocant hipertensió arterial. També produeix dany al múscul cardíac debilitant les seves parets i fent que perdi la seva capacitat per bombar la sang.

- **Efectes a la sang**

Impedeix la producció de glòbuls blancs i vermells, provocant un tipus d'anèmia anomenada megaloblàstica i debilitant el sistema immunitari a causa de la disminució de glòbuls blancs, fet que provoca que a les persones que consumeixen alcohol els sigui més fàcil agafar una infecció.

[10] Hepatitis: Inflamació del fetge

EFFECTES DE L'ETANOL EN LA DESCENDÈNCIA

Beure alcohol durant l'embaràs té efectes molt negatius sobre els descendents, ja que pot causar avortament espontani, mort fetal i diverses discapacitats físiques, intel·lectuals i del comportament que duraran durant tota la vida. Aquestes discapacitats es coneixen com a **trastorns de l'espectre alcohòlic fetal (TEAF)**, els quals són una sèrie d'afectacions que pot tenir una persona quan la seva mare ha consumit alcohol durant l'embaràs. Aquestes alteracions poden incloure des de problemes de conducta i aprenentatge fins a discapacitats cognitives¹¹ i físiques.

La forma més greu d'aquest conjunt de trastorns és la síndrome alcohòlica fetal o SAF, la qual provoca malformacions morfològiques, retard en el creixement i alteracions del sistema nerviós central.

- Causes de l'espectre alcohòlic fetal

Els TEAF són causats pel consum d'alcohol durant l'embaràs. L'alcohol travessa la placenta i quan la dona embarassada beu alcohol, el fetus també beu, afectant el seu sistema nerviós central. Els efectes de l'alcohol en el fetus es poden produir en qualsevol trimestre durant la gestació i amb qualsevol classe d'alcohol. Per tant, no existeix cap període o trimestre segur per consumir alcohol durant l'embaràs.

- Signes i símptomes de l'espectre alcohòlic fetal

Les persones que presenten TEAF poden tenir aquestes característiques i comportaments:

- Característiques facials anormals i cap de mida petita.
- Estatura més baixa de la mitjana.
- Baix pes corporal.
- Mala coordinació.
- Conducta hiperactiva.
- Dificultat per prestar atenció i mala memòria.
- Discapacitats en l'aprenentatge.
- Retards a la parla i l'aprenentatge del llenguatge.
- Baixa capacitat de raonament.

[11] Discapacitats cognitives: Són discapacitats que afecten la capacitat de l'individu per adquirir, manifestar o expressar els coneixements i les habilitats socials. En són exemples l'autisme, la malaltia de l'Alzheimer i la síndrome de Down.

- Problemes de succió i dificultats per dormir, en els nadons.
- Problemes d'audició i visió.
- Problemes del cor, dels ronyons i dels ossos.

- **Tractament de l'espectre alcohòlic fetal**

No hi ha un tractament específic per curar les persones amb TEAF, però sí que se'ls pot ajudar elaborant plans d'intervenció ajustats a les seves necessitats, amb l'objectiu de què puguin assolir el màxim grau d'autonomia possible i prevenir problemes associats.

MUTACIONS

Les mutacions són alteracions a l'atzar del material genètic. Aquestes poden arribar a ser letals, però en general, són recessives i queden amagades. Les mutacions poden tenir lloc a les cèl·lules somàtiques¹², les quals no solen tenir gaire importància, i a les cèl·lules reproductores, que es poden transmetre a la descendència i totes les cèl·lules del nou organisme presentaran la mutació.

- **Pot l'alcohol produir mutacions?**

Un estudi publicat a la revista *Nature* afirma que l'alcohol produeix danys en el material genètic de les cèl·lules progenitores de la sang, fet que augmenta el risc de patir diversos tipus de càncer, com ara el de mama, el d'esòfag o el d'intestí.

Un altre estudi fet en ratolins per la Universitat Loyola de Chicago afirma que els efectes de l'alcohol passen de generació en generació. En l'estudi es va voler demostrar que el consum excessiu d'alcohol durant l'adolescència podia afectar a la descendència. Van descobrir que les cries dels ratolins que havien consumit alcohol durant el qual és equiparable a l'adolescència humana sofrien canvis moleculars en l'ADN d'una regió del cervell, l'hipotàlem¹³, que podia invertir el comportament dels interruptors genètics, els encarregats d'activar o desactivar els gens d'un organisme.

[12] Cèl·lules somàtiques: Cèl·lules no reproductores que formen el cos d'un organisme pluricel·lular.

[13] Hipotàlem: Part del cervell que s'ocupa de diverses funcions, com la reproducció, la ingesta d'aliments i les respostes emocionals.

1.3. Cervesa sense alcohol

La cervesa sense alcohol és un tipus de cervesa amb un contingut molt baix o nul d'alcohol. A la majoria de països de la Unió Europea, la cervesa ha de tenir menys d'un 0,5 % d'alcohol en volum per a poder ser considerada cervesa sense alcohol.

A causa del seu baix contingut en alcohol, aquesta es pot vendre a menors d'edat a la majoria de països, i pot ser consumida tant per: conductors de vehicles, dones embarassades, menors d'edat o persones que segueixen un tractament amb antibiòtics, ja que aquest tipus de cervesa no presenta els efectes alcohòlics.

1.3.1. Història

La primera cervesa sense alcohol va ser creada el 1919 per una fàbrica de cerveses als Estats Units, degut a l'aparició de diverses lleis establertes pel govern dels Estats Units, que prohibien que cap beguda podia tenir un percentatge més alt del 0,5 % d'alcohol.

A Espanya, la primera cervesa sense alcohol va aparèixer el 1976, i va ser comercialitzada per l'empresa de cerveses La Zaragozana. Actualment, és Espanya el país que lidera el consum i la producció mundial de cervesa sense alcohol.

1.3.2. Elaboració

Tant els ingredients d'aquest tipus de cervesa com la major part del procés d'elaboració és gairebé igual al de la cervesa amb alcohol. Els passos inicials són molt pareguts, però després d'haver realitzat la fermentació de l'alcohol s'haurà de passar per un mètode per aconseguir eliminar-lo. Majoritàriament, s'utilitzen dues tècniques.

- **Evaporació de l'alcohol:** Consisteix en escalfar la cervesa (fins a uns 75°, que és la temperatura a la qual bull l'alcohol) fins a assolir treure-li tot l'alcohol. Tot i això, aquest mètode presenta l'inconvenient de disminuir la qualitat de la cervesa, pel fet que pot perjudicar l'aroma i el sabor que aporta el llúpul.

Això es pot millorar portant a ebullició la cervesa amb una pressió per sota de l'atmosfera, ja que en aquest cas es necessita menys temperatura per a l'ebullició i,

per tant, la cervesa sense alcohol es veurà menys perjudicada i serà més pareguda a una cervesa amb alcohol.

- **Osmosis inversa:** Consisteix a fer passar la cervesa per un filtre que només permet passar els líquids (l'alcohol i l'aigua), però filtra les restes de malta i els altres compostos. D'aquest procés obtindrem una pasta de cervesa concentrada a la qual posteriorment se li afegeix l'aigua que havia perdut.

1.4. Comparació de la cervesa amb alcohol i la cervesa sense alcohol

La cervesa sense alcohol presenta pràcticament els mateixos beneficis que la cervesa amb alcohol, ja que s'elaboren a partir dels mateixos ingredients. Així i tot, la gran diferència és la quantitat d'alcohol que conté cadascuna d'aquestes. A causa del fet que la cervesa sense alcohol en conté molt menys que la cervesa tradicional, no presenta la majoria dels problemes que aquest causa.

Per contra, la cervesa sense alcohol, sí que sol contenir un mínim d'alcohol, ja que és gairebé impossible eliminar-lo del tot, però en ser una quantitat molt baixa, els inconvenients que aquest pot provocar són molt reduïts.

A més, la cervesa sense alcohol presenta només 20 kcal per cada 100 mL, la meitat de les que conté la cervesa amb alcohol. Tanmateix, en els dos casos, la quantitat de calories és bastant baixa.

2. DROSOPHILA MELANOGASTER

La *Drosophila melanogaster* (també anomenada mosca de la fruita o mosca del vinagre), és un petit insecte d'uns 3 mil·límetres de llarg que creix a la fruita madura. És una espècie dípter braquícer¹⁴ de la família dels drosofilids¹⁵ i és cosmopolita, és a dir, que pot viure en tot el món.

Comparteix el 60 % de l'ADN humà, fet que fa que sigui un dels organismes més valuosos per a la investigació biològica, en particular en la genètica, el càncer, les malalties neurodegeneratives o la drogoaddicció.

Regne	Animal
Tipus	Artròpodes
Classe	Insectes
Grup	Oligonòpters
Ordre	Dípters
Superfamília	Asquizis
Família	Drosophilids
Gènere	Drosophila
Espècie	Drosophila melanogaster



Figura 5. *Drosophila melanogaster* al microscopi (femella)

Font: Creació pròpia

Taula 2. Característiques de la *Drosophila melanogaster*

Font: Creació pròpia

2.1. Morfologia i característiques principals

La *Drosophila melanogaster* té un parell d'ales membranoses, i és un organisme dioic, és a dir, que presenta sexes separats, i a més també presenta dimorfisme sexual.

[14] Dípter braquícer: Subordre d'insectes dípters (insectes amb només un parell d'ales funcionals) de cos robust i antenes curtes.

[15] Drosofilids: Família molt diversificada que inclou les mosques del vinagre.

Mesura prop de 3 mm, sent la femella lleugerament més gran que el mascle. Té sis potes, com la resta d'insectes, i el seu cos està format per tres regions: cap, tòrax i abdomen.

CAP: El cap és una de les zones més complexes i és on es troben:

- **Els ocells:** Són uns òrgans visuals mitjançant el qual poden percebre la llum, però no les imatges. També s'anomenen ulls simples. Les drosòfiles en presenten tres.
- **Les antenes:** Tenen dues antenes curtes i globoses. Cadascuna d'aquestes està formada per tres segments. Es tracta d'un òrgan que capta els estímuls de l'entorn.
- **L'aparell bucal xuclador**
- **Els ulls:** Presenten dos ulls compostos, que són de color vermell (en el cas del fenotip normal de la *Drosophila melanogaster*, anomenada *Salvatge*) i estan formats per centenars d'ommatidis (unitats bàsiques dels ulls compostos dels insectes), que permeten rebre llum de diversos punts de l'espai i així aconseguir una visió àmplia per poder detectar el moviment i veure de prop. Els ulls varien de mida i de color segons la mutació: poden ser marrons, ataronjats...

TÒRAX: El tòrax es troba dividit en tres segments, el protòrax, el mesotòrax i el metatòrax. És la regió mitjana del cos en la qual es troben les ales, a la part superior, i les potes, a la inferior. A més, també conté els sacs aeris que donen lleugeresa a l'animal.

- **Ales:** Les ales són lleugeres i tenen un conjunt de venes que els donen rigidesa. Es troben unides al cos per la part superior del tòrax. Es distingeixen dos tipus: les estabilitzadores del vol que són les que es troben a la part posterior, i les ales funcionals, que són de vora arrodonida, planes, transparents, pràcticament incolores i sobrepassen l'abdomen de la mosca amb una tercera part de la seva longitud.
- **Potes:** Les potes es troben repartides en les tres parts del tòrax. Trobem dues potes al protòrax, dues al mesotòrax i dues més al metatòrax. Cada pota presenta diverses parts: coxa, trocànter, fèmur, tibia i tars.

ABDOMEN: Presenta zones amb bandes clares que s'alternen amb zones fosques. Conté el sistema reproductiu i els intestins.

Presenta un esquelet extern i articulad, que s'encarrega de protegir les parts internes del cos. Fora d'aquest, es troben les sensílies (quets), que són una mena de pèls rígids que capten estímuls de l'exterior, és a dir fan la funció d'òrgans dels sentits.

Les mosques d'aquesta espècie presenten el cos de color groc grisenc, però hi ha mutacions que poden afectar la quantitat i distribució de pigments al cos, donant-los una coloració totalment groga o negra.

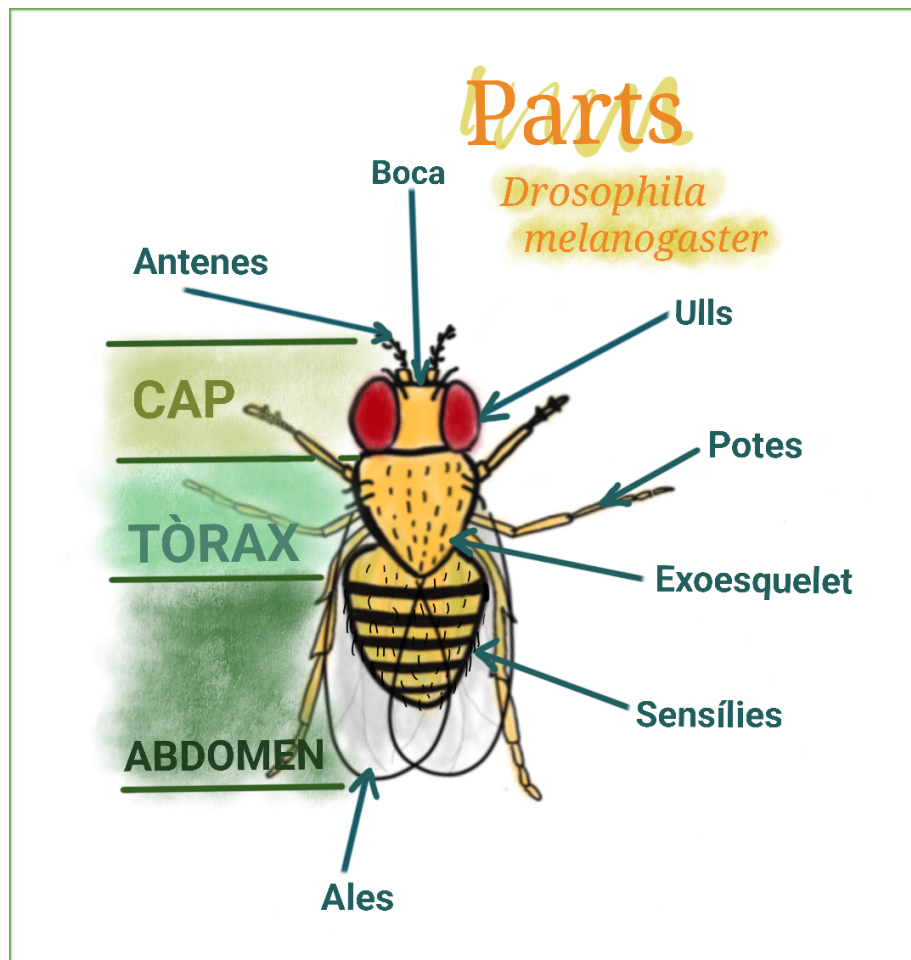


Figura 6. Parts *Drosophila melanogaster*

Font: Creació pròpia

2.2. Fases del cicle vital

La mosca *Drosophila* passa per les fases d'ou, larva, pupa i, finalment, insecte adult. La durada del seu cicle de vida sol durar entre uns 10 i 15 dies, depenent de la temperatura i la humitat.

OU: Els ous són postos sobre el medi de cultiu en grups. Aquests mesuren sobre mig mil·límetre de llarg i presenten dues banyetes primes que actuen com a “flotadors”, per evitar que l'ou se submergeixi en un medi líquid. Després de la fertilització cal un dia perquè l'embrió es desenvolupi i es transformi en una larva.

LARVA: La larva presenta aspecte de cuc i s'alimenta i creix contínuament. Va fent galeries pel medi de cultiu per alimentar-se i ha de mudar, ja que la pell externa no s'estira. Les mudes es realitzen en els dies 1, 2 i 4 després de sortir de l'ou (primer, segon i tercer estadi).

PUPA: La pupa transforma completament el cos al llarg de quatre dies. En el seu interior es destrueixen els teixits de la larva i a partir d'alguns d'aquests es formen els nous òrgans i teixits de l'adult. Quan l'adult emergeix de la pupa, les ales s'estenen i s'assequen, l'abdomen es fa més arrodonit i el color del cos s'enfosqueix. L'adult és fèrtil a partir de les dotze hores de sortir de la pupa.

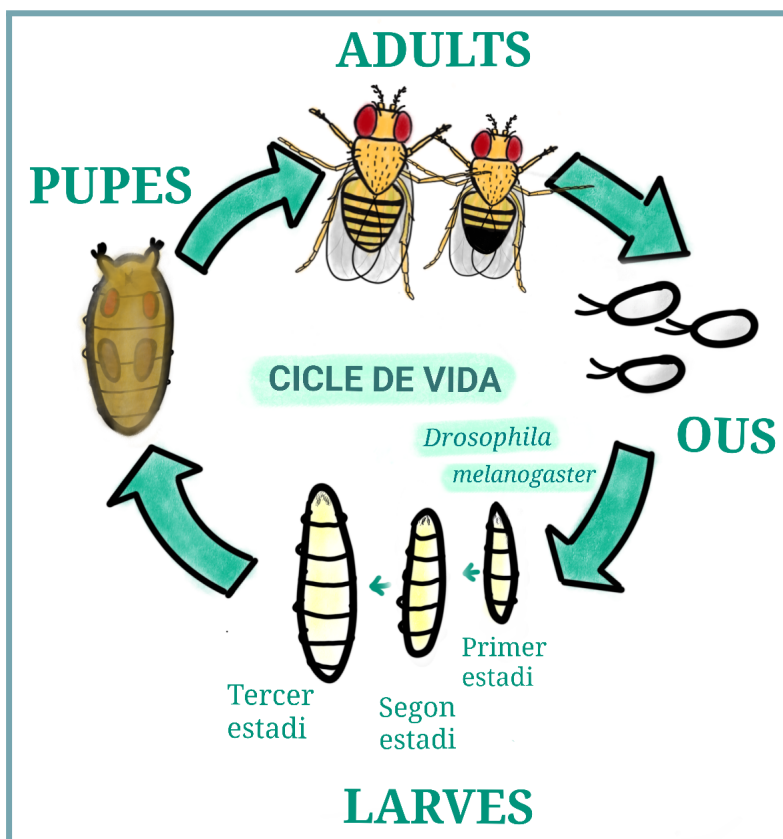


Figura 7. Fases del cicle vital *Drosophila melanogaster*
Font: Creació pròpia

2.3. Alimentació

La *Drosophila melanogaster* s'alimenta de matèria orgànica en descomposició. Normalment, són fruites o verdures, i se sol trobar prop del vinagre. D'aquí li ve el seu nom popular, mosca de la fruita o del vinagre.

