

L'oli de palma:

EL PREU BARAT DE CONSEQÜÈNCIES GREUS



ABSTRACT

It was not until scientists held that the use of palm oil could be harmful for humans' health, many people have become knowledgeable about the presence of palm oil in many foods consumed today.

The main purpose of this study is to analyze the effects of the consumption of palm oil and its possible contribution to the cause of some significant diseases in conjunction with the way in which this oil has become the most used oil of the world and why it is in many supermarket products.

Additionally, experimental data will be considered to achieve more answers about the damaging effects the palm oil has on the human organism. It is based on analyzing the growth of yeast cells in an oil palm environment, as they are the same type of cells that are found in humans.

The final results show that palm oil has many influences in such a complex organism as the human body, contributing to a negative effect on its metabolic workings.

RESUM

Pràcticament es desconeixia la presència d'oli de palma en molts dels productes que es consumeixen fins que els científics van determinar que la seva utilització podia ser perjudicial pels humans.

El principal objectiu del treball és analitzar els efectes de la ingesta d'aquest oli i les possibles malalties que pot desencadenar i com ha arribat a ser un dels olis més utilitzats del món.

A més a més, es realitzarà una part experimental per tal d'entendre els efectes perjudicials de l'oli en l'organisme humà. Es basa en el creixement de cèl·lules de llevat en oli de palma, ja que són el mateix tipus de cèl·lules que les humanes.

Els resultats finals han mostrat com l'oli de palma pot tenir moltes influències en un organisme tan complex com l'humà, provocant efectes negatius en el metabolisme.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	1
2. OBJECTIUS I HIPÒTESI	3
3. OLI VEGETAL	5
3.1. Producció i evolució del consum d'olis vegetals	5
3.2. Composició	6
3.3. Propietats	9
4. OLI DE PALMA	11
4.1. Origen	13
4.1. Procés de producció	15
4.3. Utilització en el sector alimentari	18
4.3.1. Productes que contenen oli de palma	20
4.4. Composició i propietats	22
4.5. Beneficis i malalties	25
4.6 Comparació de l'oli de palma amb l'oli d'oliva	27
5. LA CÈL·LULA EUCARIOTA	29
5.1. Metabolisme	31
5.1.1. Catabolisme dels lípids: obtenció d'energia dels greixos	33
5.1.2. Anabolisme dels lípids: síntesis dels greixos	37
5.1.3. Regulació i aplicació metabòlica dels greixos	40
6. LLEVATS	42
6.1. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	42
7. PART EXPERIMENTAL	45
7.1. Viabilitat	45
7.2. Inhibició	58
8. CONCLUSIONS	66
9. AGRAÏMENTS	68
10. BIBLIOGRAFIA	69
10.1. Bibliografia web	69
10.2. Bibliografia fotogràfica	70
11. ANNEX	73
11.1. Utilització dermatològica	73
11.2. Impacte mediambiental	75

1.INTRODUCCIÓ

És un fet evident que el consum de productes processats ha augmentat durant els darrers anys. Els diferents canvis socials que han esdevingut, han permès una major comoditat en la majoria d'àmbits quotidians de les persones, entre els quals l'alimentació.

La majoria d'empreses que produeixen aquest tipus d'aliments utilitzen diferents additius que permeten allargar la vida del producte, donar-li un aspecte més atractiu de cara al consumidor o fins i tot produir certa addicció al producte. Però això, no deixen de ser un seguit de mètodes de venda que utilitzen els empresaris per tal d'augmentar el consum i consegüentment els seus beneficis.

També hi ha alguns ingredients que encara que no garanteixin una màxima qualitat del producte, són utilitzats en aquest sector perquè el seu cost és molt menor al dels ingredients que donarien un producte d'alta qualitat, de manera que s'abarateix el preu del producte i és consumit per més gent. Aquest mètode s'utilitza amb molts ingredients, entre els quals trobem l'oli de palma.

L'oli de palma és un tipus d'oli vegetal que s'utilitza en la producció de molts dels productes que es troben en un supermercat i que durant molt de temps va passar desapercebut a ulls dels consumidors. Però això va canviar quan pocs anys enrere es va determinar que la composició d'aquest oli tenia efectes perjudicials per a la salut,¹ ja que hi ha indicis que contingui una proteïna crucial perquè les cèl·lules tumorals puguin iniciar la metàstasi. Per això, avui en dia molts consumidors estan alerta a l'hora de comprar productes que puguin contenir aquest tipus d'oli. Tot i això, hi ha empreses que no determinen quin tipus d'oli vegetal fan servir o utilitzen sinònims de l'oli de palma, per tal que les seves vendes no es vegin afectades.

Tot i els possibles efectes negatius que pot tenir la consumició d'aquest oli, en els supermercats es troben moltíssims productes que encara utilitzen l'oli de palma, ja que moltes empreses s'han oposat a no utilitzar-lo, tan pel gust que dona al producte com pel benefici econòmic que se'n pot aconseguir.

És per això que vaig decidir enfocar el meu treball de recerca cap a aquest tema. En

¹. L'estudi va ser realitzat per l'Institut d'Investigació Biomèdica de Barcelona i liderat pel cinetífic Salvador Aznar Benitah. Es va publicar a la revista Nature al desembre de l'any 2016.

desconeixia totalment l'existència de l'oli de palma en els productes processats fins que a les notícies es va exposar un estudi que havia demostrat que l'oli de palma era cancerigen.² A partir d'aquí, vaig interessar-me pel tema i em vaig començar a fixar en tots els productes que utilitzen aquest oli per a la seva elaboració. D'aquesta manera, vaig poder observar com realitzar una compra amb absència d'aquest oli vegetal era molt més difícil, ja que una gran majoria de productes contenen oli de palma. Cada cop m'anava fixant més en les etiquetes dels aliments que comprava i vaig descobrir que es pot trobar en els productes que menys esperes que en tingui, com ara torrades de pa, laminadures, pizzes o begudes ensucrades, entre altres. Llavors, em vaig plantejar perquè hi havia tants aliments en els supermercats que utilitzaven aquest oli, si hi havia la possibilitat que la seva consumició provoqués greus malalties. Per això quan va arribar l'hora d'escollir el tema del treball de recerca vaig pensar que seria l'oportunitat ideal per buscar més informació i entendre perquè aquest oli és tan utilitzat en la indústria alimentària.

². Al gener de 2017, el Telenotícies de TV3 i a Catalunya Ràdio, es van fer ressò de l'investigació realitzada per Aznar i van emetre una notícia on es posava en qüestió els productes amb oli de palma.

2. OBJECTIUS I HIPÒTESI

Tenia clar que el tema del qual volia parlar i descobrir-ne més coses era l'oli de palma, però faltava plantejar-me uns objectius sobre els quals enfocar el treball. Alguns articles i notícies prèvies a la tria del tema van ser claus per poder determinar algunes qüestions que em feia sobre l'efecte que té l'oli de palma. Les preguntes són les següents:

- Quin impacte sobre el món ha causat la consumició d'oli de palma?
- Per què s'utilitza l'oli de palma en productes industrials en lloc d'altres olis vegetals?
- Com ha arribat a estendre's per tot el món, fins al punt de trobar-se en productes de cert renom internacional?
- La seva consumició pot arribar a perjudicar la salut dels consumidors?

A partir de les preguntes anteriors vaig plantejar-me els objectius del treball:

1. Conèixer l'impacte que ha causat el consum d'oli de palma i com ha arribat a estendre's per tot el món, sent utilitzant en marques molt conegudes.
2. Entendre perquè s'utilitza l'oli de palma en productes industrials en lloc d'altres olis vegetals.
3. Conèixer els perjudicis que l'oli de palma pot arribar a tenir sobre la salut dels seus consumidors.