A part d'alimentar-se de fruites i verdures en descomposició, també sol menjar llevats i altres fongs, animals morts o excrements d'animals.

Aquesta mosca necessita carbohidrats sobre els quals es desenvolupin bé els llevats, que actuen com a proteïnes, per així poder nodrir-se i reproduir-se.

2.4. Reproducció

La *Drosophila melanogaster* s'aparella en llocs on hi ha grans quantitats de fruites en fermentació.

Les femelles excreten feromones, que són una mena de substàncies que atrauen els mascles que es troben al seu voltant. Durant l'aparellament, el mascle persegueix a la femella, que per lo general intenta fugir d'ell. La copulació s'efectuarà quan la femella cedeixi. El mascle alliberarà només un sol espermatozoide de mida molt gran.

La mosca de la fruita, pon diversos ous durant cada dia, fins a arribar a pondre uns quants centenars d'ous, que tenen una mida de mig mil·límetre de diàmetre.

2.5. Dimorfisme sexual

El dimorfisme sexual són les diferències entre mascles i femelles d'una mateixa espècie, i per tant el que ens permet diferenciar entre els dos sexes.

La *Drosophila melanogaster* presenta dimorfisme sexual i en cada fase del seu cicle vital, entre mascles i femelles, existeixen les diferències següents:

Fase larvària:

Els òrgans reproductors dels mascles (testicles) presenten una mida molt més gran que els de les femelles (ovaris).

Fase de pupa:

En aquesta fase, en els mascles es poden veure les pintes sexuals en el primer parell de potes.

Adult:

- La pigmentació de la zona dorsal de l'extrem de l'abdomen és diferent en mascles i femelles. En els mascles forma una taca negra contínua sobre els segments finals de l'abdomen, i en les femelles, discontinua. D'aquí ve el nom de *melanogaster*, que significa 'extrem de l'abdomen fosc'.
- L'abdomen dels mascles és arrodonit i presenta només cinc segments, mentre que el de les femelles és més punxegut i presenta set segments.
- Els mascles són una mica més petits que les femelles.

2.6. Mutacions

La *Drosophila melanogaster* presenta quatre parells de cromosomes, un dels quals són els cromosomes sexuals (X,Y), i els altres tres autosomes (2, 3, 4).

La *Drosophila* coneguda com a **Salvatge (S)** és el tipus silvestre i, per tant, la varietat més comuna de la *Drosophila melanogaster*, ja que és la que no presenta mutacions al seu genoma. Presenta dos ulls grans i vermells i un cos marró. Les seves ales són grans.



Figura 8. *Drosophila* salvatge

Font: Ciencia Hoy (2017)

Existeixen més de 1000 mutacions d'aquesta mosca, però les més freqüents són:



Vestigial wings (Vg): Presenta les ales molt petites. Aquesta mutació afecta el cromosoma 2 i és de caràcter recessiu.

Figura 9. *Drosophila* amb mutació Vestigial

Font: Fly Base (2013)

Ebony body (E): El seu cos és de color fosc. El seu pigment va augmentant progressivament a mesura que augmenta l'edat de la mosca. Afecta el cromosoma 3, el qual pot ser defectuós o pot no existir.



Figura 10. *Drosophila* amb mutació Ebony body

Font: UAB (2017-2018)



Sepia eyes (S): Les drosòfiles que presenten aquesta mutació tenen els ulls de color sèpia. És una mutació que apareix al cromosoma 3.

Figura 11. *Drosophila* afectada per la mutació Sepia Eyes

Font: Jahane Ibrahim (2017)

Yellow (Y): Presenta el cos i les ales de color groc. La mutació és provocada per una alteració al cromosoma X. És de caràcter recessiu i de vegades pot ser letal.



Figura 12. *Drosophila* amb mutació Yellow

Font: Cold Spring Harbour Laboratory (2019)



White eyes (W): El nom ve pel fet que les drosòfiles amb aquesta mutació tenen els ulls de color blanc. És de caràcter recessiu i es troba lligada al cromosoma X.

Figura 13. *Drosophila* afectada per la mutació White eyes
Font: Entomology today

Eyeless (Ey): Aquesta mutació presenta els ulls molt petits. La mutació es localitza al cromosoma 4 de la *Drosophila*.



Figura 14. *Drosophila* amb la mutació Eyeless
Font: Yáiza Núñez (2010-2011)

MUTANT	NOMENCLATURA	PART DEL COS AFECTADA
Ebony body	E	Cos marró fosc
Sepia eyes	Se	Ulls color sèpia
Yellow	Y	Cos groc
White eyes	W	Ulls blancs
Eyeless	Ey	Ulls petits
Carmine eyes	Cm	Ulls color vermell fosc
Miniature wing	M	Ales molt petites
Forked bristles	F	Quetes en forma de forquilla
Bar eyes	B	Ulls en forma de barra
Helout / Ales 45°	Ho	Ales esteses en 45°
Dumpy wing	Dp	Ales amples
Vestigial wings	Vg	Ales petites i deformades
Brown eyes	Bw	Ulls marrons
Hairless	H	Sense quetes o pèls
Jaunti	J	Ales amb els extrems doblegats cap a dalt

Taula 3. Tipus de mutacions
Font: Creació pròpia

2.7. Organisme model per a la biologia

La *Drosophila melanogaster* és un organisme ideal per a realitzar determinats estudis d'investigació en laboratoris. El seu ús permet estudiar diverses malalties, com el càncer, les drogoaddiccions, les malalties neurodegeneratives, deficiències del sistema immunitari, i també realitzar estudis genètics. Això és gràcies a les diverses característiques que presenta:

- És un organisme de mida petita, i això fa que sigui fàcil de mantenir i poder manipular en un laboratori. Al ser petites, milers d'individus es poden conservar en espais reduïts.
- És fàcil diferenciar en quina fase del seu cicle vital es troben, com també poder diferenciar entre mascles i femelles ja que presenten dimorfisme sexual.
- És senzill de criar i es reproduïxen molt ràpidament. Per tant, en poc temps es poden haver reproduït moltes generacions. A més, en cada reproducció s'obté un nombre molt elevat de descendents.
- Presenten pocs cromosomes, només quatre parells. Els seus gens són similars als dels humans, al voltant d'un 75% de gens humans relacionats amb malalties, tenen el seu homòleg amb la *Drosophila melanogaster*.
- Tenen una alimentació senzilla, i el menjar que se'ls dona és fàcil de barrejar-se amb altres substàncies, com per exemple la cervesa, que és la que s'utilitzarà en aquest treball.

3. PART PRÀCTICA

* A la part pràctica totes les imatges, taules i gràfics són de creació pròpia.

3.1. Preparació de l'hàbitat per a les drosòfiles

3.1.1. Espai per a les drosòfiles

L'hàbitat per a les drosòfiles es realitza a l'interior de diversos recipients de vidre transparents d'un volum de 120 mL. A l'interior del recipient s'afegeix l'aliment per a les drosòfiles, i un paper de filtre que serveix perquè les drosòfiles tinguin una superfície de repòs i s'hi puguin establir les pupes. Per a tancar el recipient s'ha utilitzat una gasa, d'aquesta forma les mosques poden respirar, ja que pels petits forats de la gasa hi passa aire. Perquè la gasa es mantingui fixa s'han posat tres petites gomes sobre aquesta, envoltant la part superior del recipient.



Figura 15. Recipient on habiten les drosòfiles

3.1.2. Condicions de vida de la *Drosophila melanogaster*

La temperatura idònia per a les drosòfiles és de 25 graus, però en ser estiu, les drosòfiles d'aquests experiments han estat vivint a una temperatura de 27-30 graus de mitjana, cosa que comporta que el seu cicle de vida s'acceleri. Pel que fa al seu fotoperíode, han tingut unes 15 hores de llum i unes 9 hores de fosc.

A continuació, es mostra un gràfic de la temperatura de cada dia a les 10 del matí durant el temps en què s'han estat fent la majoria dels experiments.



Gràfic 1. Temperatura a la qual han habitat les drosòfiles

3.1.3. Cultiu nutritiu de la *Drosophila melanogaster*

Per a fer el cultiu nutritiu de les drosòfiles s'ha hagut de provar amb tres receptes fins a trobar una que funcionés. Amb les dues primeres receptes la majoria de les mosques es morien.

A continuació es mostren els ingredients de les tres receptes realitzades i l'execució de la tercera recepta que és la que s'ha utilitzat com a definitiva per fer l'experiment.

1a RECEPTA

INGREDIENTS:

- 32 mL d'aigua (que s'ha posat a bullir prèviament)
- 16 mL d'agar-agar¹⁶

[16] Agar-agar: és una substància blanca que està formada per un extracte d'algues rodofícies, és a dir algues vermelles. Té la capacitat d'absorbir aigua, per tant, actua com a espessidor.

Les drosòfiles es van morir al cap de menys de dos dies amb aquesta recepta, fet que em va fer arribar a la conclusió que l'agar-agar no era suficient aliment perquè les drosòfiles poguessin sobreviure.

2a RECEPТА

INGREDIENTS:

- 5 mL d'agar-agar
- 5 mL de farina de blat de moro (maizena)
- 2 mL de pera
- 2 mL de plàtan
- 1 mL de llevat
- 2 mL de suc de llimona
- 16 mL d'aigua

Amb aquesta recepta les drosòfiles van sobreviure més temps, ja que tenien aliment suficient, però el menjar es feia agre al cap de pocs dies i les drosòfiles es morien sense tenir descendència.

3a RECEPТА (definitiva):

INGREDIENTS:

- 1/4 de plàtan
- 25 ml d'aigua temperada
- 25 ml de vinagre de poma
- 1 cullerada gran de puré de patata
- 1/2 cullerada petita de farina de panís
- 1/2 cullerada petita de sucre
- 2,5 g de llevat fresc



Figura 16. Ingredients per al medi de cultiu

MATERIAL UTILITZAT:

- Una cassola
- Una balança
- Un vas de precipitats
- Una cullera
- Batedora
- Dos recipients (un per a realitzar la mescla i l'altre per a utilitzar-lo com a hàbitat de les *Drosophiles*)
- Un embut
- Un got



Figura 17. Part del material utilitzat per fer el medi de cultiu

PROCEDIMENT:

- 1- Es preparen tots els ingredients necessaris menys l'aigua i es mesuren per mitjà de la balança i el vas de precipitats.
- 2- Es posa aigua a una cassola fins que comenci a bullir, i se'n mesuren 25 mL.
- 3- S'afegeixen tots els ingredients a l'interior d'un recipient i amb una batedora es mesclen fins a aconseguir una mescla homogènia.
- 4- Es passa la barreja a l'interior d'un got i es deixa reposar a la nevera durant aproximadament 1 hora.
- 5- A continuació, es treu el got amb el cultiu de *Drosophila* de la nevera i es passa la mescla a l'interior d'un recipient, que servirà com a hàbitat de les drosòfiles. En introduir el menjar, és important no embrutar les parets del recipient, ja que les drosòfiles s'hi poden quedar enganxades. Per a evitar-ho, s'utilitza un embut. S'afegeix la quantitat necessària fins a obtenir uns 2 centímetres de gruix de cultiu nutritiu.

3.2. Mètode per adormir les drosòfiles

Per adormir les drosòfiles s'ha utilitzat el dietilèter, el qual també es pot anomenar etoxietà. Aquest pertany a la família dels èters i és un líquid incolor, molt inflamable i amb un baix punt d'ebullició. Bull a una temperatura de 34,5 °C i se solidifica a -116 °C.

Al laboratori s'empra com a dissolvent i com a anestèsic. Va ser l'any 1842 quan es va començar a fer servir el dietilèter com a anestèsic general per a éssers humans. Avui en dia no es fa servir en cirurgies humanes si hi ha un altre anestèsic disponible, degut a la seva inflamabilitat i perquè pot ser irritant per a alguns pacients. Tot i això, sí que es continua utilitzant als laboratoris per adormir diverses espècies, una d'elles, la *Drosophila melanogaster*.



Figura 18. Ampolla d'èter

PROCEDIMENT:

- 1- Primerament, per estar protegit és necessari posar-se una mascareta i uns guants per poder treballar amb l'èter. Tot seguit, s'agafa un petit tros de cotó i es banya amb èter.
- 2- S'agafa el pot que conté les drosòfiles que es volen adormir i es comencen a pegar cops suaus a la part inferior del pot perquè les mosques se situen en aquesta part i no s'escapin volant en destapar el pot que tapa el recipient amb les drosòfiles.
- 3- Tot seguit, es treuen les gomes que subjecten la gasa. Es tornen a pegar dos o tres cops més per acabar de fer baixar les mosques i es treu la gasa al moment que es posa a sobre un recipient buit.
- 4- Es peguen uns copets al pot amb les mosques i la majoria d'elles passaran a l'altre pot.
- 5- Es tapen els dos pots. El que contenia les drosòfiles amb la gasa, i l'altre, que és on volem adormir les mosques amb el cotó que estava xopat amb l'èter.
- 6- El cotó es manté sobre el pot fins que les mosques s'adormen, que solen ser entre 20-30 segons.

7- Es treu el cotó i les mosques que ja estan adormides es poden treure amb cura del pot i posar-se sobre un paper, per estudiar-les visualment, o a una placa de petri, per observar-les amb la lupa binocular. Les drosòfiles romandran adormides durant uns 5 minuts.

3.3. Observació de les drosòfiles

Un cop les mosques ja estan adormides han estat observades amb una lupa binocular per poder avaluar diverses característiques d'aquestes, com ara quin és el seu sexe, el color o la forma.

La lupa binocular utilitzada ha estat proporcionada per l'institut. Presenta un augment de x20 o de x40. Per analitzar les drosòfiles s'ha fet servir l'augment de x40, ja que d'aquesta manera es poden veure tots els petits detalls de les mosques.



Figura 19. Lupa binocular utilitzada per observar la *Drosophila melanogaster*.

PROCEDIMENT:

- 1- Les drosòfiles adormides que es volen analitzar es posen sobre una placa de petri, i la resta es deixen a un altre recipient net.
- 2- Es col·loca la placa de petri al microscopi i s'ajusta fins a trobar la posició exacta per poder veure cada mosca amb el màxim detall possible.
- 3- Una vegada observades totes les drosòfiles necessàries es tornen al seu recipient inicial, que és on tenien el seu aliment. S'haurà de deixar el recipient de costat fins que les mosques es despertin, ja que si no les mosques podrien caure al cultiu, enganxar-se i acabar morint.

3.4. Investigació experimental

3.4.1. Diferenciació entre mascles i femelles

La primera pràctica realitzada ha consistit a agafar diverses drosòfiles per diferenciar quins són els mascles i quines són les femelles. Aquesta pràctica és necessària per a fer les dues pràctiques posteriors.

Per poder fer-ho fer, s'han hagut de passar les drosòfiles del recipient amb el seu cultiu a un altre, per adormir-les, seguint el procediment explicat en el punt "3.2. *Mètode per adormir les drosòfiles*".

Les drosòfiles s'han diferenciat per mitjà de dos mètodes:

- **A SIMPLE VISTA:**

S'ha volgut veure si era possible diferenciar el sexe de les drosòfiles sense utilitzar cap microscopi, ja que de vegades quan s'han d'adormir moltes mosques a la vegada no dona temps d'observar-les totes al microscopi. Per la qual cosa és necessari poder fer-ho a simple vista, perquè és la forma més ràpida de poder-les diferenciar.

MATERIAL NECESSARI:

- Un pinzell
- Un foli
- Un bolígraf

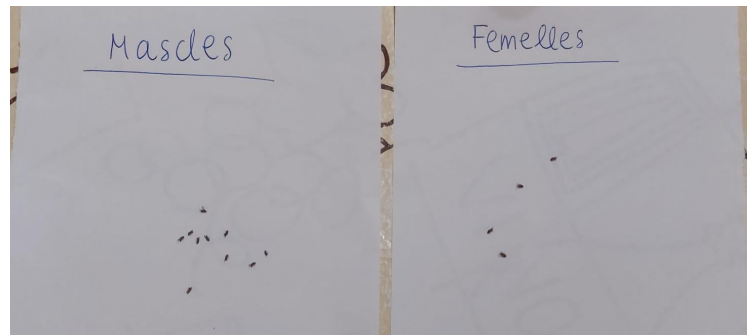


Figura 20. *Drosophila melanogaster* separades en mascles i femelles

S'han posat les drosòfiles sobre un full de paper, el qual s'havia dividit, prèviament, en dues parts (a una part es posen els mascles i a l'altra les femelles). S'anaven observant cadascuna de les drosòfiles i amb l'ajuda d'un pinzell es posaven a una part del paper o a l'altra, depenent del seu sexe. En acabar la pràctica s'han tornat al seu recipient inicial.

FACTORS PER DIFERENCIAR LES DROSÒFILES:

- La mida: Els mascles són lleugerament més petits que les femelles, com ja s'ha explicat anteriorment.
- El color de la part posterior de l'abdomen: L'abdomen de les femelles és tot ratllat, és diferència dels mascles que presenten la part posterior tota negra.

- **AMB EL MICROSCOPI**

Per observar les drosòfiles amb el microscopi s'han seguit els passos explicats al punt "3.3. Observació de les drosòfiles". Seguint aquest mètode, es pot saber al 100 % si ens trobem davant d'un mascle o d'una femella, tot i que el temps que es necessita és major. Quan s'han hagut de classificar poques drosòfiles, s'ha utilitzat sempre aquest mètode.

FACTORS PER DIFERENCIAR LES DROSÒFILES:

- El color de la part posterior de l'abdomen
- La forma del cos i el nombre de segments: Els mascles presenten 5 segments i el seu cos és més arrodonit, mentre que el cos de les femelles és més punxegut i presenten 7 segments.



Figura 21. *Drosophila* mascle observat al microscopi



Figura 22. *Drosophila* femella observada al microscopi

3.4.2. Estudi del cicle vital de la *Drosophila*

Abans de fer l'estudi amb l'alcohol s'ha realitzat un estudi sobre el cicle vital de les drosòfiles, per poder conèixer amb més profunditat i de forma més personal i visual la seva evolució.

L'estudi es va realitzar amb 10 drosòfiles (5 mascles i 5 femelles), les quals van néixer el dia 5 d'agost i aquest mateix dia van ser separades de la resta de drosòfiles que havien nascut i introduïdes en un nou recipient.

OUS:

El dia 11 d'agost de 2022 es van veure ous de *Drosophila* a l'interior del recipient on s'havien traslladat les drosòfiles.



Figura 23. Ous de *Drosophila* observats al microscopi

LARVES:

El dia 12 d'agost cap al tard de l'interior dels ous van començar a sortir diverses larves. N'hi havia 5 i feien 2 mm de llargada i 0,6 mm d'amplada.



Figura 24. Larva de primer estadi observada al microscopi

El 13 d'agost van aparèixer moltes més larves, concretament 20. La seva llargada era de 4 mm i la seva amplada d'1 mm aproximadament. Eren de color blanc fosc, tirant cap a groc.

El 14 d'agost, el nombre de larves havia augmentat a 34, i mesuraven de mitjana 5 mm de llarg i 1 mm d'ample, i continuaven sent de color blanc fosc.



Figura 25. Larva de tercer estadi observada al microscopi

PUPES:

El dia 15 algunes larves es van començar a transformar en pupes, tot i que la majoria encara continuaven sent larves. Hi havia 8 pupes de 3,5 mm de llargada i 1,5 mm d'amplada i de color marró clar. De larves n'hi havia 30 i tenien les mateixes propietats que les del dia anterior.



Figura 26. Pupa, acabada de formar, observada al microscopi

Durant el dia 16 i 17, més larves van anar passant a pupes. Aquestes es van anar enfosquint a mesura que passaven els dies. En total, es van comptar 40 pupes.



Figura 27. Pupa desenvolupada observada al microscopi

DROSÒFILES ADULTES:

El dia 18 d'agost van començar a néixer drosòfiles, les quals anaven sortint de les diverses pupes.

Durant aquest dia en van néixer cinc. L'endemà, en van néixer setze més. El dia 20, vuit més, una de les quals presentava una mutació (ales 45°). Finalment, el dia 21, van néixer les últimes tres. En total van néixer trenta-dues mosques. Les femelles han tingut una grandària de 4,5 mm de llargada i 1,5 mm d'amplada (4,5 mm x 1,5 mm) i els mascles una mida de 3,5 mm de llargada i 1,3 mm d'amplada (3,5 mm x 1,3 mm). Els seus ulls són vermells i el seu cos de color marró clar.

Després d'un 8 hores, les femelles ja eren fèrtils i podien tornar a començar el cicle.



Figura 28. Copulació entre dues drosòfiles

3.4.3. Estudi de l'efecte de la cervesa en la *Drosophila melanogaster*

S'ha realitzat un estudi sobre quin és l'efecte de la cervesa sobre diversos cultius de *Drosophila melanogaster*. S'han preparat 5 cultius diferents (dos amb cervesa amb alcohol, dos amb cervesa sense alcohol i un sense cervesa al qual l'anomenem grup control) amb 10 drosòfiles a cadascun (5 mascles i 5 femelles), i s'han estudiat tres generacions, la G0 (primera generació), la G1 (segona generació) i la G2 (tercera generació).

3.4.3.1. Cerveses que s'han utilitzat per realitzar els cultius

Per a fer els cultius s'ha utilitzat la cervesa Voll-Damm doble malta, la qual conté un 7,2% en volum d'alcohol i la cervesa Free damm que conté un 0,0 % d'alcohol.



Figura 29. Cervesa Voll-Damm (amb alcohol)



Figura 30. Cervesa Free-Damm (sense alcohol)

INGREDIENTS DE LA CERVESA AMB ALCOHOL UTILITZADA:

Aigua, malt d'ordi, arròs, blat de moro i llúpol.

INGREDIENTS DE LA CERVESA SENSE ALCOHOL UTILITZADA: Aigua, malt d'ordi, blat de moro, xarop de glucosa i fructosa (glúcids), arròs i llúpol.

S'ha calculat la quantitat d'alcohol que contindran els cultius de cervesa amb alcohol.

Grup cervesa amb alcohol 25 %: $25 \times \frac{7,2}{100} = 1,8$ % d'alcohol

Grup cervesa amb alcohol 45 %: $45 \times \frac{7,2}{100} = 3,24$ % d'alcohol

3.4.3.2. Preparació dels medis de cultiu


S'han preparat 4 medis de cultiu amb quantitats i tipus de cervesa diferents i 1 medi de cultiu que no conté cervesa:

- **Grup control:** Sense cervesa.
- **Grup cervesa amb alcohol 45%:** Presenta un 45% en volum de cervesa amb alcohol.
- **Grup cervesa amb alcohol 25%:** Presenta un 25% en volum de cervesa amb alcohol.
- **Grup cervesa sense alcohol 45%:** Presenta un 45% en volum de cervesa sense alcohol.
- **Grup cervesa sense alcohol 25%:** Presenta un 25% en volum de cervesa sense alcohol.



Figura 31. Hàbitat de la *Drosophila* G0

A continuació s'adjunta una taula amb la quantitat d'ingredients que presenta cada cultiu.

		TIPUS DE CULTIUS				
		Grup control	Cervesa amb alcohol 45 %	Cervesa amb alcohol 25 %	Cervesa sense alcohol 45 %	Cervesa sense alcohol 25 %
I N G R E D I E N T S						
	Cervesa amb alcohol	x	50 mL	28 mL	x	x
	Cervesa sense alcohol	x	x	x	50mL	28mL
	Aigua	25 mL	x	x	x	x
	Vinagre de maçana	25 mL	x	22 mL	x	22 mL
	Puré de patata	10 g	10 g	10 g	10 g	10 g
	Farina de panís	3 g	3 g	3 g	3 g	3 g
	Sucre	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g
Llevadura	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g	
	VOLUM TOTAL SENSE LA CERVESA	112 mL	62 mL	87 mL	62 mL	87 mL

Taula 4. Quantitat d'ingredients per als medis de cultiu

Per a crear els cultius amb cervesa, a partir del menjar del grup control, s'ha canviat la quantitat necessària dels líquids (aigua i vinagre) per cervesa.

Inicialment, es volia fer un cultiu amb el 50 % de cervesa i l'altre amb un 25 %, però el del 50 % no s'ha pogut realitzar a causa del fet que la recepta del grup control no presenta un 50 % de líquid. Hi ha 50 mL de líquid de 112 mL totals. Això correspon a un percentatge aproximat del 45 %.

$$\frac{50 \times 100}{112} = 44.64 \% \approx 45 \%$$

Als grups que tenen un 25 % de cervesa, es calcula el 25 % de 112 mL, que és la quantitat de volum total que tenen tots els cultius, per saber quina quantitat de cervesa s'ha d'afegir.

$$\frac{25 \times 112}{100} = 28 \text{ mL}$$

Com que en total tenim 50 mL de líquid, s'ha decidit que la resta de líquid que s'afegirà serà vinagre (22 mL).

3.4.3.3. Mètode seguit per a realitzar els experiments

Per a realitzar l'estudi, primerament s'han posat 10 drosòfiles (5 femelles verges i 5 mascles) a les quals anomenem G0 dintre de cadascun dels diversos cultius. Per a aconseguir que les femelles siguin verges s'han hagut de posar les drosòfiles en cadascun dels respectius recipients abans que haguessin passat unes 8 hores del seu naixement, ja que a partir d'aquest moment les drosòfiles ja són fèrtils.

Una vegada totes les drosòfiles estaven als seus pots, es va haver d'esperar fins que aquestes criessin, i en el moment que es van començar a veure larves, el que es va fer va ser canviar a les drosòfiles adultes a un altre recipient. A continuació, les larves passaven a pupes i tornaven a aparèixer les noves mosques, que són les G1.

Cada vegada que anaven naixent noves drosòfiles G1 s'adormien per observar-les al microscopi i comptar-les i es passaven a un altre recipient. En aquest nou recipient es van deixar que tornessin a criar per així poder estudiar també la tercera generació de drosòfiles, la qual s'anomena G2, i poder-la comparar amb la G1.

En aquest cas s'ha seguit el mateix procés anterior. Una vegada les drosòfiles adultes havien criat i havien aparegut les larves, aquestes s'han passat a un nou recipient. Les noves mosques que anaven naixent també s'han anat comptant i observant amb el microscopi.

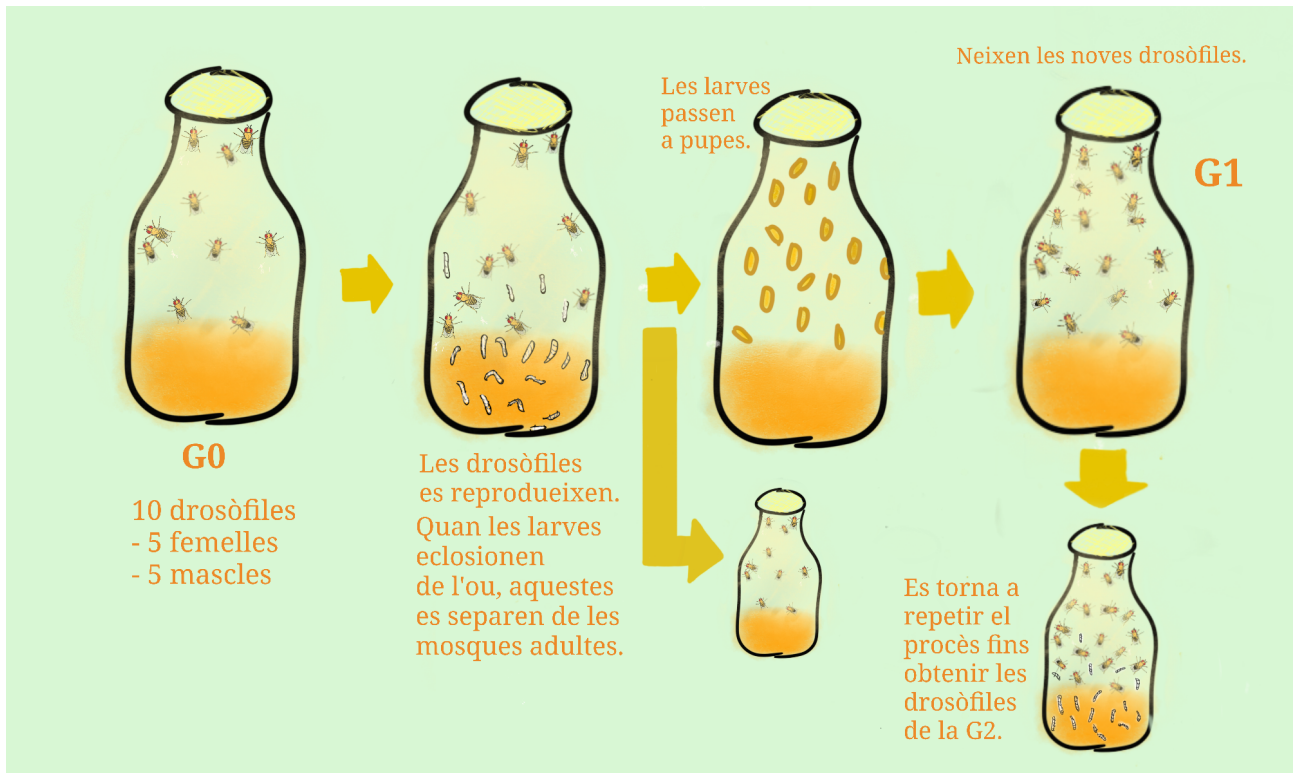


Figura 32. Procés dut a terme per estudiar l'efecte de cervesa en les drosòfiles

3.4.3.4. Factors que es tindran en compte per avaluar l'efecte de la cervesa

- Comportament de les drosòfiles G0
- Temps de vida de les drosòfiles G0
- Fertilitat de les drosòfiles G0
- Color, mida i quantitat de larves i pupes G1
- Quantitat de drosòfiles adultes G1
- Característiques de les drosòfiles adultes G1
- Mutacions de les drosòfiles adultes G1
- Fertilitat de les drosòfiles G1
- Color, mida i quantitat de larves i pupes G2
- Quantitat de drosòfiles adultes G2
- Característiques de les drosòfiles adultes G2
- Mutacions de les drosòfiles adultes G2

3.4.3.5. Nombre de rèpliques de cada experiment

En els experiments científics s'han de realitzar diverses rèpliques per verificar que els resultats obtinguts són els correctes. En aquest treball de recerca, a causa del poc temps del qual es disposa, només s'han fet rèpliques dels grups en els quals s'ha vist alguna incoherència o problema.

El grup cervesa amb alcohol 25 % i el grup cervesa sense alcohol 25 % només s'han dut a terme una vegada.

El grup control s'ha repetit dues vegades, ja que s'havia de continuar tenint un grup control per si havia de fer algun altre experiment, i d'aquesta manera s'ha pogut comprovar que en els dos experiments s'assolien resultats similars. El grup cervesa sense alcohol 45 % es va repetir, ja que en el primer experiment la G2 tenia una mutació especial (mutació a una sola ala). En aquests dos casos es tenen en compte els resultats obtinguts dels dos experiments, dels quals es farà una mitjana.

El grup cervesa amb alcohol 45 % s'ha repetit 4 vegades, pel fet que en les tres primeres rèpliques les drosòfiles no van tenir descendència. En la quarta repetició sí que hi va haver descendència i, per tant, és aquesta la que ha estat considerada en els resultats.