Per poder assolir aquest últim objectiu, em vaig posar en contacte amb la Universitat Rovira i Virgili per tal de poder utilitzar el seu material i instal·lacions, i fer una part experimental en què es pogués determinar que l'oli de palma no és bo per la salut. Tot i això, realitzar un experiment d'aquestes característiques és molt complicat, ja que s'està parlant a nivell d'un organisme humà, i per això van proposar la utilització de cultius de llevats, ja que són cèl·lules eucariotes i els humans també estem formats per cèl·lules d'aquest mateix tipus. Per tant, es pot investigar com afecta l'oli de palma en aquests cultius i a partir dels resultats, fer un anàlisi comparatiu amb l'efecte que podria tenir en les cèl·lules eucariotes humanes, però sempre tenint en

compte que ambdues cèl·lules pertanyen a organismes molt diferents. A més a més, també es pot realitzar una comparació de l'efecte que té l'oli de palma amb el d'oliva, ja que és considerat un oli saludable a nivell cardiovascular, i així, veure com actuen en la cèl·lula dos olis totalment diferents.

Per poder entendre exactament com realitzar l'experiment i analitzar-ne els resultats, primer s'ha de posar en context el tema. Per això, és necessari informar-se de què són i per a què s'utilitzen els olis vegetals, a què és degut el seu increment en el sector alimentari, la seva composició, i els efectes que tenen en la salut els olis i concretament el de palma.

D'aquesta manera, es pot fer una hipòtesi general del treball: potser l'oli de palma afecta en el creixement cel·lular, perjudicant la salut dels seus consumidors, degut a l'augment de la seva ingesta.

3.OLI VEGETAL

De forma generalitzada es considera que qualsevol tipus de greix és perjudicial per a la salut i pot causar sobrepès o altres malalties com per exemple les cardiovasculars, però l'organisme de l'ésser humà necessita un seguit d'àcids grassos essencials que no pot fabricar pel seu compte i per això els obté a partir d'alguns tipus d'oli vegetal.

La consumició general dels olis vegetals ha augmentat considerablement des de 1960 i els seus corresponents efectes sobre la salut han obert un ampli debat científic. Tot i que és important consumir-ne perquè són rics en greixos essencials, la seva consumició ha de ser en petites quantitats, ja que els olis són alts en calories i per tant, encara que siguin indispensables per l'organisme, si se'n consumeix una elevada quantitat pot contribuir a l'obesitat i a les conseqüents malalties que se'n deriven.

Existeixen un nombre limitat de tipus d'olis i greixos vegetals, els quals presenten una gran demanda a escala comercial. Per això, s'han modificat i utilitzat processos per sobrepassar aquestes limitacions de l'estricta ventall de productes naturals i intentar-ne crear de sintetitzats. De manera que més enllà dels olis més saludables com el d'oliva, es poden trobar olis refinats, on les condicions físiques, nutricionals i químiques dels quals, no són les més adequades per l'organisme. A més a més, a partir de la composició química dels olis se'n deriven unes propietats o unes altres, segons les quals es pot determinar si un cert oli vegetal és saludable o no.

3.1. Producció i evolució del consum d'olis vegetals

L'oli vegetal és l'extracció de greix de les llavors o fruits oleics, per això és un producte totalment orgànic i natural, el qual es pot obtenir a través de diferents maneres de premsat. Les plantes de les quals s'extreuen els olis vegetals tenen un alt contingut oleic, per tal d'extreure'n els greixos, però també es poden obtenir de plantes aromàtiques, com per exemple la citronel·la, i llavors s'anomenen olis essencials, els quals no tenen cap finalitat alimentària.

Les principals fonts d'extracció dels olis vegetals es poden distingir en els tipus següents:

- Plantacions. L'oli de palma, de coco i d'oliva s'obtenen a partir dels seus

corresponents arbres, els quals necessiten ser plantats i madurar durant anys fins a poder oferir un fruit adequat per l'obtenció d'oli. Un cop els arbres han passat aquest procés maduratiu, poden proveir fruits durant molts més anys.

- Cultius anuals. Com és el cas de l'oli de gira-sol, que és un tipus de cultiu que pot ser plantat anualment i no necessita un llarg temps perquè dongui fruit.

Aquestes fonts es poden veure afectades per la seva localització natural en el planeta, ja que segons el clima poden oferir més o menys productivitat durant tot l'any. Tot i això, les plantacions i cultius equatorials com la palma i el coco mantenen la producció durant tot l'any encara que pugui variar una mica la quantitat.

La producció mundial d'olis i greixos és d'unes 17 milions de tones anuals, tenint en compte les d'origen vegetal i animal. Segons *Oil World publications*,³ es poden trobar fins a 17 tipus d'olis bàsics, quatre dels quals són d'origen animal i la resta vegetal. Del total d'aquesta producció d'olis i greixos, aproximadament un 80% s'utilitza amb un propòsit alimentari, un 6% per l'alimentació d'animals i bestiar i un 14% per la indústria química basada en l'oli, com la dermatologia.

Els nivells de producció d'oli han augmentat durant els últims 20 anys i es creu que seguirà augmentant en els pròxims anys. Tot i això, no tots els olis han augmentat de la mateixa manera la seva producció, alguns han perdut pes en el mercat i quatre tipus en concret, oli de soja, palma, colza i gira-sol, han esdevingut dominants en el mercat. Això és degut al constant augment del consum de productes processats i a una àmplia diferenciació del preu, tant de l'oli en si com del producte final, amb aliments que no continguin aquest oli.

3.2. Composició

La composició dels olis vegetals es basa en triglicèrids, que són un tipus de lípids saponificables que contenen tres molècules d'àcids grassos unides per una molècula anomenada glicerol o glicerina. Els àcids grassos són llargues cadenes hidrocarbonades amb un grup àcid (-COOH), però aquestes cadenes i la seva organització amb el glicerol poden variar àmpliament.

³ *Oil World Publications* és una enciclopèdia a nivell mundial que engloba els pronòstics i les estadístiques de totes les llavors i els olis.

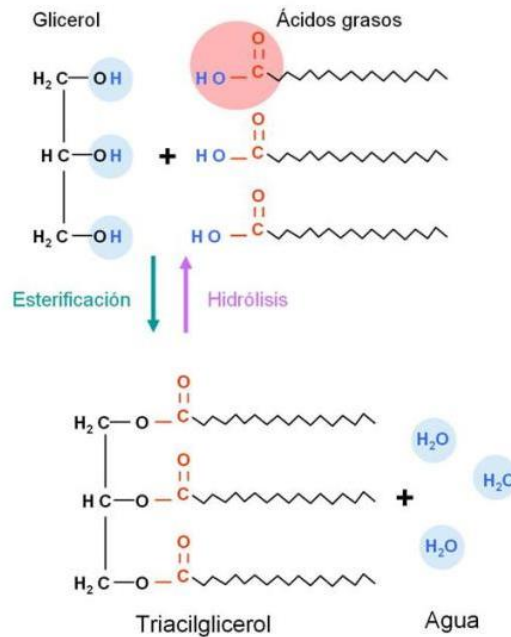


Fig 1: Formació d'un triglicèrid a partir de la unió dels OH de la glicerina (punts blaus) amb el grup àcid dels àcids grassos (punt vermell).

Es poden presentar monoglicèrids o diglicèrids, és a dir, que només tingui una o dos molècules d'àcid gras respectivament, però la majoria d'olis vegetals estan compostos per triglicèrids amb tres àcids grassos de 16 a 18 carbonis. També es pot donar el cas que el grup àcid quedi lliure i que se li adhireixen altres estructures moleculars com vitamines o grups fosfats.

La composició química dels olis vegetals és la que determina si és un tipus d'oli necessari per l'organisme o si és un tipus d'oli que no hauríem de consumir en excés. Concretament, és el tipus d'àcid gras que conté el lípid que forma l'oli, ja que el tipus de greix que es consumeix és el que es trobarà en més abundància a l'organisme, i per tant, en desencadena els possibles beneficis o bé perjudicis. Existeixen dos tipus d'àcids grassos:

- Saturats, són els àcids grassos en els quals només hi ha enllaços simples entre els àtoms de carboni que els formen.

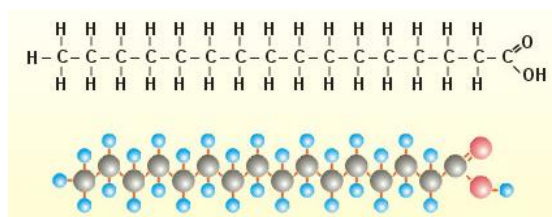


Fig 2: Tipus d'àcid gras saturat sense cap doble enllaç a la cadena.