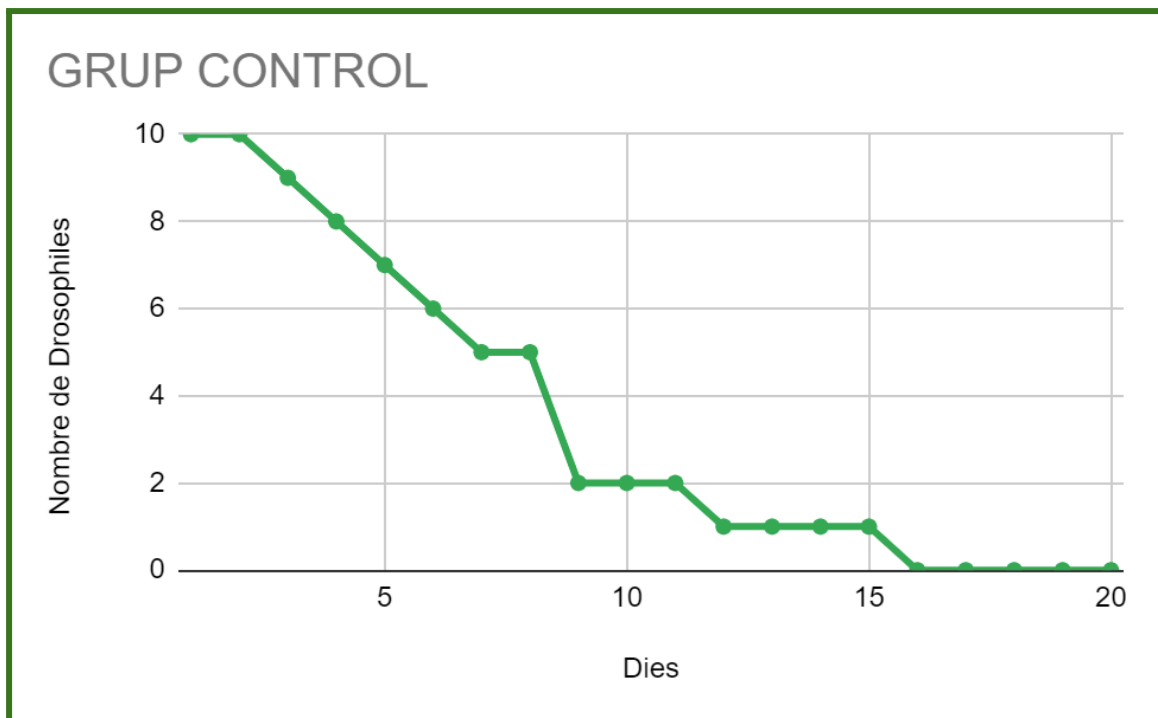
3.4.3.6. Anàlisi de les drosòfiles G0

Comportament de les drosòfiles G0:

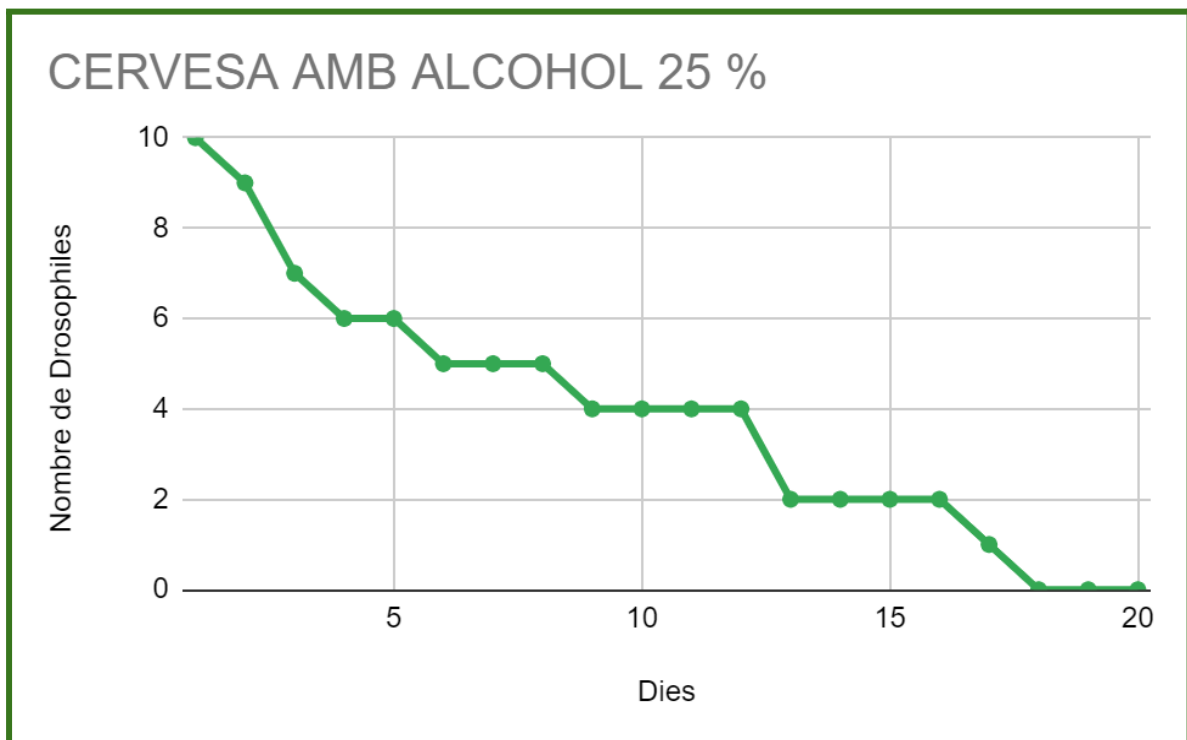
Les drosòfiles de tots els grups han pogut volar amb normalitat, tot i que les drosòfiles dels grups de cervesa amb alcohol es mouen a molta més velocitat.

Temps de vida de les drosòfiles G0:

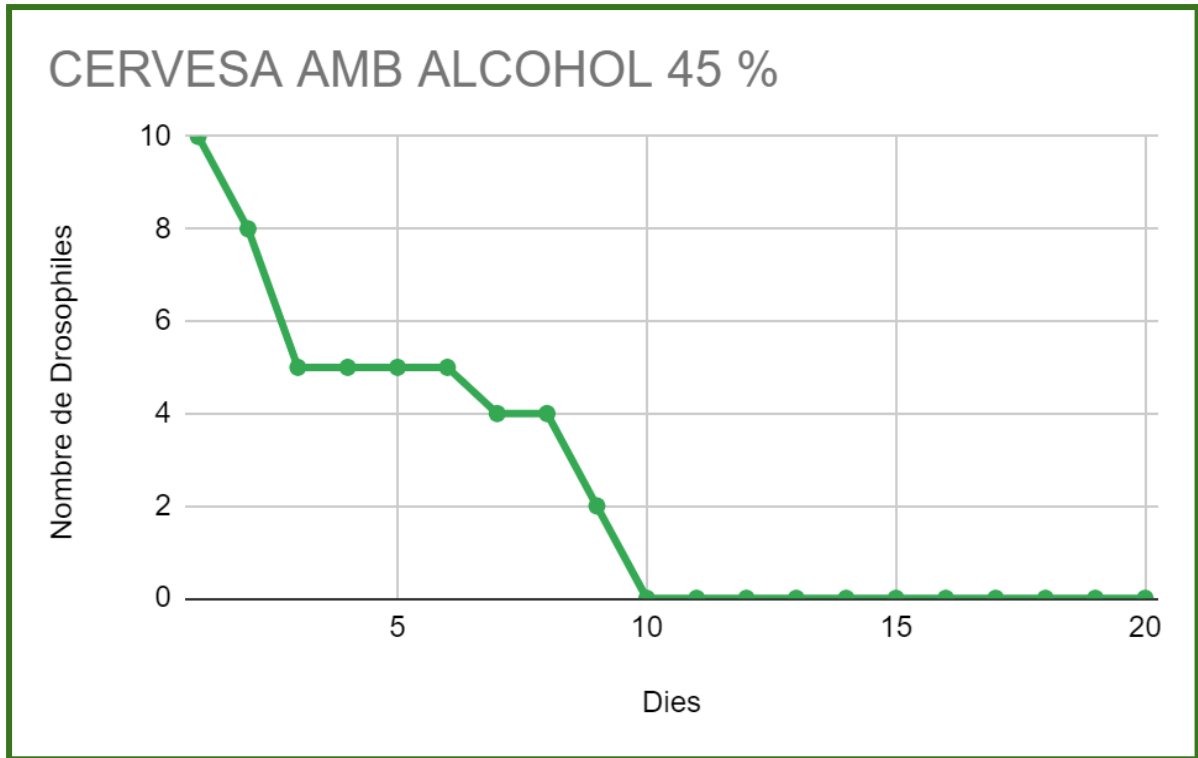
A continuació s'adjunten uns gràfics del temps de vida de cada grup de drosòfiles. El dia 0 és el dia en el qual les pupes varen passar a drosòfiles adultes i es van distribuir en els seus respectius grups.



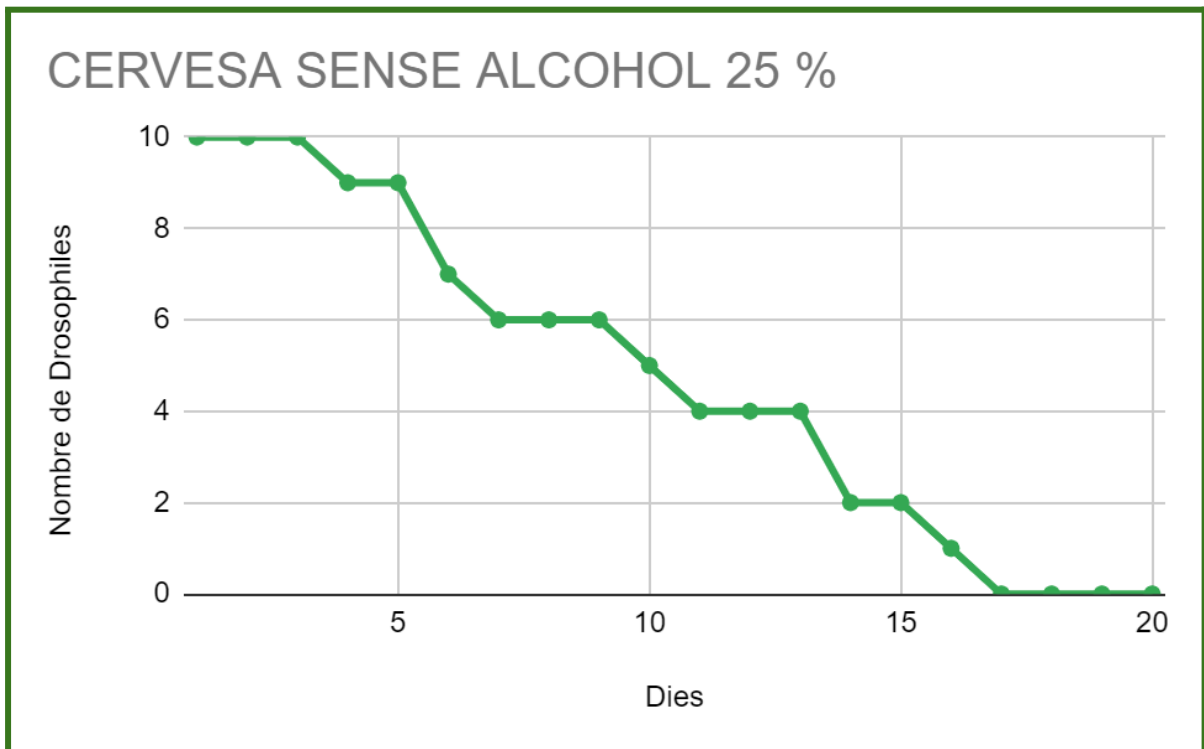
Gràfic 2. Temps de vida de les drosòfiles grup control



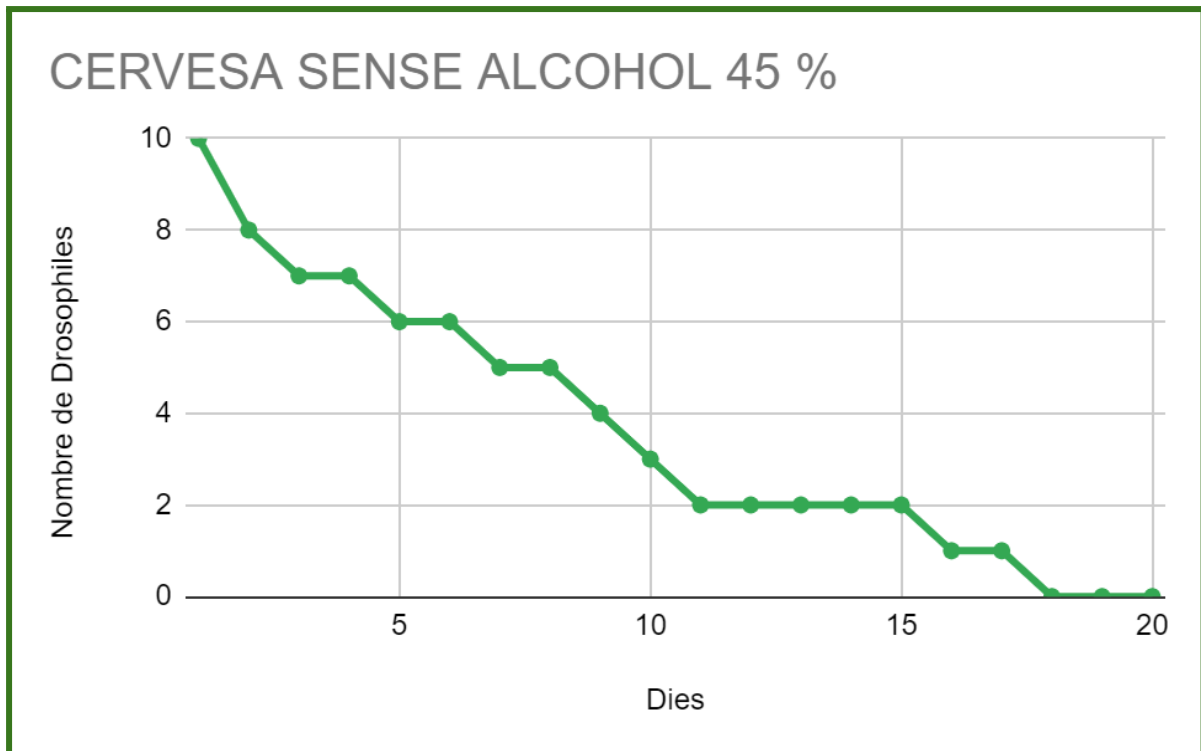
Gràfic 3. Temps de vida de les drosòfiles grup cervesa amb alcohol 25 %



Gràfic 4. Temps de vida de les drosòfiles grup cervesa amb alcohol 45 %



Gràfic 5. Temps de vida de les drosòfiles grup cervesa sense alcohol 25 %



Gràfic 6. Temps de vida de les drosòfiles grup cervesa sense alcohol 45 %

En els gràfics es pot veure que el temps de vida de les drosòfiles de la G0 es pràcticament igual per al grup control, el grup cervesa amb alcohol 25 %, el grup cervesa sense alcohol 25 % i el grup cervesa sense alcohol 45%. En canvi, sí que s'aprecia una gran diferència entre aquests grups i el grup cervesa amb alcohol 45 %, les drosòfiles del qual tenen una durada de vida molt més curta.

Fertilitat de les drosòfiles G0:

En tots els grups de drosòfiles aquestes han tingut descendència al primer intent, a excepció del grup de cervesa amb alcohol 45 %, en el qual les drosòfiles no s'han pogut reproduir fins a la quarta repetició.

En les tres primeres rèpliques, el resultat ha estat el mateix: les drosòfiles que consumeixen un 45 % de cervesa amb alcohol no són fèrtils. En el quart intent, s'ha pogut comprovar que això no és del tot cert, ja que aquestes sí que han tingut descendència. Altrament, es pot veure que una quantitat elevada d'alcohol disminueix altament les probabilitats de ser fèrtil en les drosòfiles.

3.4.3.7. Anàlisi de les drosòfiles G1

Per analitzar les drosòfiles G1 s'ha adjuntat diverses taules en les quals es mostren les característiques i la quantitat de les larves, pupes i drosòfiles adultes de la G1.

Larves G1:

	Nombre de larves	Mida de les larves	Color de les larves
Grup control	100 larves	5 mm x 1 mm	Blanc
Cervesa amb alcohol 25 %	45 larves	5 mm x 0,8 mm	Blanc
Cervesa amb alcohol 45 %	65 larves	4,7 mm x 0,7 mm	Blanc
Cervesa sense alcohol 25 %	150 larves	5 mm x 1 mm	Blanc
Cervesa sense alcohol 45 %	100 larves	4,7 mm x 0,8 mm	Blanc

Taula 5. Característiques de les larves G1

**El nombre de larves és aproximat, ja que no ha estat possible comptar el nombre exacte de larves.*

Pupes G1:

	Nombre de pupes	Mida de les pupes	Color de les pupes
Grup control	100 pupes	4 mm x 1,5 mm	Marró fosc
Cervesa amb alcohol 25 %	46 pupes	4 mm x 1,5 mm	Marró fosc
Cervesa amb alcohol 45 %	65 pupes	4 mm x 1,5 mm	Marró fosc
Cervesa sense alcohol 25 %	150 pupes	4 mm x 1,5 mm	Marró fosc
Cervesa sense alcohol 45 %	100 pupes	4 mm x 1,5 mm	Marró fosc

Taula 6. Característiques de les pupes G1

**El nombre de pupes és aproximat, ja que no ha estat possible comptar el nombre exacte de pupes.*

Quantitat de drosòfiles adultes G1:

	Nombre de drosòfiles	Mascles	Femelles
Grup control	87 drosòfiles	37	50
Cervesa amb alcohol 25 %	42 drosòfiles	21	24
Cervesa amb alcohol 45 %	70 drosòfiles	29	41
Cervesa sense alcohol 25 %	176 drosòfiles	78	98
Cervesa sense alcohol 45 %	99 drosòfiles	54	45

Taula 7. Quantitat de drosòfiles G1

En la primera taula, s'observa que les característiques de les larves són bastant paregudes en tots els grups. No hi ha diferència respecte del seu color, però sí que existeix una petita diferència en la mida, sent les larves del grup cervesa amb alcohol 25 %, cervesa amb alcohol 45 % i cervesa sense alcohol 45 % de dimensions lleugerament més petites.

En relació amb les pupes (segona taula), tampoc s'ha presenciat una diferència del color d'aquestes en els diferents grups, ni cap diferència de mida.

Consegüentment, es pot deduir que les característiques de les larves i de les pupes no es veuen influenciades ni per la cervesa amb alcohol, ni per la cervesa sense alcohol.

Finalment, fent ús de les tres taules anteriors, es pot veure com el nombre de larves, pupes i drosòfiles adultes, tant del grup control com dels grups de cervesa sense alcohol, és més elevat que en els grups de cervesa amb alcohol. Per tant, és possible que el consum de cervesa amb alcohol disminueixi el nombre de descendents de les drosòfiles. En canvi, la cervesa sense alcohol, té un efecte contrari en aquest aspecte, ja que el nombre de descendents en els grups cervesa sense alcohol és més elevat al nombre de descendents del grup control, sobretot en el cas del grup cervesa sense alcohol 25 %, en què el nombre de descendents és més del doble que el del grup control.

A més a més, també és destacable el fet que gairebé en totes les experimentacions el nombre de descendents femelles és més gran que el nombre de mascles, excepte en el grup cervesa sense alcohol 25 %.

Característiques de les drosòfiles G1:

	Grandària	Ulls	Cos	Ales	Comportament
Grup control	M: 3,5 mm x 1,3 mm F: 4,5 mm x 1,5 mm	Vermells	Marró	transparentes i arrodonides	Volen i caminen amb normalitat
Cervesa amb alcohol 25 %	M: 3 mm x 1 mm F: 4 mm x 1 mm	Vermells	9 drosòfiles amb el cos clar, la resta el tenen marró	transparentes i algunes arrodonides i altres punxegudes	Volen molt ràpidament, tot i que els costa caminar
Cervesa amb alcohol 45 %	M: 3 mm x 1 mm F: 4 mm x 1 mm	Vermells	Groc / Marró clar	transparentes i arrodonides	Volen molt ràpidament, tot i que els costa caminar
Cervesa sense alcohol 25 %	M: 3,5 mm x 1,3 mm F: 4,5 mm x 1,5 mm	Vermells	Marró	transparentes i arrodonides	Volen i caminen amb normalitat
Cervesa sense alcohol 45 %	M: 3,5 mm x 1,3 mm F: 4,5 mm x 1,5 mm	Vermells	Marró	transparentes i arrodonides	Volen i caminen amb normalitat

Taula 8. Característiques de les drosòfiles G1

**Nomenclatura: M → Mascles F → Femelles*

**En aquesta taula només s'han avaluat les característiques de les drosòfiles que no presenten cap mutació.*

En la taula anterior es veu com les característiques de les drosòfiles del grup control i les del grup cervesa sense alcohol són les mateixes. En canvi, les drosòfiles que han consumit alcohol no tenen ni les mateixes característiques, ni el mateix comportament.

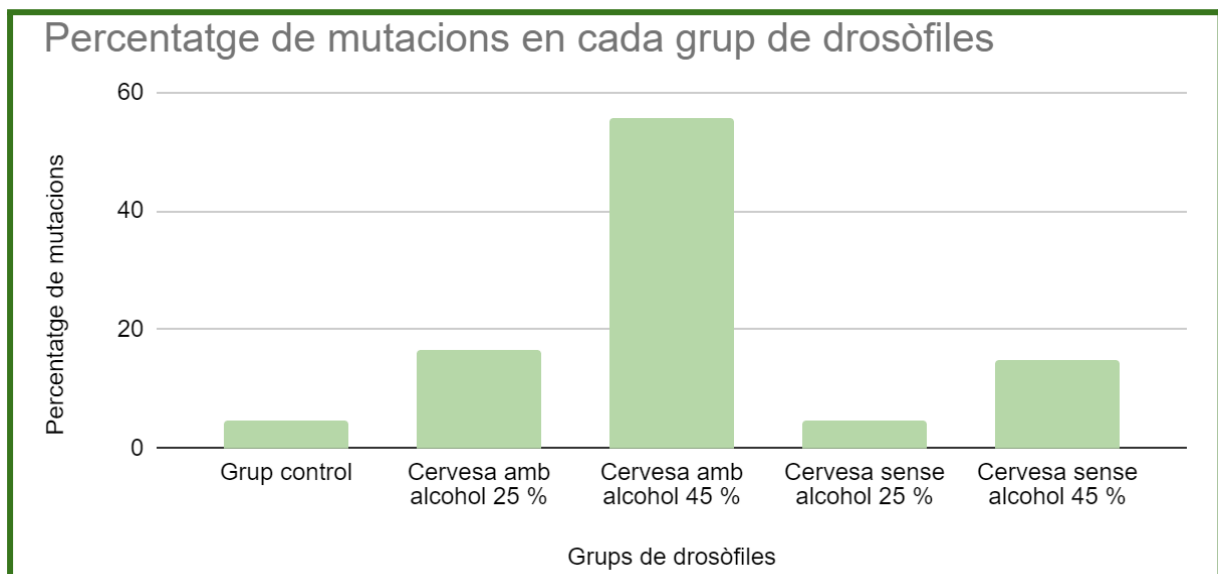
La primera cosa a destacar és la mida, que en les drosòfiles que consumeixen alcohol, és més reduïda. El color dels ulls no varia, però sí que varia el color del cos, que en el grup cervesa amb alcohol 45 % és més clar i en el grup cervesa amb alcohol 25 %, també hi ha una quantitat de les drosòfiles que el presenten més clar. Les ales de les drosòfiles del grup

cervesa amb alcohol 45 % no es diferencien de les del grup control, però de les del grup cervesa amb alcohol 25 % n'hi ha algunes que les tenen punxegudes. Per acabar, si es compara el comportament de les drosòfiles que ingereixen alcohol amb el grup control, es pot veure com les primeres volen més ràpidament i els costa caminar. Per tant, la cervesa amb alcohol provoca tant canvis en el comportament, com en les característiques físiques.

Mutacions de la *Drosophila* G1:

	Nombre de mutacions	Mascles amb mutacions	Femelles amb mutacions	Tipus de mutacions	% de mutacions
Grup control	4	1	3	Ales 45 °, Yellow i Vestigial wings	4,6 %
Cervesa amb alcohol 25 %	7	6	1	Ales 45 ° i Vestigial wings	16,67 %
Cervesa amb alcohol 45 %	37	17	20	Ales 45 °, Vestigial wings, Vestigial wing, Jaunti i Miniature wings	52,86 %
Cervesa sense alcohol 25 %	4	0	4	Ales 45 °	4,55 %
Cervesa sense alcohol 45 %	15	8	7	Ales 45 °, Yellow, Vestigial wings i Vestigial wing	14,85 %

Taula 9. Mutacions de la *Drosophila* G1



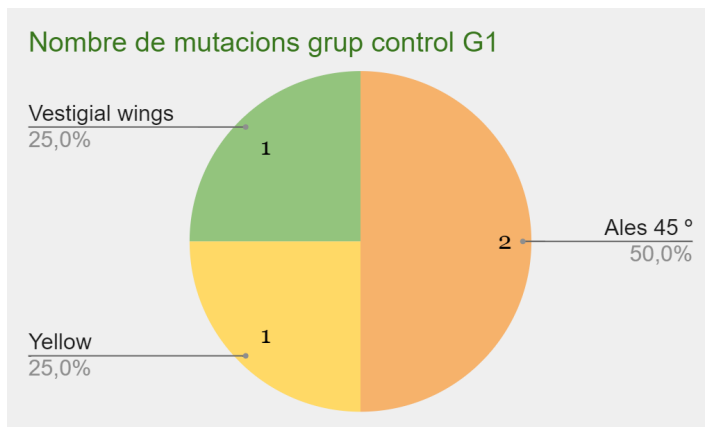
Gràfic 7. Percentatge de mutacions en cada grup de *Drosophila* G1

Tant en el darrer gràfic com en la taula es poden observar grans diferències en el nombre de mutacions de cada grup. En el cas del grup control s'ha obtingut un 3,77 % de mutacions, el qual serà considerat el nombre genèric de mutacions que poden aparèixer en la reproducció de les drosòfiles.

Es pot veure que el grup cervesa sense alcohol 25 % presenta un percentatge bastant similar al del grup control i, per tant, es considera que aquesta quantitat de cervesa sense alcohol no afecta en el nombre de mutacions. En el grup cervesa sense alcohol 45 % el percentatge de mutacions ja és bastant més alt que el del grup control, i, com a resultat, el consum d'aquesta quantitat de cervesa sense alcohol sí que influeix en el nombre de mutacions.

En el cas de la cervesa amb alcohol és present un percentatge més elevat de mutacions. En el grup cervesa amb alcohol 25 % el percentatge de mutacions és lleugerament superior al del grup cervesa sense alcohol 45 %. Tot i això, el grup que presenta més mutacions és clarament el grup cervesa amb alcohol 45 %, amb un percentatge de mutacions superior al 50 %. En conseqüència, la presència d'alcohol en l'alimentació de les drosòfiles incrementa el nombre de mutacions dels seus descendents i a més, en augmentar el percentatge de cervesa en l'alimentació augmenta exponencialment la quantitat de mutacions presents en la descendència.

MUTACIONS GRUP CONTROL G1



Gràfic 8. Nombre de mutacions grup control G1

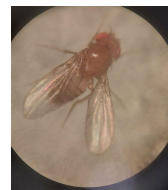


Figura 33.
Ales 45°



Figura 34. Vestigial wings



Figura 35. Yellow

MUTACIONS GRUP CERVESA AMB ALCOHOL 25 % G1

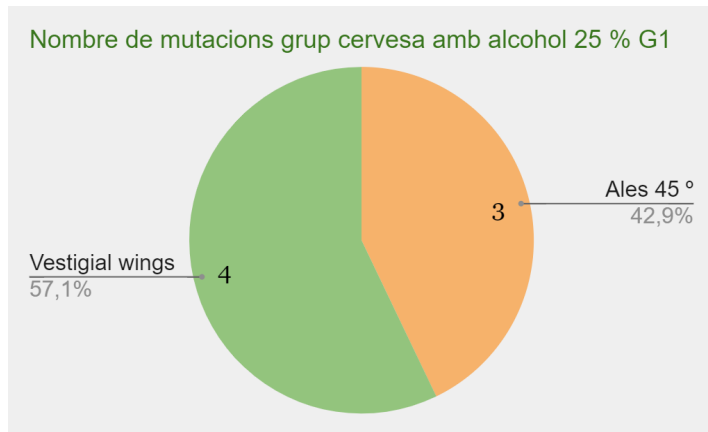


Figura 36. Vestigial wings



Figura 37. Ales 45 °

Gràfic 9. Nombre de mutacions grup cervesa sense alcohol 25 % G1

MUTACIONS GRUP CERVESA AMB ALCOHOL 45 % G1

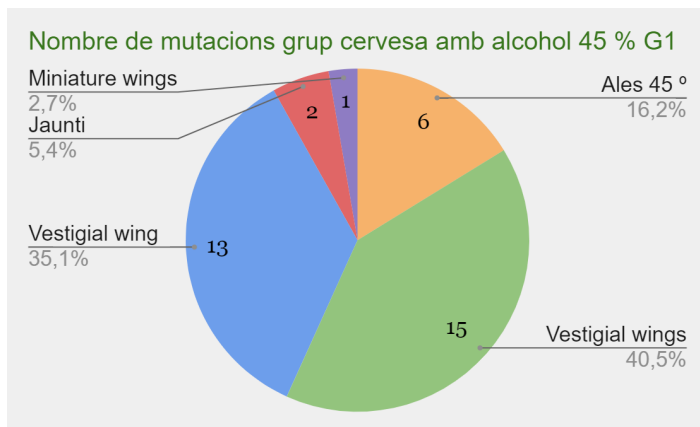


Figura 38. Ales 45°



Figura 39. Vestigial wing



Figura 40. Vestigial wings



Figura 41. Miniature wings



Figura 42. Juanti wings

Gràfic 10. Nombre de mutacions grup cervesa amb alcohol 45 % G1

TIPUS DE MUTACIONS CERVESA SENSE ALCOHOL 25 % G1

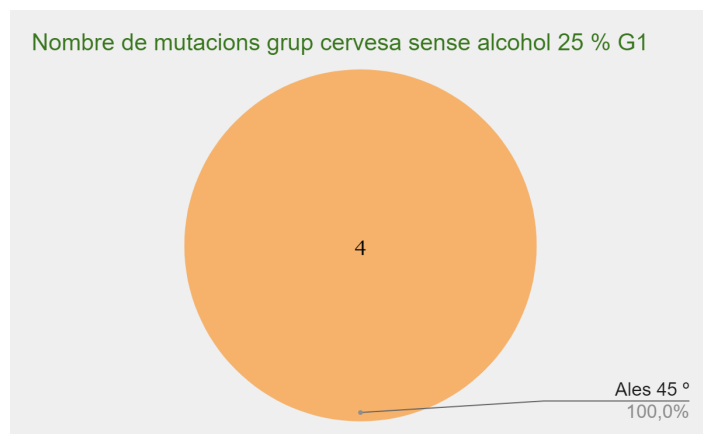
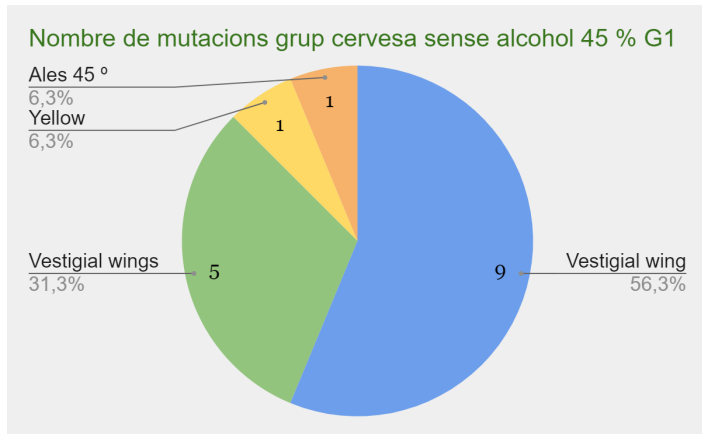


Figura 43. Ales 45 °

Gràfic 11. Nombre de mutacions grup cervesa sense alcohol 25 % G1

TIPUS DE MUTACIONS CERVESA SENSE ALCOHOL 45 % G1



Gràfic 12. Nombre de mutacions grup cervesa sense alcohol 45 % G1



Figura 44. Vestigial wings



Figura 45. Vestigial wing



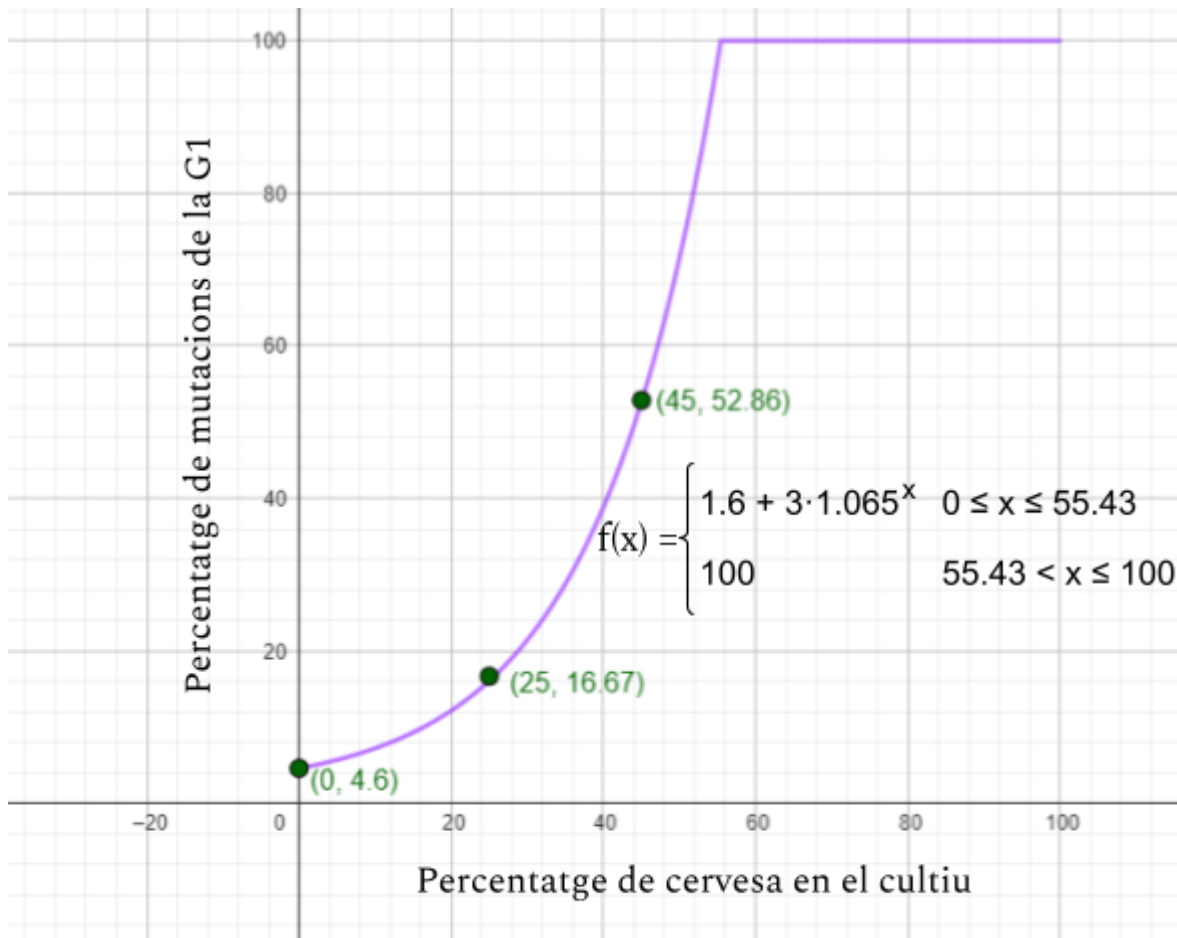
Figura 46. Yellow



Figura 47. Ales 45°

En els gràfics anteriors es pot observar que els tipus de mutacions més freqüents són ales 45° i Vestigial wings. Així i tot, cal destacar que en els grups cervesa amb alcohol 45 % i cervesa sense alcohol 45 % presenten més diversitat de tipus de mutacions, entre les quals, a part dels tipus nomenats anteriorment, també existeixen un gran nombre de mutacions del tipus Vestigial wing, la qual és la mateixa que la mutació Vestigial wings, però en aquest cas només afecta una sola ala, fet que fa pensar que aquesta mutació s'hagi pogut produir per culpa de problemes en el procés embriològic. Aquesta mutació representa més d'un 50 % de les mutacions del grup cervesa sense alcohol 45 %, per tant, aquest tipus de cervesa podria afectar el desenvolupament embriològic.