Són els greixos que es troben majoritàriament als productes industrials, ja que són més econòmics, tendeixen a endolcir el producte i ajuden en la conservació. Són el tipus d'àcid gras que si es consumeix en grans quantitats es considera perjudicial per a la salut, ja que són els responsables de l'aparició de l'anomenat colesterol dolent i consegüentment de malalties coronàries.

- [illegible]

ins com els altres es mantenen en estat líquid a temperatura ambient, ja que els punts de fusió baixos, tot i que el punt de fusió dels greixos poliinsaturats és el més baix, es consideren saludables a nivell cardiovascular i permeten evitar les inflamacions de tipus reumàtic.

den trobar diferents tipus d'àcids grassos insaturats segons on és el primer enllaç en la cadena hidrocarbonada: àcid Omega-3, àcid Omega-6 i àcid Omega-9, on el primer doble enllaç es troba contant carbonis a partir del grup àcid, respectivament es troben en el carboni 3, 6 i 9,.

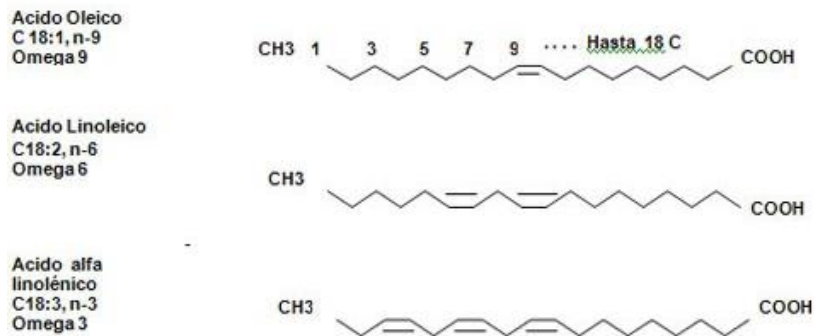


Fig 4: Tipus d'àcids grassos Omega 3, 6 i 9.

Segons la isomeria de la insaturació, és a dir, la posició estructural que mantenen a l'espai els àtoms que intervenen en el doble enllaç, també es diferencien els àcids grassos cis i els trans. En els àcids grassos cis, els àtoms d'hidrogen dels dos carbonis que intervenen en el doble enllaç es troben en el mateix costat de la cadena hidrocarbonada, això produeix l'aparició d'un colze en la cadena que fa que no sigui recta com en els saturats. Aquesta és l'estructura natural en la que ens trobem els àcids grassos insaturats, mentre que els àcids trans es forcen artificialment a partir dels àcids cis amb la finalitat de solidificar-los. D'aquesta manera, es provoca que les seves propietats físiques i nutritives varien en sentit negatiu, ja que adopten l'estructura d'els àcids grassos saturats. Això es degut que els àtoms d'hidrogen que comparteixen doble enllaç es troben en costats diferents de la cadena i llavors no es produeix el colze corresponent als greixos insaturats.

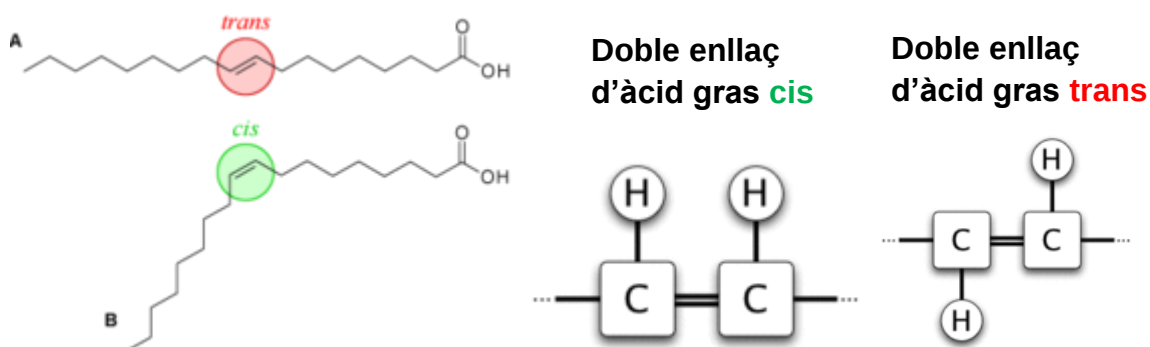


Fig 5: Estructura del àcids grassos cis i trans, i de la formació dels seus dobles enllaços.

3.3. Propietats

Totes les propietats i característiques d'un determinat producte són la conseqüència de la seva composició química i la seva estructura. Com tots els olis estan compostos de lípids saponificables, els quals contenen àcids grassos, les característiques i propietats dels olis dependran del tipus i la proporció de l'àcid gras

que contingui l'oli vegetal en qüestió. Tal i com s'ha exposat en l'apartat anterior, no tots els àcids grassos poden ser convenients pel consum humà, però encara que puguin tenir diferents tipus de greixos, la majoria d'olis vegetals tenen unes propietats generals que se'n deriven a partir dels lípids que els componen:

- **Reserva energètica.** Els lípids que componen els olis i altres aliments són una gran font d'energia per l'organisme, aportant-ne grans quantitats.
- **Estructural.** Alguns d'aquests lípids formen les membranes cel·lulars que permeten la diferenciació i protecció de les cèl·lules.
- **Missatger químic.** Permeten una correcta absorció de vitamines solubles les quals requereixen la presència de lípids perquè l'organisme els assimili.
- **Transportadora.** El transport dels lípids fins al lloc on s'utilitzen o fins al teixit adipós que és on es mantindran com a reserva energètica.

A partir dels àcids grassos dels olis vegetals, també se'n deriven un seguit de característiques físiques i químiques, que són importants en processos metabòlics.

Les principals propietats químiques són les reaccions d'esterificació, que permeten la unió de l'àcid gras amb un alcohol com és la glicerina, i les reaccions de saponificació, que permeten la formació de sabó a partir de la reacció de l'àcid gras amb una base forta (NaOH).

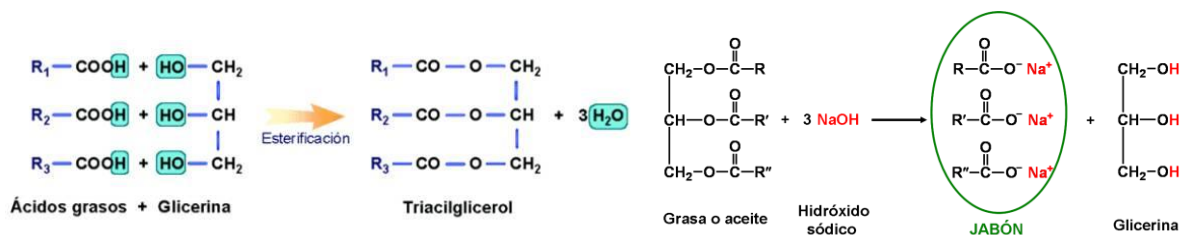


Fig 6: Reaccions d'esterificació i saponificació.

La principal propietat física dels àcids grassos és la solubilitat. La composició química de l'àcid gras es basa en una zona hidròfila, soluble en aigua, i una part hidròfoba, no soluble en aigua, és per això que els olis quan estan en contacte amb l'aigua no formen un líquid homogeni, ja que els lípids que els componen s'estructuren de tal manera que la part hidròfoba no entri en contacte amb l'aigua. D'aquesta manera, també es forma la membrana cel·lular perquè en la majoria de líquids on es transporta i al seu interior hi ha aigua, per tant, es forma una bicapa de lípids per tal de diferenciar l'interior de la cèl·lula del medi on es troba.

4. OLI DE PALMA

Gràcies al seu gran rendiment, la versatilitat dels usos que proporciona i el baix cost de producció, l'oli de palma s'ha convertit en una de les principals fonts d'oli vegetal del món, juntament amb el de soja.

L'oli de palma és un oli vegetal ric en àcids grassos saturats, que s'obté a partir del fruit de la palmera africana, *Elaeis guineensis*. Es cultiva en països tropicals com Indonèsia, Malàisia, Colòmbia i Tailàndia, ja que les condicions naturals que ofereixen aquests països són les necessàries per l'adequat desenvolupament de la palmera.



Fig 7: Plantació de la palmera *Elaeis guineensis*.

La mida del fruit tropical no és més gran que el d'una nou i proporciona un color vermellós a l'oli. Cada fruit de la palmera conté un 30% o 35% d'oli i també se'n pot obtenir a partir de la llavor, però llavors s'anomena palmiste.

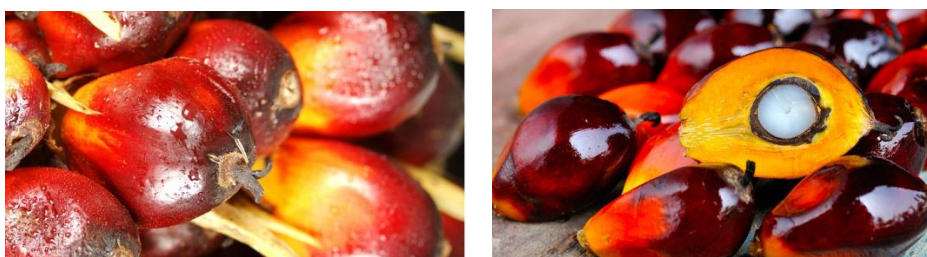


Fig 8: Fruit de la palmera d'on s'extreu l'oli de palma.

L'oli de palma i el palmiste es diferencien per la seva composició d'àcids grassos, però tenen el mateix origen botànic, ja que provenen de la mateixa espècie vegetal. A diferència de l'oli de palma, el palmiste és un oli que pot ser sòlid a temperatura ambient i es diferencia de la composició de l'oli de palma ja que tot i que segueix contenint àcids grassos saturats la cadena hidrocarbonada és més curta. Per això, es destina a la indústria cosmètica, tot i que també es pot trobar en

l'alimentària, encara que tampoc s'ha de consumir en excés, perquè com l'oli de palma, pot ser perjudicial per la salut.

Anteriorment, l'existència de l'oli de palma o el palmiste en els productes industrials, era pràcticament desconeguda, fins que la llei de l'etiquetat dels aliments⁴ va entrar en vigor el 2014 que determinava l'especificació del tipus d'oli vegetal que contenia un producte, d'aquesta manera es va poder conèixer els aliments que contenien oli de palma. A més a més, es van començar a fer estudis i anàlisis que permetien informar els seus consumidors dels seus beneficis i perjudicis. Com que cada vegada més, els consumidors estan més informats de les propietats d'aquests olis i les possibles conseqüències que se'n deriven, algunes empreses han optat per substituir l'oli de palma per altres olis vegetals amb composicions químiques més beneficioses per l'organisme.⁵ Tot i això, hi ha empreses que s'oposen a fer servir alternatives i segueixen consumint grans quantitats d'oli de palma que degut a la seva composició i al procés industrial al qual se'ls sotmet, poden derivar greus malalties.



Fig 9: Exemple de l'empresa nocilla que ha optat per indicar clarament com els seus productes ja no contenen oli de palma.

⁴ Segons el departament d'alimentació de la Generalitat: "Els aliments que contenen oli o greix de palma, ho han d'indicar obligatòriament en l'etiquetatge des del 13 de desembre de 2014, data a partir de la qual és aplicable el Reglament (UE) 1169/2011, d'informació alimentària al consumidor."

⁵ Nocilla, ha realitzat una gran campanya per deixar d'utilitzar oli de palma, que segons la pròpia empresa redueix un 40% els greixos saturats que contenia. L'empresa Borges també presenta olis vegetals insaturats com alternativa a l'oli de palma en la seva nova línia Healthy & Green Solid Oil.

4.1. Origen

L'espècie vegetal de la qual deriva l'oli de palma, *Elaeis guineensis*, és originària de l'Àfrica Occidental, però també es pot cultivar en zones on el clima sigui humit i calorós, és a dir, en regions on el clima és tropical. La naturalesa té un paper clau perquè la palmera pugui desenvolupar-se i donar un fruit de qualitat. És un tipus d'arbre que necessita sol i humitat, ja que es nodreix molt del sol quan aquest proporciona unes temperatures que oscil·len entre els 24 i 32 graus centígrads, i de les precipitacions, ja que necessita grans quantitats d'aigua dosificades al llarg de tot l'any. A més a més, les condicions climàtiques d'aquest cultiu també requereixen sòls profunds amb un pH de 4 a 7 i poden arribar a estar a 400 metres d'altitud sobre el nivell del mar. Per tant, qualsevol regió que inclogui aquestes condicions és apta pel cultiu de la palmera africana. Les més adequades es troben entre 10 graus al nord i al sud de l'Equador.

Les palmeres *Elaeis guineensis* van ser importades del seu lloc d'origen a l'Àsia a finals del segle XX. En aquell moment, 250.000 tones d'oli de palma eren exportades del sud-est asiàtic, quantitat que va anar augmentat durant els anys fins arribar a les 2.400.000 tones l'any 1982, i encara ha augmentat unes 60 milions de tones d'exportació fins a l'actualitat.

Durant el segle passat, Malàisia era el principal productor d'oli de palma fins que el govern d'Indonèsia va decidir entrar en el sector, ocupant més de 8 milions d'hectàrees del país pel cultiu de palmeres. Actualment, Indonèsia i Malàisia comprenen més del 87% de la producció mundial d'oli de palma, però també hi ha altres països que participen en el sector de producció d'aquest oli com són Nova Guinea, Colòmbia, Tailàndia, Camboya, Brasil, Mèxic i Àfrica Occidental.

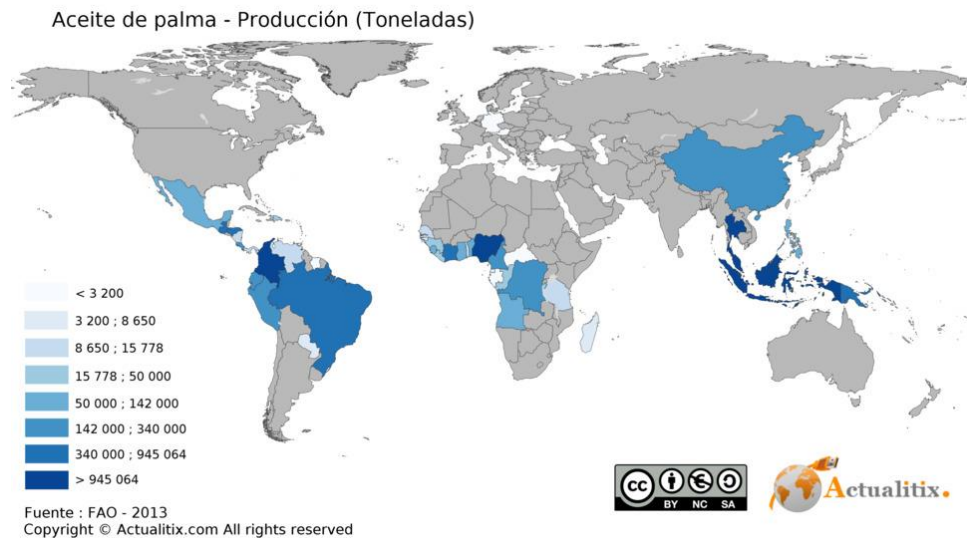


Fig 10: Mapa on s'exposa els països amb més producció d'oli de palma.

A partir de l'elevada producció en aquests països, la consumició d'oli de palma s'ha arribat a estendre per tot el món, ja que les empreses en produeixen unes quantitats que sobrepassen les necessitats de la població, de manera que es venen a multinacionals, els productes de les quals es comercialitzen internacionalment.