FUNCIÓ PER DETERMINAR EL PERCENTATGE DE MUTACIONS DE LA G1 A PARTIR DEL PERCENTATGE DE CERVESA AMB ALCOHOL EN L'ALIMENTACIÓ



Gràfic 13. Funció per determinar el percentatge de mutacions de la G1 segons el percentatge de cervesa amb alcohol

S'ha realitzat l'estudi d'una funció per poder determinar el nombre de mutacions que es donarien en la G1 segons el percentatge de cervesa amb alcohol present en l'alimentació de les drosòfiles.

Per trobar la funció, s'ha utilitzat el programa *GeoGebra*. En aquest programa s'han posat els tres punts que es coneixien (el percentatge de mutacions del grup control (0 % de cervesa), el grup cervesa amb alcohol 25 % i el grup cervesa sense alcohol 45 %).

Per trobar l'equació, s'ha partit de la idea que s'havia de trobar una funció exponencial i s'ha intentat buscar la que més s'aproximés. Després s'ha vist que no hi havia cap equació exponencial que passés pels tres punts, tot i que s'aproximava. Per tant, s'ha intentat buscar un nombre que multipliqués el valor exponencial, i així s'ha arribat a una equació que passava molt prop dels tres punts i, en conseqüència, s'ha agafat com a correcta. Aquesta equació és: $y = 1,6 + 3 \cdot 1,065^x$.

En veure l'equació en la gràfica es pot veure com a partir d'un punt surt que la mutació és de més del 100 %. Es busca quin és aquest punt:

$$y = 1,6 + 3 \cdot 1,065^x$$

$$100 = 1,6 + 3 \cdot 1,065^x$$

$$(100 - 1,6) / 3 = 1,065^x$$

$$\log(32,8) = \log(1,065^x)$$

$$\log(32,8) = x \cdot \log(1,065)$$

$$x = 55,43$$

A partir del valor 55,43 % de cervesa, el resultat de l'equació és superior al 100% de mutacions, cosa que no és possible. Conseqüentment, s'ha hagut de dissenyar una funció definida a trossos. Des del 0 fins al 55,43 % s'utilitza l'equació escrita anteriorment, i a partir d'aquest, l'equació sempre serà $y = 100$, per tant, el percentatge de mutacions sempre serà 100 %. També podria passar que les drosòfiles no poguessin tenir descendència a partir d'aquesta quantitat de cervesa, ja que s'ha vist que les drosòfiles que s'alimentaven amb un 45 % de cervesa ja els ha costat molt poder reproduir-se.

Tot i això, seria necessari realitzar altres experiments amb quantitats diferents de cervesa per poder comprovar que l'equació es compleix.

3.4.3.8. Anàlisi de les drosòfiles G2

Per analitzar les drosòfiles G2 s'han adjuntat diverses taules en les quals es mostren les característiques i la quantitat de les larves, pupes i drosòfiles adultes de la G2.

Larves G2:

	Nombre de larves	Mida de les larves	Color de les larves
Grup control	200 larves	5 mm x 1,5 mm	Blanc fosc
Cervesa amb alcohol 25 %	300 larves	4,5 mm x 1 mm	Blanc
Cervesa amb alcohol 45 %	120 larves	4 mm x 1 mm	Blanc
Cervesa sense alcohol 25 %	300 larves	4,5 mm x 1 mm	Blanc
Cervesa sense alcohol 45 %	150 larves	4,5 mm x 1 mm	Blanc

Taula 10. Característiques de les larves G2

**El nombre de larves és aproximat, ja que no ha estat possible contar el nombre exacte de larves.*

Pupes G2:

	Nombre de pupes	Mida de les pupes	Color de les pupes
Grup control	250 pupes	4 mm x 1,5 mm	Marró fosc
Cervesa amb alcohol 25 %	300 pupes	3,5 mm x 1,5 mm	Marró
Cervesa amb alcohol 45 %	120 pupes	3,5 mm x 1,5 mm	Marró
Cervesa sense alcohol 25 %	300 pupes	4 mm x 1,5 mm	Marró fosc
Cervesa sense alcohol 45 %	150 pupes	4 mm x 1,5 mm	Marró

Taula 11. Característiques de les pupes G2

**El nombre de pupes és aproximat, ja que no ha estat possible contar el nombre exacte de pupes.*

En aquestes taules es pot veure com les característiques de les larves i les pupes són bastant paregudes en els diversos grups de drosòfiles. Tot i això, tant les larves com les

pupes del grup control són generalment més grans que les de la resta de grups, i solen presentar un color més fosc.

Quantitat de drosòfiles adultes G2:

	Nombre de drosòfiles	Mascles	Femelles
Grup control	265 drosòfiles	131	134
Cervesa amb alcohol 25 %	365 drosòfiles	194	171
Cervesa amb alcohol 45 %	126 drosòfiles	55	71
Cervesa sense alcohol 25 %	417 drosòfiles	199	218
Cervesa sense alcohol 45 %	134 drosòfiles	69	65

Taula 12. Quantitat de drosòfiles G2

En aquesta darrera taula, es pot veure una gran diferència, entre els diversos grups, en relació amb el nombre de drosòfiles adultes nascudes en la G2.

Si es pren el grup control com a referència (265 drosòfiles), s'observa que tant el grup cervesa amb alcohol 45 % com el grup cervesa sense alcohol 45 % tenen una fertilitat més reduïda, ja que el nombre de descendents són bastant menors, exactament aquests grups han tingut menys de la meitat de descendència que el grup control. Tot i que en els dos grups el nombre de drosòfiles nascudes és paregut, cal destacar que les que han tingut una fertilitat més baixa han estat les del grup cervesa amb alcohol 45 %.

Per altra banda, passa el contrari amb els grups cervesa amb alcohol 25 % i cervesa sense alcohol 45 %, grups en els quals el nombre de descendents és bastant més elevat que en el grup control, tenint 100 descendents més i uns 150 descendents més respecte al grup control, respectivament.

Veient aquests resultats, es pot deduir que en la G2, una quantitat molt elevada de cervesa (tant amb alcohol, com sense) afecta altament en el nombre de drosòfiles nascudes en aquesta generació, i que, per tant, afecta en el nombre de descendents de manera negativa.

En canvi, una quantitat no tan alta de cervesa, permet augmentar la quantitat de drosòfiles, és a dir que augmenta el nombre de descendents.

Respecte al nombre de femelles o mascles, es pot veure com el grup control i el grup cervesa sense alcohol 45 % tenen un nombre molt paregut de mascles i femelles. La resta de grups presenten uns resultats un poc més distants, però tot i això, no s'aprecia una clara diferència. Per tant, podem deduir que la presència o no d'alcohol, en la tercera generació, no té relació amb el nombre de mascles o femelles.

Característiques de les drosòfiles G2:

	Grandària	Ulls	Cos	Ales	Comportament
Grup control	M: 3,5 mm x 1,3 mm F: 4,5 mm x 1,5 mm	Vermells	Marró	transparentes i arrodonides	Volen i caminen amb normalitat
Cervesa amb alcohol 25 %	M: 2,5 mm x 1 mm F: 4 mm x 1 mm	Vermells	Marró clar	Transparentes Algunes arrodonides i altres punxegudes	Volen molt ràpidament, tot i que els costa caminar
Cervesa amb alcohol 45 %	M: 2,5 mm x 1mm F: 4 mm x 1 mm	Vermells	Marró clar	Transparentes i la majoria arrodonides	Volen molt ràpidament, tot i que els costa caminar
Cervesa sense alcohol 25 %	M: 3,5 mm x 1,3 mm F: 4,5 mm x 1,5 mm	Vermells	Marró	transparentes i arrodonides	Volen i caminen amb normalitat
Cervesa sense alcohol 45 %	M: 3,5 mm x 1,3 mm F: 4,5 mm x 1,5 mm	Vermells	Marró	transparentes i arrodonides	Volen i caminen amb normalitat

Taula 13. Característiques de les *Drosophila* G2

*Nomenclatura: M → Mascles F → Femelles

*En aquesta taula només s'han avaluat les característiques de les drosòfiles que no presenten cap mutació.

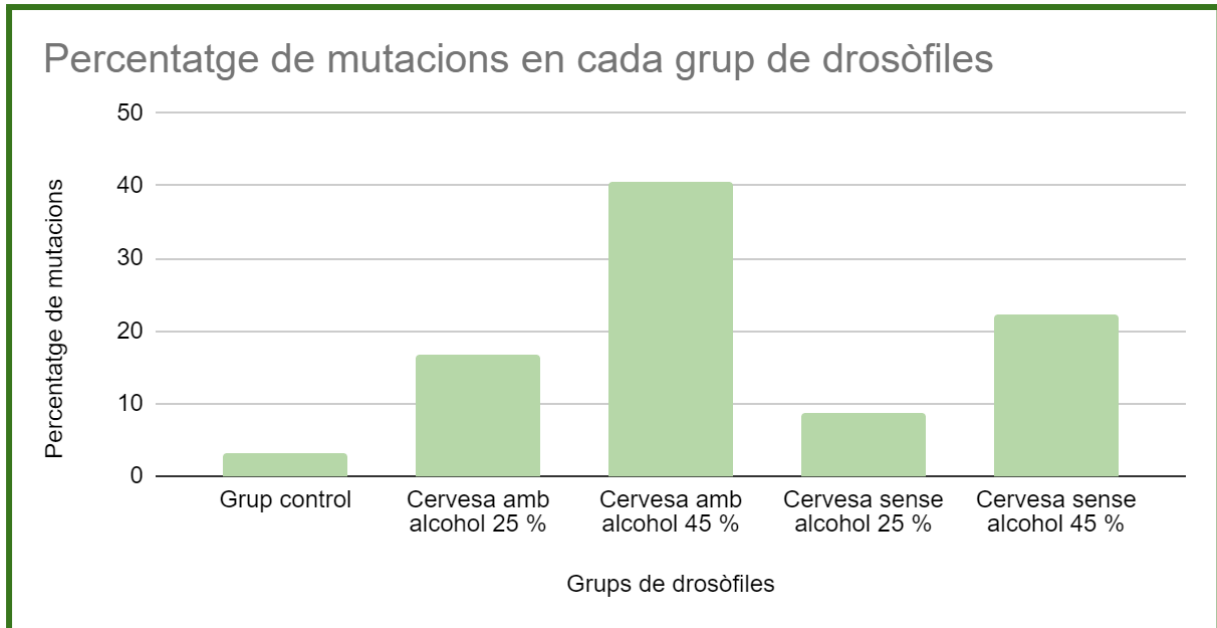
Aquestes dades mostren que les característiques de les drosòfiles adultes tant del grup control, com dels grups de cervesa sense alcohol són molt paregudes, pel que fa a la grandària, el color dels ulls, el color del cos, les ales i el seu comportament. Per tant, es pot verificar que la cervesa sense alcohol no afecta en cap d'aquestes qualitats de les drosòfiles. Per altra banda, sí que hi ha bastantes diferències entre el grup control i els grups de cervesa amb alcohol. En relació amb la mida, les drosòfiles del grup control són bastant més grans que les dels grups amb alcohol, tant els mascles com les femelles. El color dels ulls és en els tres casos el mateix, vermell, però el color del cos acostuma a ser més clar en les drosòfiles que han consumit alcohol. Les ales en el grup cervesa amb alcohol 25 % són, en alguns casos, punxegudes, a diferència de les del grup control i les del grup cervesa amb alcohol 45 %, les quals són sempre arrodonides. Finalment, difereix també el seu comportament.

Això permet arribar a la conclusió que les drosòfiles G2 dels grups que consumeixen alcohol presentaran unes característiques i un comportament altament diferenciats al de les drosòfiles que no consumeixen cap tipus de cervesa i al de les que consumeixen cervesa sense alcohol.

Mutacions de la *Drosophila* G2:

	Nombre de mutacions	Mascles amb mutacions	Femelles amb mutacions	Tipus de mutacions	% de mutacions
Grup control	8	1	7	Ales 45 °, Yellow, Vestigial wings	3,17 %
Cervesa amb alcohol 25 %	61	34	27	Ales 45 °, Vestigial wings, Vestigial wing, Yellow i Juanti	16,71 %
Cervesa amb alcohol 45 %	51	19	33	Ales 45 °, Vestigial wings, Vestigial wing, Juanti i Miniature wings	40,48 %
Cervesa sense alcohol 25 %	40	19	21	Ales 45 °, Vestigial wings i Vestigial wing	8,63 %
Cervesa sense alcohol 45 %	30	15	15	Ales 45 °, Vestigial wings i Vestigial wing	22,39 %

Taula 14. Mutacions de les *Drosophila* G2



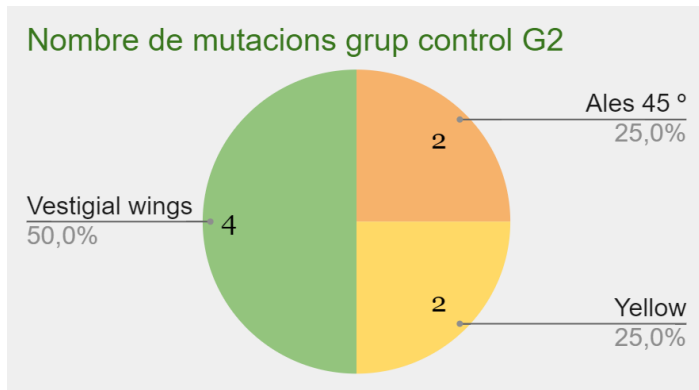
Gràfic 14. Percentatge de mutacions en cada grup de *Drosophila* G2

En la taula i el gràfic anteriors es pot veure tota la informació relacionada amb les mutacions dels diferents grups de drosòfiles de la G2.

El grup control presenta un 3,17 % de mutacions, sent el grup que té un percentatge de mutacions més baix. Per sobre d'aquest es troba el grup cervesa sense alcohol 25 %, que té gairebé un 9 % de mutacions. El grup cervesa sense alcohol 45 %, en canvi presenta un nombre bastant més elevat de mutacions, un 22,39 %.

Els grups de cervesa amb alcohol 25 % i 45 % tenen un 16,71 % i un 40,48 % de mutacions respectivament. Per tant, les drosòfiles del grup que han consumit alcohol tenen més mutacions que les que han consumit cervesa sense alcohol, si comparem els grups que tenen un mateix percentatge de cervesa.

MUTACIONS GRUP CONTROL G2



Gràfic 15. Nombre de mutacions grup control G2



Figura 48. Yellow

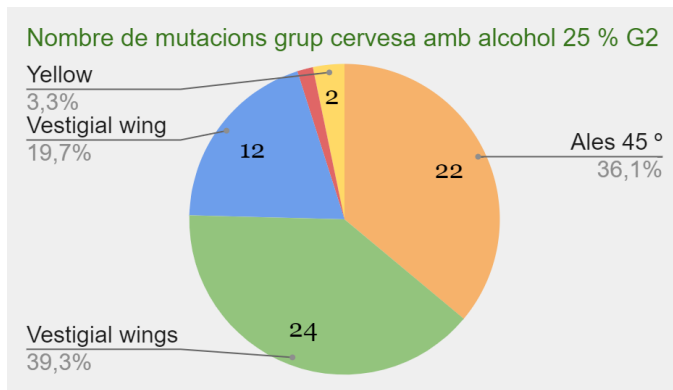


Figura 49. Ales 45°



Figura 50. Vestigial wings

MUTACIONS GRUP CERVESA AMB ALCOHOL 25 % G2



Gràfic 16. Nombre de mutacions grup cervesa amb alcohol 25 % G2



Figura 51. Ales 45°



Figura 52. Juanti



Figura 53. Yellow

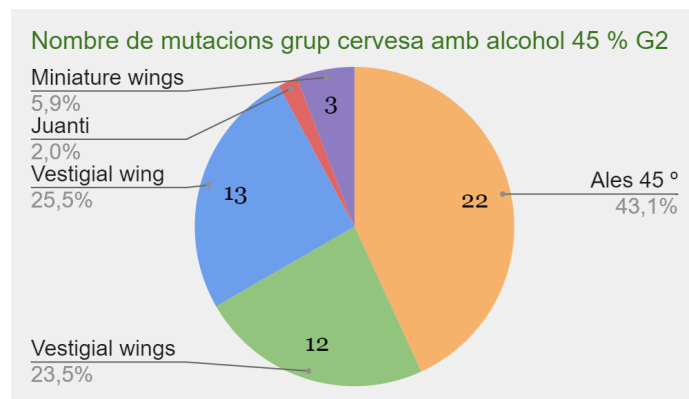


Figura 54. Vestigial wing



Figura 55. Vestigial wings

MUTACIONS GRUP CERVESA AMB ALCOHOL 45 % G2



Gràfic 17. Nombre de mutacions grup cervesa amb alcohol 45 % G2



Figura 56. Ales 45°



Figura 57. Vestigial wings

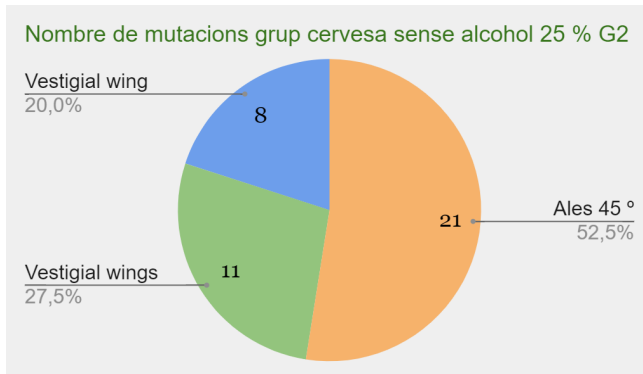


Figura 58. Miniature wings



Figura 59. Vestigial wings

MUTACIONS GRUP CERVESA SENSE ALCOHOL 25 % G2



En aquest estudi no vaig poder fotografiar les drosòfiles ja que durant un curt període de temps em vaig quedar sense èter.