La utilització d'oli de palma i palmiste abarateix el cost de producció i provoca un augment del consum de productes. Per això, moltes empreses també van optar per introduir aquest oli en els seus productes, encara que ara hi comenci a haver empreses que refusin aquesta iniciativa. Tot i això, l'oli de palma segueix un dels olis més produïts arreu del món, i també més consumits. (més del 38% de la producció mundial d'oli vegetal es destina a l'oli de palma).

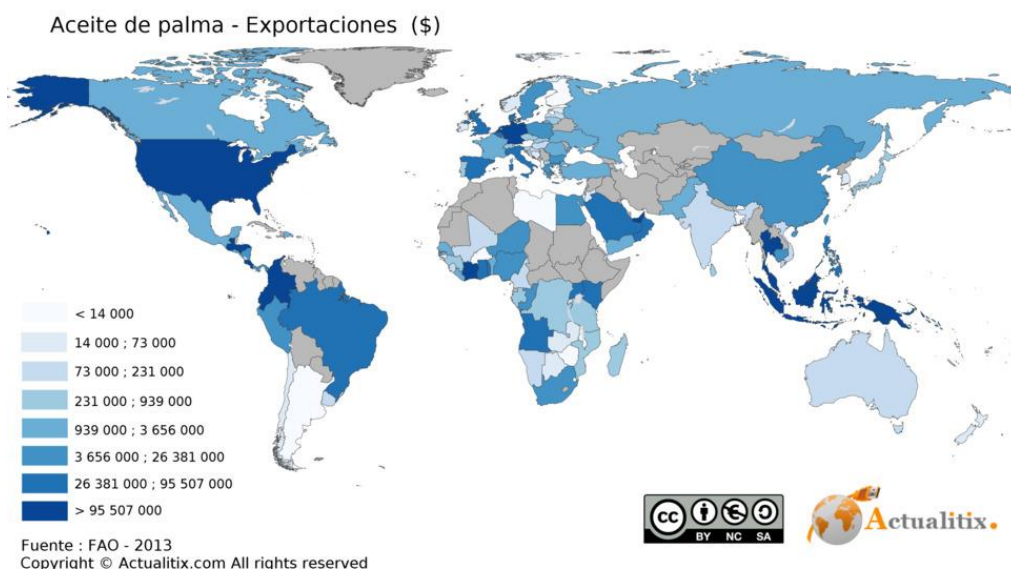


Fig 11: Mapa on s'exposa els països amb més exportació d'oli de palma.

4.1. Procés de producció

Una palmera pot arribar a produir 40 Kg d'oli anuals, de manera que una hectàrea de plantació pot arribar a produir 3,8 tones a l'any. Però, aquest oli que produeixen les palmeres, necessita passar per un procés de refinament abans de ser comercialitzat i consumit. Aquest procés industrial no utilitza additius ni altres substàncies químiques, ja que és un procés físic d'on s'obtenen oli de palma i oli de palmiste.

Posteriorment, a partir del fraccionament de l'oli de palma s'obtenen l'oleïna, que és líquida i l'estearina, que és més sòlida i serveix per produir greixos, margarines i sabons.

El tractament del fruit de palma té lloc a la planta extractora, on es desenvolupa el procés d'obtenció dels olis. És un procés en què s'intenta aprofitar al màxim el fruit, i per tant els residus que se'n puguin generar són majoritàriament orgànics, i s'aprofita fent-los servir com a alimentació pel bestiar.

El procés consta d'un seguit de parts i s'inicia amb l'esterilització i obtenció del fruit desgranat, per tal de poder obtenir l'oli a continuació:

Recepció del fruit: un cop s'han recol·lectat les pinyes de les palmeres, es porten a les plantes de producció d'oli, que normalment estan situades molt a prop de les plantacions per tal de tractar el cultiu al més fresc possible, ja que el temps que es tarda en recollir les pinyes fins al premsat del fruit és clau per la qualitat de l'oli.

Primerament, es registra el pes de les pinyes i es classifiquen segons els criteris d'avaluació de qualitat, que es basen en diferenciar les que tenen un fruit sec que difícilment proporcionarà oli, de les que contenen un fruit carnós. Després, es descarreguen a una plataforma de recepció, que mitjançant un sistema de tramuges, carreguen les pinyes en uns grans recipients. Tot seguit, aquests recipients es traslladen per vies a l'àrea d'esterilització.



Fig 12: Comparació de les pinyes que contenen el fruit carnós amb les del fruit sec.

Esterilització: en aquesta etapa del procés, les pinyes es sotmeten a uns aparells d'esterilització que els hi aplica variacions de pressió per mitjà de vapor d'aigua saturada a 120°C durant 90 minuts. D'aquesta manera, es produeix un augment de maduració del fruit que posteriorment permetrà el seu despreniment de la pinya i facilitarà l'extracció de l'oli. A més a més, l'esterilització també busca aturar el procés d'acidificació, que es produeix un cop les pinyes són tallades dels arbres. És un procés de descomposició bioquímica que provoca l'alliberament del grup àcid dels àcids grassos.



Fig 13: Màquines d'esterelització on s'introdueixen els contenidors amb les pinyes.

Centrifugació: aquesta part es realitza en uns centrifugadors que permeten separar el fruit de la pinya, que es transportada al camp i es distribueix en diferents plantacions per descomposar-se i utilitzar-se coma adob.



Fig 14: Procés de centrifugació per separar el fruit.

Digestió i premsat: els fruits es transporten a uns cilindres verticals per ser macerats i formar una pasta homogènia. Aquí es desprèn la polpa del fruit de la llavor i es trenquen fins a treure tot l'oli que contenen. Llavors, es separa l'oli de la fibra i les llavors, que es deixen assecar i es tornen a separar. Les llavors es porten a la secció de palmisteria i la fibra serveix com a combustible de la caldera de vapor d'aigua.



Fig 15: Màquines on es realitza la digestió i el premsat del fruit.

Clarificació: es realitza una separació de decantació de les partícules de l'oli amb les impureses que encara hi resten, aprofitant que tenen densitats i temperatures diferents. Tot seguit, l'oli passa a un deshidratador on se li treu la humitat i es transporta als tancs d'emmagatzematge.



Fig 16: Procés de clarificació de l'oli.

Emmagatzematge: s'apliquen uns controls de qualitat a l'oli, que si els passa, està preparat per transportar-se i comercialitzar-se a les corresponents indústries.

Desfibril·lació i trituració: la mescla de fibra i llavors separada en la clarificació s'ha deixat assecar i s'ha separat mitjançant un procés de centrifugació. Les llavors passen a un tambor polidor per poder treure la fibra que els pugui quedar i passen a un procés d'assecatge.

Palmisteria: les llavors seques s'envien a un classificador de nous i d'allí a un triturador, on es trenquen les llavors i s'obté el palmiste o ametlla . A continuació, es separen les restes no aprofitables de la llavor (com la closca) del palmiste, mitjançant un procés per diferència de densitats. Les restes s'utilitzen com a combustible de la caldera i les ametlles es deixen assecar.

Oli de palmiste: les ametlles seques es transporten a la planta d'oli de palmiste on se'ls hi extreu l'oli utilitzant unes premses de cargol i es porten a un tamís per treure petites impureses que hi puguin quedar. Llavors, l'oli que s'obté, també està preparat per comercialitzar.

4.3. Utilització en el sector alimentari

L'oli de palma s'utilitza majoritàriament en el sector de la indústria alimentaria, però també es pot utilitzar en cosmètica⁶ i com a ingredient per elaborar biocombustible. Tot i això, l'única manera en què l'oli de palma pot afectar a l'organisme de les persones és mitjançant la consumició per via oral.

Aquest oli es pot utilitzar tant cru, com refinat. Només una quarta part de l'oli de palma i palmiste utilitzat en tot el món s'utilitza en el seu estat bàsic, els principals països que l'utilitzen en la cuina domèstica són el sud-est d'Àsia, Àfrica i Brasil. Com que és un oli que no ha patit cap altre procés industrial que el d'extracció i per tant, cap procés extra de refinament, presenta un color vermellós degut a l'alta quantitat de vitamina A que conté i la diferència entre el contingut d'àcids grassos saturats amb els insaturats és relativament petita, tot i que en segueix tenint més de saturats (entre un 40-50%). A més a més, també conté vitamina E i antioxidants que prevenen l'envelliment de les cèl·lules. L'oli de palma sense refinar és una gran font de calories i per això, és un dels aliments de primera necessitat en països en desenvolupament.

A Europa i els Estats Units, l'oli de palma utilitzat és el que es troba refinat. Aquest procés de refinament és necessari per poder eliminar el color, gust i olor característic de l'oli de palma, de manera que adopta un color tirant cap a groc i no té unes propietats organolèptiques destacables. Es basa en l'escalfament de l'oli a més de

⁶ Pot ser utilitzat en cremes corporals, sabons i altres tipus de productes dermatològics. A l'annex es pot trobar una explicació de l'ús de l'oli de palma en aquest sector.

200°C, provocant la formació d'uns composts que podrien estar relacionats amb problemes de salut i el càncer.

Majoritàriament, aquest oli es consumeix per introduir-lo com a ingredient d'altres productes i s'ingereix l'oli en sí directament. Per això, fins que no es va decretar que s'havia d'indicar i concretar en els productes el tipus d'oli vegetal que s'utilitzava, la consumició d'aquest oli passava desapercebuda. En alguns productes només s'indicava que contenia greix vegetal i gran part dels consumidors tenien en compte que no era un tipus de greix dolent per la salut i per tant, no li donaven importància. No va ser fins que l'Agència Europea per la Seguretat Alimentària (EFSA)⁷ va plantejar un possible problema de salut quan es processa incorrectament l'oli de palma, que es va crear una gran controvèrsia amb la utilització i el consum d'aquest oli. Va determinar que un seguit de tècniques culinàries poden provocar l'aparició de contaminants al menjar. Cuinar a altes temperatures com es fa en el procés de refinament de l'oli, provocaria l'obtenció de elements químics no desitjables en la dieta de les persones.

Històricament, es consumien greixos animals fins que es va descobrir que el seu alt contingut en àcids grassos saturats causava greus efectes en la salut, ja que augmentava el colesterol, així provocant malalties cardiovasculars. L'alternativa que consideraren va ser utilitzar olis vegetals saludables, és a dir, que continguessin àcids grassos insaturats. Però aquests, són olis en estat líquid a temperatura ambient, i per tant, era difícil elaborar alguns productes com margarines i brioixeria. Per això, es van hidrogenar aquests olis líquids per tal de mantenir-los en un estat sòlid, però el què es va aconseguir va ser crear un tipus de greixos *trans*, que són encara més perjudicials per la salut, ja que a més d'augmentar el colesterol dolent disminueixen el bo, que és indispensable en l'organització de la membrana cel·lular. Llavors, per evitar els greixos *trans*, es va començar a utilitzar l'oli de palma encara que tingués un alt contingut de greixos saturats, que també poden afectar l'organisme.

⁷ L'EFSA és una organització europea que opera independentment de la legislatura europea i vetlla per la seguretat dels aliments i la protecció vegetal i animal. L'any 2016 va publicar un informe titulat: "Process contaminants in vegetable oils and foods", que determinava una composició de l'oli refinat que pot afectar l'organisme a llarg termini.

D'aquesta manera, es va aconseguir utilitzar un tipus d'oli que complia els requisits necessaris per utilitzar-se en els productes alimentaris fins avui en dia, encara que ja s'hagin publicat informes que vagin en contra la seva consumició.

L'oli de palma es fa servir massivament per dues raons principals: és molt barat de produir i és molt versàtil. Gràcies a la seva capacitat de mantenir-se sòlid a temperatura ambient, permet que els productes que el tenen, es trobin en més bon estat, degut que no es desfan i mantenen la uniformitat del producte. A més a més, permet que els productes no s'endureixin i tampoc es facin rancis, que són avantatges que utilitzen els supermercats per tal d'augmentar les ventes. Moltes empreses que utilitzen l'oli de palma fan servir altres noms per determinar que en el contingut del producte es troba aquest ingredient, d'aquesta manera eviten que els consumidors s'alertin pel contingut d'aquest oli i decideixin no comprar el producte degut a la polèmica que l'envolta. Existeixen un total de més de 200 noms per referir-se a l'oli de palma entre els quals: palmiste, greix de palma, palmitate, oli vegetal de palma, àcid palmític, àcid esteàric, greix vegetal, glicerina vegetal...

Avui en dia, l'oli de palma es segueix utilitzant abundantment en molts dels productes que es poden trobar al supermercat, i tot i la polèmica i els efectes que comporta a grans trets, no s'ha volgut substituir. Les alternatives a l'oli de palma no són rentables, ja que el seu cost econòmic és tan baix, que els beneficis són molt significatius. A més a més, és un tipus d'oli que aporta diferents textures ideals per xocolates, margarines, fregits, i també allarga la data de caducitat del producte. Per això, grans empreses segueixen utilitzant aquest oli, perquè tampoc hi ha hagut una suficient oposició al seu consum com per frenar les ventes i haver de buscar alternatives.

4.3.1. Productes que contenen oli de palma

Molts dels productes d'una compra ordinària contenen en els seus ingredients oli de palma. Realitzar la compra sense aquest oli realment pot ser complicat, ja que es troba en tots els següents productes⁸ i en d'altres de marca blanca menys conegudes:

⁸ Dades obtingudes segons la llista el "Carro de Combate" actualitzada el 2018 i també segon observació pròpia.

- **Galetes.** S'utilitza l'oli per mantenir la consistència de les galetes i perquè segueixin cruixents durant el major temps possible. Les marques més conegudes són: Fontaneda, Chiquilín, La Buena María, Digestive, Chips Ahoy, Oreo, Príncipe, Campurrianas, Cuétara, Napolitanas i Tuc.
- **Cereals.** Es fa servir l'oli per mantenir cruixent el cereal, perquè no es destorri ni es desfaci i per remarcar els gustos. Els productes que en contenen són: All Bran, Choco pops, Smacks, Cereals Nesquik, Chocapic i altres de la marca Kellogg's com per exemple Corn Flakes, Choco Krispis i Special k.
- **Brioxeria.** L'oli que conté és per donar una major textura i potenciar-ne el gust. Els més coneguts que en porten són: Donuts, Donettes, La Bella Easo i Wikis.
- **Aperitius.** S'utilitza per mantenir cruixent el producte i establir un equilibri entre els diferents gustos que puguin contindre. Es troba en Ruffles, Fritos i Popcorn FRIT.
- **Plats preparats.** Es fa servir bàsicament per allargar la data de caducitat del producte. Les marques més conegudes que n'utilitzen són Findus, Dr. Oetker, La Cocinera, Knorr, Nestle i Hero. També les empreses de menjar ràpid com Mc'Donalds, Burger King i Starbucks.
- **Xocolates.** L'oli que conté serveix per mantenir la textura de la xocolata i evitar que desfaci a temperatura ambient. Les marques més conegudes són: Ferrerro, Nutella Kinder, Lindt (només en bombons), M&Ms, Kit Kat, Twix i Milka.



Fig 17: Algunes de les marques conegudes que utilitzen oli de palma en els seus productes.

Com es pot observar, l'oli de palma és àmpliament utilitzat per fabricants de productes alimentaris, ja que presenta un seguit de beneficis funcionals i una gran versatilitat. L'estabilitat, la consistència semisòlida i les propietats conservants que ofereix aquest oli, permet que els productes tinguin un millor aspecte durant més temps, perquè els segueixin sent comprats pels consumidors.

4.4. Composició i propietats

L'augment de la utilització d'oli de palma es deu a la seva composició. Aquesta es basa en triglicèrids, àcids grassos i vitamines, les propietats que l'hi atribueixen a l'oli són de gran interès en el desenvolupament industrial. Però l'oli utilitzat en els processos industrials ha estat prèviament refinat de manera que s'ha alterat la composició de l'oli.