Gràfic 18. Nombre de mutacions grup cervesa sense alcohol 25 % G2

MUTACIONS GRUP CERVESA SENSE ALCOHOL 45 % G2

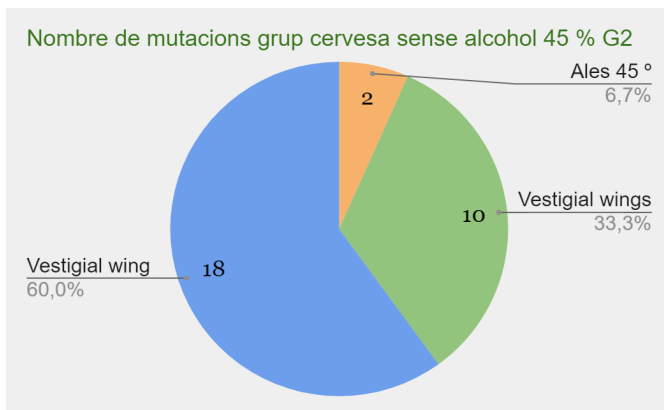


Figura 60. Ales 45 °

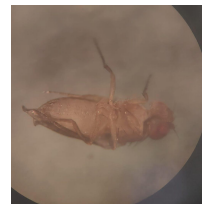


Figura 61. Vestigial wings

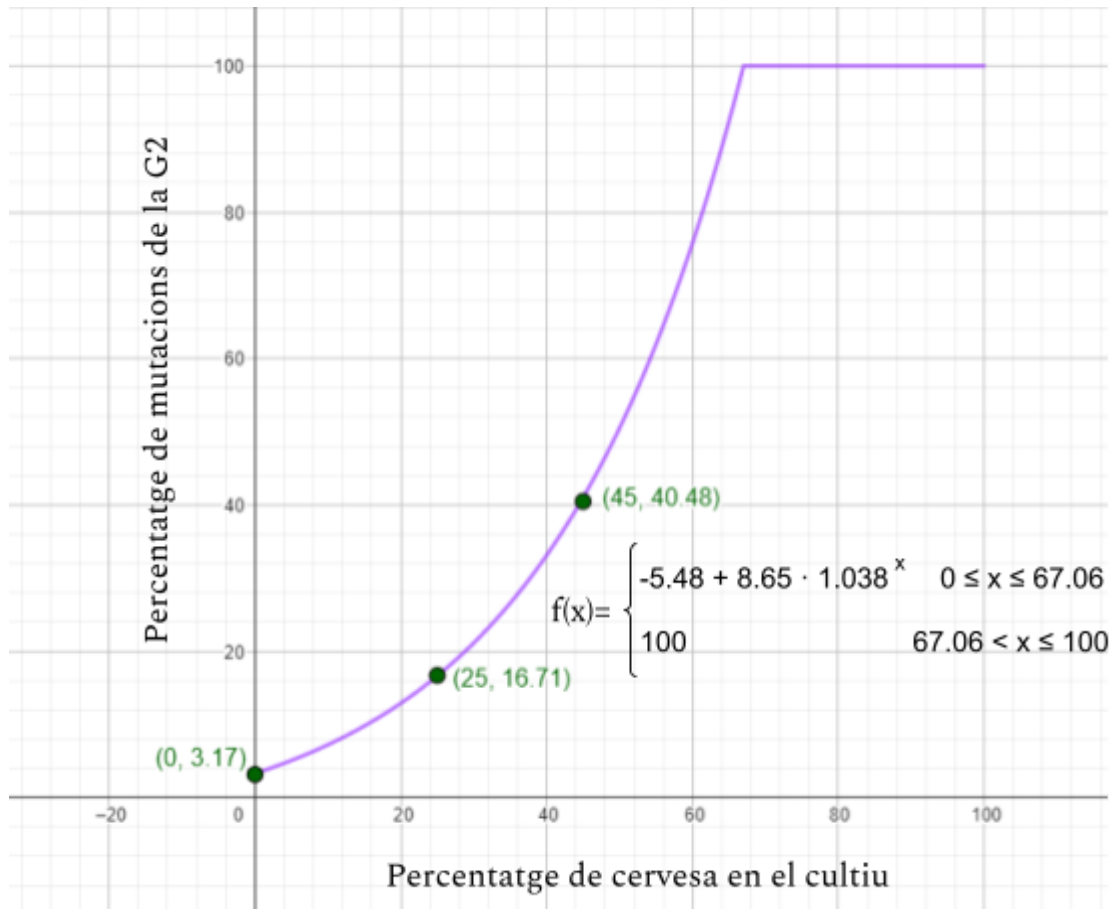


Figura 62. Vestigial wing

Gràfic 19. Nombre de mutacions grup cervesa sense alcohol 45 % G2

En aquests gràfics i imatges s'observen que les mutacions que gairebé apareixen en tots els grups són Vestigial wings i Ales 45 °. A part, també destaca la mutació Vestigial wing, la qual no té lloc en el grup control, però sí en tota la resta de grups, és a dir dels grups que inclouen cervesa en la seva alimentació. Principalment, aquesta mutació afecta el grup cervesa sense alcohol 45 %, el qual presenta més de la meitat de les mutacions d'aquest tipus. Com ja s'ha mencionat anteriorment, aquesta mutació podria ser deguda a problemes en el procés embriològic, per tant, la cervesa sense alcohol podria afectar negativament en aquest procés.

FUNCIÓ PER DETERMINAR EL PERCENTATGE DE MUTACIONS DE LA G2 A PARTIR DEL PERCENTATGE DE CERVESA AMB ALCOHOL EN L'ALIMENTACIÓ



Gràfic 20. Funció per determinar el percentatge de mutacions de la G1 segons el percentatge de cervesa amb alcohol

Aquesta equació s'ha obtingut seguint el mateix procediment que es va utilitzar per obtenir la funció en la G1.

En aquest cas, l'equació obtinguda és: $y = - 5,48 + 8,65 \cdot 1.038^x$.

Es busca el punt a partir del qual, seguint l'equació anterior, el percentatge de mutacions dona més gran del 100 %.

$$y = -5,48 + 8,65 \cdot 1,038^x$$

$$100 = -5,48 + 8,65 \cdot 1,038^x$$

$$(100 + 5,48) / 8,65 = 1,038^x$$

$$\log (12,19) = \log (1,038^x)$$

$$\log (12,19) = x \cdot \log (1,038)$$

$$\mathbf{x = 67,06}$$

A partir del valor 67,06 % de cervesa, el resultat de l'equació és superior al 100% de mutacions, cosa que no és possible. S'ha dissenyat una funció definida a trossos. Des del 0 fins al 67,06 % s'utilitza l'equació escrita anteriorment, i a partir d'aquest, l'equació sempre serà $y = 100$.

3.4.3.9. Comparació de la G1 amb la G2

Amb totes les dades obtingudes es pot veure que la variació entre els resultats de la G1 i la G2 és mínima. En el que més difereixen és en el nombre de drosòfiles nascudes a cada generació, cosa que no es pot considerar rellevant, ja que en la G1 es parteix de 10 progenitors i en la G2 de totes les drosòfiles nascudes en la G1 dels diversos grups (un nombre molt més alt que 10 en tots els casos).

Les característiques de les drosòfiles són molt paregudes en les dues generacions, com també ho és el seu comportament. L'únic canvi que s'ha observat ha estat en la mida de les drosòfiles que han consumit alcohol. En la G1 aquestes ja eren més petites que la resta, però en la G2 la diferència encara era més evident.

Si es comparen el nombre de mutacions i els tipus es pot veure que tampoc es presenta una alta diferència entre les dues generacions. Així i tot, sí que en la G2 el nombre de drosòfiles mutades dels grups cervesa sense alcohol és més alt que en la G1 i en els grups cervesa amb alcohol 25 % i el grup control el nombre de mutacions és gairebé constant. El que més destaca és el grup cervesa amb alcohol 45 %, en el qual el nombre de mutacions és més elevat en la G1 que en la G2. Això es veu reflectit en la gràfica de la funció, trobada en cada generació.

4. CONCLUSIÓ

Una vegada acabada tota la recerca i experimentació, i d'haver passat gairebé un any buscant informació, visualitzant vídeos i sobretot estudiant i analitzant les drosòfiles, s'ha arribat a una sèrie de conclusions, les quals s'exposen a continuació.

Primerament, es vol remarcar la dificultat de la part pràctica. Això ha fet dedicar-li moltes hores a l'experimentació, la qual ha durat aproximadament quatre mesos. Una vegada van arribar les drosòfiles, van començar a sorgir molts problemes, la majoria dels quals no s'havien previst. Però amb el temps i la dedicació, s'han anat aprenent a solucionar-los. Un dels problemes més grans que es va donar inicialment va ser la realització d'un medi de cultiu adequat per a les drosòfiles. Després de provar diverses receptes, se'n va trobar una que permetia tant la vida com la reproducció de les drosòfiles, solucionant d'aquesta manera la primera dificultat. A més, també es van tenir dificultats per poder adormir les drosòfiles, ja que moltes vegades es despertaven abans d'haver-les tornat a posar als recipients i marxaven volant, i si se les adormia massa estona n'hi havia moltes que ja no es despertaven. En definitiva, a l'inici, la part pràctica va resultar molt complicada, però una vegada superats tots els entrebancs, l'estudi ha estat molt interessant i ha permès l'accés a molts coneixements nous.

Seguidament, s'analitzarà si s'han assolit els objectius proposats a l'inici del treball i si es compleixen les hipòtesis.

OBJECTIUS		S'han assolit?
1. Estudiar quin efecte provoca el consum de cervesa amb alcohol en el desenvolupament de les drosòfiles melanogaster que la consumeixen i en la segona i tercera generació d'aquestes, tant a nivell d'estructura (forma i color del cos i l'aparició de mutacions), com a nivell de comportament.	1.1. Observar al relació de l'alcohol amb la funció de reproducció de les drosòfiles (capacitat de reproducció i nombre de descendents).	✓
	1.2. Conèixer si l'augment del percentatge de la beguda alcohòlica produeix un major nombre d'anomalies en els progenitors i descendents.	✓
	1.3. Comparar els problemes que pateixen els descendents de la primera generació, i els descendents de la segona, en els grups que consumeixen cervesa amb alcohol.	✓
2. Investigar si la cervesa sense alcohol provoca algun canvi estructural o fisiològic en les drosòfiles i en els seus descendents.		✓

Taula 15. Objectius

HIPÒTESIS		S'han complert?
1. El consum d'alcohol per part de les drosòfiles melanogaster provoca problemes en el desenvolupament de les drosòfiles que el consumeixen i té un efecte negatiu a la segona i tercera generació de drosòfiles, provocant canvis estructurals i mutacions i dificultant el seu desplaçament i vol.	1.1. El consum d'alcohol dificulta la reproducció de les drosòfiles i redueix el nombre de descendents que tindran.	~
	1.2. Com més quantitat de cervesa amb alcohol consumeixen, més anomalies presenten els descendents.	✓
	1.3. En els grups que consumeixin alcohol, els descendents de les drosòfiles de la segona generació patiran un major nombre de problemes que els descendents de la primera generació.	✗
2. La cervesa sense alcohol provocarà canvis en les drosòfiles, tot i que els problemes seran molt menors que en les drosòfiles que s'alimentin de la cervesa amb alcohol.		✓

Taula 16. Hipòtesis inicials

Després d'haver realitzat aquest treball s'han complert tots els objectius, però, per contra, s'ha pogut comprovar que no totes les hipòtesis eren certes.

S'han observat diferències entre els grups que han consumit alcohol i el grup control.

Analitzant la primera generació de drosòfiles, s'ha vist que en el grup cervesa amb alcohol 45 %, les drosòfiles han sofert problemes per poder-se reproduir, les quals no s'han reproduït fins al quart intent. A més, en aquest grup el seu temps de vida també ha estat molt inferior. En el grup cervesa amb alcohol 25 %, no s'han observat aquestes diferències. Per tant, **a partir d'una quantitat elevada d'alcohol en l'alimentació, disminueix l'esperança de vida i la capacitat reproductora de les drosòfiles.** Això fa que es compleixi una part de la hipòtesi 1.1, ja que la reproducció de les drosòfiles que han consumit més quantitat d'alcohol ha estat més difícil.

Després d'estudiar els descendents i els descendents d'aquests (G1 i G2), per contra, s'ha afirmat que la hipòtesi 1.1 no és del tot certa, pel fet que no s'ha vist que les drosòfiles que han consumit alcohol tinguin menys descendents. En aquest aspecte no s'ha vist cap relació amb el consum d'alcohol.

En canvi, sí que **hi ha hagut diferències tant en el comportament, com en la morfologia, sent les anomalies majors en el grup cervesa amb alcohol 45 %**, per tant, es compleix la hipòtesi 1.2. En el comportament, s'ha destacat que les drosòfiles que consumeixen alcohol volen molt ràpidament, però els costa caminar. En la morfologia, les drosòfiles dels grups amb alcohol han nascut més petites i de color més clar que les del grup control, i han patit un gran nombre de mutacions, principalment a les ales, que han arribat a afectar fins a la meitat dels descendents en el grup cervesa amb alcohol 45 %. Aquí cal ressaltar que tant en la G1 com en la G2, les drosòfiles del grup cervesa amb alcohol 45 % han presentat moltes més mutacions que les del grup cervesa amb alcohol 25 %. Per tant, es torna a comprovar la hipòtesi 1.2.

En canvi, la hipòtesi 1.3 ha estat refutada, ja que mitjançant els experiments s'ha vist que en el grup cervesa amb alcohol 25 % hi ha hagut un percentatge de mutacions molt similar entre les dues generacions de descendents, i en el grup cervesa sense alcohol, fins i tot, el nombre de mutacions de la G1 ha estat superior al de la G2. S'ha conclòs que **no afecta el nombre de generacions anteriors que hagin consumit alcohol mentre ho hagin fet els progenitors**, tot i que s'haurien de fer moltes més proves per poder assegurar-ho.

En el cas dels **grups de cervesa sense alcohol** s'ha pogut comprovar la hipòtesi 2, ja que **les drosòfiles d'aquests grups han patit diversos problemes, tot i que inferiors que en els grups amb alcohol**. Tot i això, han presentat un nombre bastant elevat de mutacions, moltes de les quals han estat la mutació de Vestigial wing.

Les drosòfiles són uns insectes a partir dels quals s'han realitzat molts estudis que s'apliquen als humans, per tant, en aquest cas es podria afirmar que un consum excessiu d'alcohol en humans també pot reduir la capacitat reproductora i pot causar canvis en el material genètic dels seus descendents donant lloc a anomalies i problemes que patiran aquests durant tota la seva vida.

L'ALCOHOL NO NOMÉS ÉS PERJUDICIAL PER A TU, TAMBÉ HO SERÀ
PER ALS TEUS FILLS.

PEL TEU BÉ I SOBRETOT PEL SEU, FES UN CONSUM RESPONSABLE.

5. WEBGRAFIA

BARCIELA, Patricia. *Una mosca para la ciencia* [en línia]. 19/10/2016

https://www.lavozdegalicia.es/noticia/ciencia/2016/10/19/mosca-ciencia/0003_201610SE19P7991.htm#:~:text=Para%20distinguir%20los%20dos%20sexos,%27extremo%20del%20abdomen%20oscuro

BARCIELA, Patricia. Un modelo de organismo: la mosca de la fruta [en línia]. 07/02/2018

https://www.lavozdegalicia.es/noticia/lavozdelaescuela/2018/02/07/modelo-organismo-mosca-fruta/0003_201802SE7P7991.htm

Botanical. *Cría de la Drosophila* [en línia]. 02/05/2020

<https://www.botanical-online.com/animales/mosca-vinagre-cria>

CASBAS, María. *Este mapa muestra el precio de una cerveza en los diferentes países del mundo* [en línia]. 01/03/2021

<https://www.traveler.es/viajes-urbanos/articulos/mapa-precio-cerveza-paises-mundo-mas-barata/20328>

CDC. *Consumo de alcohol durante el embarazo* [en línia].

[https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/fasd/alcohol-use.html#:~:text=Beber%20alcohol%20durante%20el%20embarazo.espectro%20alcoh%C3%B3lico%20fetal%20\(TEAF\)](https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/fasd/alcohol-use.html#:~:text=Beber%20alcohol%20durante%20el%20embarazo.espectro%20alcoh%C3%B3lico%20fetal%20(TEAF))

CDC. *El consumo de alcohol y su salud* [en línia].

<https://www.cdc.gov/alcohol/hojas-informativas/consumo-alcohol-salud.html>

Cervecerías Golden. *¿Qué ingredientes tiene la cerveza?* [en línia].

<https://www.cerveceriagolden.com/que-ingredientes-tiene-la-cerveza/>

Cerveceros de México. *Levadura, el ingrediente vivo de la cerveza* [en línia].