L'oli de palma cru és un tipus d'oli que presenta un balanç entre els greixos de la seva composició. Conté àcids grassos insaturats que constitueixen els triglicèrids de l'oli i són majoritàriament els oleics, i els linoleics, en total, representen un 45% dels àcids grassos de l'oli. Aquests, tenen una configuració cis, és a dir, presenten un colze en la cadena hidrocarbonada de l'àcid gras degut a un doble enllaç. Però, també estan constituïts per àcids grassos saturats, majoritàriament el palmític, i esteàric, formant un 55% del total de greixos, 5 vegades més que l'oli d'oliva.

L'àcid oleic és un àcid gras monoinsaturat de tipus Omega 9, i l'àcid linoleic presenta monoinsaturació al carboni 6, per tant és Omega 6. De manera que, tots dos àcids són beneficiosos per l'organisme.

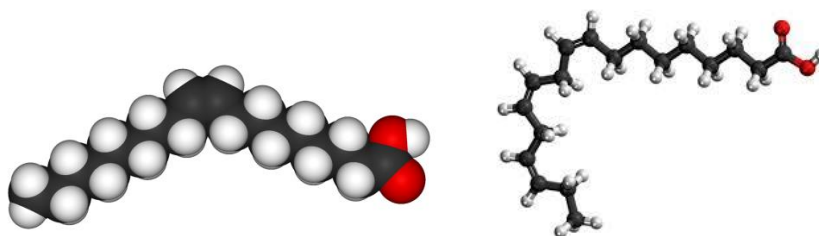


Fig 18: Estructures moleculars de l'àcid oleic i el linoleic respectivament.

L'àcid palmític està format per una cadena llarga de 16 carbonis i no presenta cap doble enllaç. Es pot trobar en productes d'origen vegetal, però també animal. L'àcid gras esteàric es compon d'una cadena de 18 carbonis i s'obté a partir d'un procés químic.⁹ Com que aquests àcids tenen una cadena hidrocarbonada tan llarga, els seus punts de fusió són elevats i contribueixen a augmentar el nivell de colesterol en sang.

⁹ L'àcid gras esteàric s'obté a partir d'un procés d'hidròlisi d'èsters, que es basa en que una molècula d'aigua reaccioni amb substàncies esteàriques per separar-ne les seves molècules i obtenir èsters.

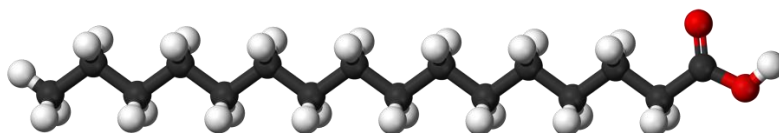


Fig 19: Estructura molecular de l'àcid palmític.

La composició dels triglicèrids que formen aquests àcids s'organitza en dos tipus d'estructures: 1-palmitol-2,3-dileoil-sn-glicerol, i 1,3-dipalmitoil-2-oleoil-sn-glicerol. Els àcids oleics es troben en la posició sn-2 del triglicèrid, fet que proporciona una major biodisponibilitat d'àcids grassos monoinsaturats.

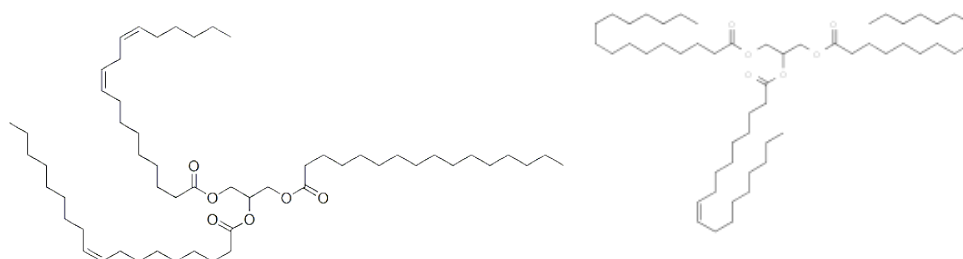


Fig 20: Estructures moleculars de 1-palmitol-2,3-dileoil-sn-glicerol i 1,3-dipalmitoil-2-oleoil-sn-glicerol, respectivament.

La biodisponibilitat dels greixos oleics i linoleics té una gran importància, ja que disminueixen les concentracions de colesterol LDL de l'organisme, i potencien les accions beneficioses del colesterol HDL. A més a més, són un tipus d'oli que no augmenta el colesterol en la sang.

És majoritàriament conegut que hi ha colesterol bo i dolent, però realment només existeix un tipus de colesterol, que segons quina proteïna conté, presenta una densitat major o menor. El colesterol LDL (Low Density Lipoprotein) té una densitat menor i per això, es deposita en excés a les parets de les venes i artèries del sistema sanguini provocant un taponament d'aquestes. En canvi el colesterol HDL (High Density Lipoprotein) té una densitat major i per tant, no es diposita, i a més, recol·lecta el colesterol lliure per transportar-lo al fetge i descomposar-lo.

A més a més, la composició de l'oli de palma també es caracteritza per contenir antioxidants com els carotens, precursors de la vitamina A i la vitamina E. Això permet a l'oli mantenir estabilitat, perquè actuen inhibint o retardant el procés d'oxidació, ajudant a absorbir-se les vitamines liposolubles (D, E i K).

Però, l'oli que es consumeix majoritàriament és el refinat. Aquest, com s'ha dit anteriorment, passa per un procés en el qual s'intenta treure-li un seguit d'olors o colors per tal de ser utilitzat en els productes alimentaris.

La diferència principal que presenta l'oli de palma cru amb el refinat, és que les propietats que li ofereixen els antioxidants al cru, l'oli refinat no les presenta. Això és degut a l'absència de presència de carotens.

Pel que fa a la composició d'àcids grassos, no varia. Tot i això, com que està sotmès a altes temperatures, segons EFSA, existeixen uns riscos en la consumició d'algunes substàncies que es formen a partir del refinament de l'oli a igual o més temperatura que 200°C. En aquest procés es formen àcids grassos esteàrics glycidyl (GE), 3-monochloropropaneidol (3-MCPD) i 2-monochloropropaneidol (2-MCPD). Aquestes substàncies es consideren contaminants, ja que han estat sotmeses a canvis químics durant el procés de cuinat. Segons El Panell de Contaminants d'EFSA,¹⁰ es considera que la completa conversió dels èsters en glycidyl és tòxica i cancerígena per l'organisme.

A més de la cocció a altes temperatures, l'aparició d'aquests contaminants pot donar-se en diversos processos de cuinat com la fermentació, assecatge o fumatge. És necessari cuinar els aliments per tal de prevenir el contagi de malalties, de manera que és inevitable que els aliments hagin de passar per alguns d'aquests processos. Per això, s'ha de controlar i evitar consumir en excés d'aliments que hagin estat processats industrialment perquè poden contenir contaminants no desitjables per l'organisme.

¹⁰ Informació obtinguda a partir l'article "Process contaminants in vegetable oils and foods" de l'organització European Food Safety Authority.

4.5. Beneficis i malalties

La polèmica que ha esdevingut al voltant d'aquest oli es deu als possibles beneficis que se'n puguin treure de la seva consumició, però encara més a les malalties o els efectes perjudicials per la salut que se'n puguin derivar. Diferents estudis han investigat els perquès i les conseqüències d'aquest oli.

Els principals problemes de la salut que causa la ingerència de l'oli de palma són els següents.

- **Altera el perfil lipídic.** Afecta la composició i el contingut del tipus de greixos que es troben en la sang. Conseqüentment, pot afectar als diferents processos metabòlics que esdevenen en les cèl·lules, ja que cada tipus de lípids tenen una funció determinada per el correcte desenvolupament dels processos.
- **Arteriosclerosis.** Pot provocar la malaltia de les arteries que consisteix en la pèrdua de l'elasticitat, convertint els vasos sanguinis més grossos i rígids, restringint el flux sanguini. D'aquesta manera, s'incrementen els factors de risc cardiovascular influent en l'aparició de malalties del cor. Quan les parets dels vasos sanguinis es lesionen, les plaquetes s'acumulen i a la vegada afavoreix el depòsit de colesterol, provocant el possible taponament dels vasos.
- **Obesitat.** Pot provocar una malaltia caracteritzada per l'acumulació excessiva de greix en el teixit adipós de l'organisme. El greix s'emmagatzema com a reserva energètica i quan se n'acumula molta pot arribar a ser un risc per a la salut. Degut a aquesta malaltia es deriven d'altres com l'artrosi, diabetis, malalties cardiovasculars i esteatosis hepàtica.
- **Diabetis.** És un trastorn metabòlic basat en la insuficiència del pàncrees per produir insulina. Per això, a la sang s'estableixen uns nivells de glucosa elevats que poden causar complicacions en el sistema orgànic. Aquesta malaltia pot derivar de l'obesitat, per tant, també és causada per la consumició d'excés de sucres i àcids grassos saturats, com podria ser l'oli de palma entre d'altres.