<https://cervecerosdemexico.com/2020/09/18/levadura-el-ingrediente-vivo-de-la-cerveza/>

COBOS, Orestes de Jesús; RIVERA, Xaira Jimena; REMES, José María. *Los efectos carcinogénicos del acetaldehído. Una visión actual* [en línia]. Juliol - Agost 2016

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1665920116300530>

Cooperatives de Prades. *El cultiu de llúpol a Prades* [en línia].

<https://www.cooperativaprades.cat/el-llupol/>

CSIC. *La mosca de la fruta en estado "salvaje"* [en línia].

<http://www.seresmodelicos.csic.es/mosca.html>

Definición. *Definición de cerveza* [en línia].

<https://definicion.de/cerveza/#:~:text=La%20cerveza%20es%20una%20bebida.fermentado%20en%20agua%20con%20levadura>

Definición. *Definición de etanol* [en línia]. <https://definicion.de/etanol/>

Diario de Sevilla. *España, segundo país más bebedor de cervezas del mundo* [en línia]. 24/09/2021

https://www.diariodesevilla.es/consumo/Espana-segundo-bebedor-cervezas-mundo_0_1613838908.html

El Comercio. *Los efectos del alcohol pasarían de generación en generación* [en línia]. 14/11/2016

<https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/efectos-alcohol-pasarian-generacion-generacion-148434-noticia/>

Enciclopèdia.cat. *Braquícers* [en línia].

<https://www.enciclopedia.cat/gran-enciclopedia-catalana/braquicers>

Enciclopèdia.cat. *Midó* [en línia].

<https://www.enciclopedia.cat/gran-enciclopedia-catalana/mido>

Enciclopèdia.cat. *Ordi* [en línia].

<https://www.enciclopedia.cat/gran-enciclopedia-catalana/ordi>

Gran diccionari de la llengua catalana. *Esterilitzar* [en línia].

<https://www.diccionari.cat/GDLC/esterilitzar>

Gencat. *Trastorn de l'espectre alcohòlic fetal* [en línia]. 25/01/2021

<https://canalsalut.gencat.cat/ca/detalls/article/La-prevencio-dels-trastorns-de-lespectre-de-la-coholisme-fetal-00001>

GONZÁLEZ, Pedro. *Qué es un ocelo y cuál es su función* [en línia].

<https://okdiario.com/curiosidades/que-ocelo-cual-funcion-4353638>

Hogarmania. *6 propiedades saludables de la cerveza* [en línia].

<https://www.hogarmania.com/salud/bienestar/dieta-sana/propiedades-cerveza-26055.html>

Laboratoriumdiscounter. *Éter dietílico* [en línia].

<https://www.laboratoriumdiscounter.nl/es/quimicos/a-z/d/eter-dietilico/>

La maltería del cervecero. *La malta o cebada malteada* [en línia]. 02/04/2020

<https://www.lamalteriadelcervecero.es/la-malta-o-cebada-malteada/>

Los cervecistas. *El proceso de fabricación de la cerveza* [en línia].

<https://www.loscervecistas.es/el-proceso-de-fabricacion-de-la-cerveza/>

MEGA, Museo Estrella Galicia. *El agua: Una materia prima básica de la cerveza* [en línia].

<https://mundoestrellagalicia.es/agua-ingrediente-cerveza/>

Ministerio de cultura Argentina. *Historia de la cerveza* [en línia]. 22/07/2019
https://www.cultura.gob.ar/cronologia-de-la-cerveza_7973/#:~:text=Su%20origen%20de%20la%20cerveza,cerveza%20de%20un%20mismo%20recipiente

MUÑOZ, Miriam. *Así daña el alcohol a tu cuerpo y perjudica tu salud* [en línia]. 30/03/2016
<https://efesalud.com/alcohol-droga-perjudica/>

ORMAECHEA, Eva. *Cómo afecta el alcohol al cuerpo* [en línia]. 20/02/2021
https://www.salud.mapfre.es/cuerpo-y-mente/habitos-saludables/los-efectos-del-alcohol-en-el-organismo/#Efectos_Del_alcohol_en_el_embarazo_y_en_el_feto

Química.es. *Etanol* [en línia]. <https://www.quimica.es/enciclopedia/Etanol.html>

SÁNCHEZ, Fran. *¿Cómo se hace la cerveza sin alcohol?* [en línia].
<https://loopulo.com/cervezas-sin-alcohol/como-se-hace-la-cerveza-sin-alcohol/>

The Beer Times. *Cerveza sin alcohol, diferencias de elaboración y beneficios para la salud* [en línia]. <https://www.thebeertimes.com/cerveza-sin-alcohol-diferencias-y-beneficios/>

Wikiwand. *Drosophilids* [en línia]. <https://www.wikiwand.com/ca/Drosophilids>

6. ANNEXOS

6.1. Diari de l'experimentació

28 de juny - 3 juliol

Avui, 28 de juny, he anat a buscar les mosques i tot el material necessari a l'institut. M'han arribat 10 mosques. A més, la meva tutora del TDR també m'ha donat una lupa binocular i plaques de petri per poder observar les mosques, agar-agar que és el seu aliment, èter per poder adormir-les, i diversos recipients de vidre per poder fer tots els experiments. He arribat a casa i he preparat un espai per poder deixar tot el material. He vist que sobre el cultiu d'agar-agar hi havia com una mena de cucs, els quals eren larves de *Drosophila*. N'hi havia algunes de més grans i més desenvolupades i d'altres més petites, per tant, espero que en pocs dies les larves es transformen en mosques que em serviran per a realitzar els meus experiments.

Entre el 28 i el 30 de juny, he començat a aprendre com treballar amb les mosques, però a causa de la poca quantitat de drosòfiles i a la meva poca experiència he tingut diversos problemes. He intentat aprendre a adormir les mosques, però algunes d'elles abans de retornar-les al seu recipient m'han marxat volant. A part, també he començat a aprendre a diferenciar entre mascles i femelles, mitjançant la lupa binocular, procés que no m'ha semblat tan complicat com el d'adormir-les. Així i tot, avui, 30 de juny, ja no em queda cap de les drosòfiles que em van arribar, degut a que han marxat volant o s'han enganxat al medi de cultiu. Les larves que venien amb el recipient inicial han començat a passar a pupes, i aquestes les he separat en 2 recipients, per si ocorria algun incident.

Avui, 3 de juliol, de les pupes ja han començat a néixer algunes drosòfiles. Ara ja han nascut 8 mosques a un dels recipients i unes 25 mosques a l'altre, és a dir que en total ja tinc més de 30 mosques, que són les que necessito per a realitzar els meus experiments (vull fer 5 cultius de drosòfiles amb 6 mosques per a cada cultiu, 3 femelles i 3 mascles).

4 de juliol - 10 de juliol

Avui, dia 4 de juliol, he iniciat el meu estudi. He començat a preparar els diversos cultius. Primer he calculat les proporcions d'agar-agar i de líquid necessaris per a les diverses mesclures. He realitzat 5 cultius (un grup de control, un cultiu amb un 25 % en volum de cervesa amb alcohol, un cultiu amb un 50 % en volum de cervesa amb alcohol, un cultiu

amb un 25 % en volum de cervesa sense alcohol, un cultiu amb un 50 % en volum de cervesa sense alcohol).

Per a saber la quantitat de líquid necessari per a mesclar-lo amb l'agar-agar, inicialment he barrejat agar-agar només amb aigua fins que he aconseguit la consistència que buscava (una consistència semilíquida). A continuació, mitjançant càlculs he trobat les quantitats dels ingredients de cada cultiu.

A continuació adjunto una taula en la qual es pot veure les quantitats de cada ingredient en els diversos cultius.

MEDIS DE CULTIU	Grup control	25% vol. de cervesa amb alcohol	50% vol. de cervesa amb alcohol	25% vol. de cervesa sense alcohol	50% vol. de cervesa sense alcohol
Aigua	8 ml	5 ml	2 ml	5 ml	2 ml
Agar-agar	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml
Cervesa amb alcohol	x	3 ml	6 ml	x	x
Cervesa sense alcohol	x	x	x	3 ml	6 ml

Per a realitzar els diversos medis primer he posat aigua a bullir i l'he mesclat amb l'agar. Després, per als cultius que contenen cervesa he deixat que la mescla es refredés un poc per poder afegir la cervesa. Quan ja he tingut les diverses dissolucions fetes les he introduïdes dintre de 5 recipients de vidre.

Posteriorment, he passat les drosòfiles dins dels diversos recipients. Com que tenia 2 pots amb drosòfiles, he adormit les drosòfiles d'un dels recipients, i les he anat classificant amb mascles i femelles i he posat a l'interior de cada recipient 2 mascles i 2 femelles. He tingut diversos problemes, ja que no he tingut prou drosòfiles per posar-ne 6 dins de cada pot, només n'he pogut posar 4.

Com que només he fet l'experiment amb les drosòfiles d'un dels recipients inicials, si aquest experiment no em funciona, sempre tinc les drosòfiles de l'altre recipient, per a tornar a realitzar l'estudi.

Durant la resta de la setmana moltes de les mosques dels diversos grups que formaven part de l'experiment se m'han mort. He arribat a la conclusió que el medi amb només agar-agar i aigua no permet la supervivència de les drosòfiles. Així que he provat de crear un nou cultiu, utilitzant uns ingredients diferents, per veure si d'aquesta manera funcionava millor.

Els ingredients que he utilitzat són:

- 5 mL d'agar-agar
- 5 mL de farina de blat de moro (maizena)
- 2 mL de pera
- 2 mL de plàtan
- 1 mL de llevat
- 2 mL de suc de llimona
- 16,33 mL d'aigua

He passat 7 drosòfiles al recipient amb aquest cultiu.

11 de juliol - 18 de juliol

Tot i que en els grups de l'experiment moltes de les drosòfiles havien mort, durant aquesta setmana els grups cervesa amb alcohol i el grup cervesa sense alcohol 45 %, han tingut descendència, però el nombre de descendents ha estat extremadament reduït i per tant, en considerar-se que l'agar-agar no era aliment suficient per a les drosòfiles, aquests resultats no es contemplen en el treball. Tot i això, he decidit investigar les drosòfiles descendents i les seves característiques per poder anar aprenent a adormir, observar i classificar les drosòfiles.

Avui, dia 18 de juliol, he creat un nou aliment perquè les drosòfiles, ja que l'última recepta tampoc m'havia funcionat.

Els ingredients que he utilitzat són (per a tres recipients):

- ½ plàtan
- 50 ml d'aigua temperada
- 50 ml de vinagre de poma
- 2 cullerades grans de puré de patata
- 1 cullerada petita de maicena (farina de panís)
- 1 cullerada petita de sucre
- 5 g de llevat fresc

A aquest nou cultiu hi he passat 15 drosòfiles (8 femelles i 7 mascles), per veure si aquest cultiu nutritiu permet el seu bon desenvolupament.

19 de juliol - 4 d'agost

He estat de vacances.

5 d'agost - 14 d'agost

Quan he tornat de les vacances havien nascut diverses drosòfiles al grup amb el nou cultiu (on havia afegit 15 drosòfiles), les quals he canviat a un recipient nou. He considerat que aquest cultiu és funcional i és el que utilitzaré com a base per als meus experiments. Aquestes drosòfiles no han pogut formar part del meu experiment, ja que no sé quants de dies porten de vida, si ja han criat...

Durant el dia d'avui, 5 d'agost, m'han sortit noves mosques al pot, les quals sí que sé que encara no han criat i que les femelles són verges. Aquestes les he passat a un altre recipient i seran les que formaran el grup control. A més, amb aquestes drosòfiles també faré un estudi del seu cicle vital. N'he passat 10 (5 mascles i 5 femelles). He decidit que als grups de l'experiment hi posaré 10 drosòfiles, ja que he vist que 6 drosòfiles són molt poques, i poden morir molt fàcilment. Per a realitzar tots els experiments he fet ús de la nova recepta. No obstant això, aquesta només conté un 45 % de líquid, per la qual cosa la quantitat màxima de cervesa que es pot afegir és el 45 %. Per tant, els grups que s'havien de fer amb un 50 % de cervesa passaran o contindre'n un 45 %.

Durant la resta de la setmana m'han nascut noves drosòfiles amb les quals he pogut crear els grups cervesa amb alcohol 45 % (6 d'agost), el grup cervesa amb alcohol 25 % (8 d'agost) i el grup cervesa sense alcohol 45 % (11 d'agost).

En el grup control el dia 11 he pogut observar ous de *Drosophila* i a partir del dia 12 han començat a aparèixer diverses larves. Als grups cervesa amb alcohol 25 % i cervesa sense alcohol 45 % també han començat a aparèixer larves el dia 13 d'agost.

El dia 15 he creat el grup cervesa sense alcohol 25 %. Per tant, ara ja tenim tots els grups de l'experiment. A aquesta generació de drosòfiles, la primera, l'anomenarem G0.

S'han anat morint diverses drosòfiles dels grups que formen part de l'experiment, però encara en queden algunes de vives.

15 d'agost - 21 d'agost

Durant els primers dies d'aquesta setmana ha anat augmentat el nombre de larves que hi havia al grup control, grup cervesa amb alcohol 25 % i grup cervesa sense alcohol 45 %. A més, el dia 15 algunes de les larves del grup control han passat a pupes, i el 16 ha passat el mateix al grup cervesa amb alcohol 25 % i cervesa sense alcohol 45 %. El dia 17 d'agost també han començat a aparèixer larves al grup cervesa sense alcohol 25 %, que el dia 20 ja han començat a passar a pupes. Per tant, en tots aquests grups he hagut de passar les drosòfiles adultes a un nou recipient, per a poder saber quines són les drosòfiles que naixeran, i no confondre-les amb els seus progenitors.

Les drosòfiles del grup cervesa amb alcohol 45 % han acabat morint totes el dia 20 d'agost sense tenir descendència.

Entre els dies 18 i 21 d'agost de les pupes han nascut les drosòfiles del grup control i gairebé simultàniament, també han anat naixent les del grup cervesa amb alcohol 25 % i cervesa sense alcohol 45 %. A aquesta generació l'anomenarem G1 (segona generació).

El dia 21 d'agost he tornat a afegir mosques a un nou recipient per poder tornar a començar l'experiment amb el grup cervesa amb alcohol 45 %.

22 d'agost - 28 d'agost

Durant aquests dies han nascut les drosòfiles del grup cervesa sense alcohol 25 % (G1).

En tots els grups on tinc les drosòfiles G1 han aparegut larves i pupes, les quals seran la tercera generació, a la qual anomenarem G2.

El dia 28 d'agost ja han començat a néixer drosòfiles adultes G2 al grup cervesa amb alcohol 25 %.

En el grup cervesa amb alcohol 45 % (segon intent), les drosòfiles encara no han tingut descendència.

29 d'agost - 4 de setembre

A principis d'aquesta setmana han acabat de néixer les drosòfiles G2 del grup cervesa amb alcohol 25 %, i també han començat a néixer les drosòfiles G2 dels grups control, i cervesa sense alcohol 45 % i 25 %.

En el grup cervesa sense alcohol 45 %, cal destacar que m'han sortit uns resultats poc coherents, ja que en la G1 m'han sortit poques mosques amb problemes, en canvi, a la G2 han aparegut gairebé el 30 % de les drosòfiles amb una mateixa mutació (una ala vestigial, a diferència de les dos, que és la mutació comuna). Per aquest motiu s'ha volgut repetir aquest experiment.

Com que s'ha vist que al grup cervesa amb alcohol 45 % les drosòfiles s'havien tornat a morir totes sense descendència, s'ha tornat a crear un nou grup (tercer intent), el dia 30 d'agost.

5 de setembre - 11 de setembre

Aquesta setmana he avançat poc en la investigació. El nou grup que havia fet de cervesa amb alcohol 45 % encara no ha tingut descendència.

12 de setembre - 18 de setembre

Durant els primers dies d'aquesta setmana no he avançat gairebé res. Al grup cervesa amb alcohol 45 %, hi ha algunes drosòfiles que encara continuen vives, però no han tingut descendència.

El dia 18 de setembre he decidit crear un nou grup cervesa sense alcohol 45 %, pel fet que, com ja he dit, els resultats del primer intent no eren molt coherents, i he volgut fer aquesta

segona repetició per veure si el que m'havia sortit al primer experiment era correcte, o si hi havia hagut algun error.

19 de setembre - 25 de setembre

Han acabat de morir totes les drosòfiles del grup cervesa amb alcohol 45 %, sense descendència. El dia 19 de setembre he creat un nou grup cervesa amb alcohol 45 % (quart intent).

Durant aquesta setmana tant al grup cervesa amb alcohol 45 %, com al grup cervesa sense alcohol 45 % han començat a aparèixer larves i pupes, les quals s'han convertit en drosòfiles adultes (G1) entre els dies 24 i 25.

El dia 24 de setembre he creat un nou grup control, ja que es necessitava anar reproduint més drosòfiles per si sorgia algun inconvenient, i d'aquesta manera s'ha aprofitat per poder comprovar els resultats del grup control del primer experiment.

26 de setembre - 2 d'octubre

Les drosòfiles dels grups cervesa amb alcohol 45 % i cervesa sense alcohol 45 % G1 han tingut descendència i durant aquesta setmana han nascut les drosòfiles G2. A més, també han començat a néixer les drosòfiles G1 del grup control.

3 d'octubre - 9 d'octubre

Han acabat de néixer les drosòfiles del grup control G2, i amb això he acabat els experiments.