- **Esteatosis hepàtica.** El fetge és un òrgan de l'aparell digestiu encarregat de digerir greixos, emmagatzemar energia i eliminar toxines. És una malaltia conseqüent a la consumició excessiva d'àcids grassos, els quals el fetge no pot digerir i per això s'hi acumula greix provocant-ne la seva inflamació causant danys a les seves cèl·lules.
- **Càncer.** És una malaltia basada en el creixement irregular de les cèl·lules. El càncer encara està en dubte que sigui conseqüent de la consumició d'olis vegetals i concretament de la d'oli de palma. No s'ha arribat a treure conclusions determinades sobre que l'oli de palma pugui causar directament càncer, però és possible que es derivi d'alguna de les malalties esmentades anteriorment i ajudi a desencadenar-ne les causes.

Tot i les malalties que pugui causar l'oli de palma, ha d'aportar un seguit de beneficis perquè s'hagi utilitzat i es segueixi utilitzant en el sector alimentari. Els motius que permeten que aquest oli sigui un dels més utilitzats del món són els següents:

- **El preu econòmic.** Com és un oli molt més barat en comparació amb altres que puguin contenir àcids grassos saludables pel cos, com el d'oliva, és converteix en el principal utilitzat per grans empreses de productes alimentaris, tant internacionals, com nacionals. La utilització d'aquest oli els permet tenir més beneficis econòmics, ja que l'oli de palma pot no arribar a l'euro per litre, en canvi els d'oliva més barats poden arribar a superar els 3 euros per litre.
- **Estabilitat.** Presenta estabilitat a altes temperatures del cuinat, així permetent el bon estat dels productes. També augmenta el temps de conservació dels productes mantenint-se en estat sòlid o semi-sòlid sense desfer-se.
- **Gust.** L'oli de palma és un tipus d'oli que si s'utilitza havent passat un procés de refinament, no altera ni modifica el gust ni l'olor del producte final que es vulgui aconseguir en un determinat producte. Fins i tot, en alguns productes pot arribar a potenciar-ne el gust dolç dels ingredients que s'hagin utilitzat i proporcionar una textura suau i cremosa.

- **Aporta vitamines liposolubles.** Permet l'absorció de vitamines liposolubles i també n'aporta d'altres com la vitamina A i la vitamina E. Aquests tipus de vitamines són les que es poden dissoldre en greixos i olis, i es transporten en el sistema limfàtic de l'organisme. Són un tipus de vitamines que no s'absorbeixen fàcilment, per això un excés d'elles pot ser perjudicial per l'organisme.

Tal i com es pot observar, els beneficis que s'atorguen a l'oli de palma es basen més en la part comercial i alimentària que no en els efectes en la salut. De manera que, a nivell de salut per l'organisme, es podria dir que és un oli que pot derivar més efectes perjudicials que beneficiosos. Tot i això, aporta un seguit de beneficis amb els que empreses industrials veuen l'oportunitat de tenir un augment de vendes i beneficis importants i per això el segueixen utilitzant.

4.6 Comparació de l'oli de palma amb l'oli d'oliva.

L'oli d'oliva és un dels millors olis vegetals degut a les propietats que aporta a l'organisme. Tot i que els dos olis són de tipus vegetal, les propietats i la seva composició són molt diferents, però tots dos es basen en estar formats per lípids saponificables, és a dir, que contenen àcids grassos.



Fig 21: Diferència de l'aspecte degut al punt de fusió dels àcids que componen els dos olis.

Pel què fa a la composició, l'oli d'oliva consta d'un 77% d'àcids grassos monoinsaturats, un 6% de poliinsaturats i la resta són saturats, un 16%,¹¹ mentre

¹¹ El percentatge de la composició està regulat per el *Consejo Oleícola Internacional*, és l'única institució internacional que es dedica a l'oli d'oliva.

que en l'oli de palma un 55% dels greixos que el formen són saturats, de manera que triplica amb diferència la quantitat d'àcids grassos saturats, i per tant, no saludables en la seva composició.

Taula 1: Dades que mostren la composició d'àcids grassos insaturats en verd i saturats en vermell dels olis d'oliva i de palma.

	Oli d'oliva	Oli de palma
Àcid oleic	55-83%	37-46%
Àcid linoleic	3,5-21%	10%
Àcid palmitoleic	0,0-1,5%	
Àcid palmític	7,5-20%	40-48%
Àcid esteàric	0,3-3,5%	

La majoria de greixos monoinsaturats que formen l'oli d'oliva són àcids oleics, els quals formen triglicèrids anomenats trioleïnes, que són la unió de la glicerina amb tres àcids grassos oleics. Aquestes trioleïnes també es poden formar a partir d'un àcid gras saturat, normalment palmític, i dos d'àcid oleic, però aquestes només es troben amb menys d'un 30% de tots els triglicèrids de l'oli d'oliva.

Segons entitats relacionades amb la nutrició o organismes internacionals com la OMS,¹² el consum d'oli de palma és perjudicial per la salut, ja que conté un excés d'àcids grassos saturats, factor que provoca un augment de colesterol en sang. En canvi, determina que els àcids grassos presents en l'oli d'oliva incrementen el nombre d'antioxidants i redueix les complicacions de la diabetis o de les malalties cognitives, relacionades amb el funcionament cerebral.

A més a més, tot i que l'oli de palma també presenta greixos insaturats i antioxidants, en l'oli d'oliva és més efectiu degut a la major proporció d'àcids insaturats. Aquests tipus d'àcids contribueixen en reduir els nivells de colesterol LDL, que és el que es diposita a les parets cel·lulars provocant taponaments al sistema circulatori, i a la vegada augmenten els nivells de colesterol HDL reduint la pressió arterial i disminuint les malalties cardiovasculars. Per tant, com que en l'oli d'oliva hi ha molta més presència d'aquests àcids grassos que no pas en el de palma, aquesta important propietat és molt més eficaça en el d'oliva.

¹² L'Organització mundial de la salut, OMS, exposa els adequats consums de greixos en la publicació Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas.

5. LA CÈL·LULA EUCARIOTA

La cèl·lula és la unitat morfològica, fisiològica i genètica de tots els éssers vius. Segons la *teoria cel·lular*, tots els organismes estan formats per cèl·lules, que són la unitat estructural de la vida més petita que existeix, ja que és capaç de dur a terme les tres funcions vitals, nutrició, relació i reproducció, per ella mateixa, i només poden originar-se a partir de la divisió de cèl·lules preexistents. Agafen els seus nutrients del medi que les envolta i dels aliments ingerits pels organismes que componen. Per això, els lípids que formen els olis també afecten a les cèl·lules.

Presenten una certa complexitat que els hi dona ordre i constància, ja que cada estructura té la seva funció, presenten una lleu tolerància d'error i el control per mantenir el funcionament global del sistema cel·lular és més gran.

Existeixen dos tipus de cèl·lules, les eucariotes i les procariotes, les quals es diferencien per la presència d'un nucli diferenciat. Totes les cèl·lules estan constituïdes per una membrana plasmàtica, un citoplasma i el material genètic, que és la informació necessària per dur a terme tot els processos necessaris per la seva supervivència i per transmetre'ls a cèl·lules de la descendència. En les cèl·lules eucariotes aquest material genètic es troba dins del nucli, en canvi en les procariotes es troba en el citoplasma sense cap embolcall nuclear que les protegeixi.

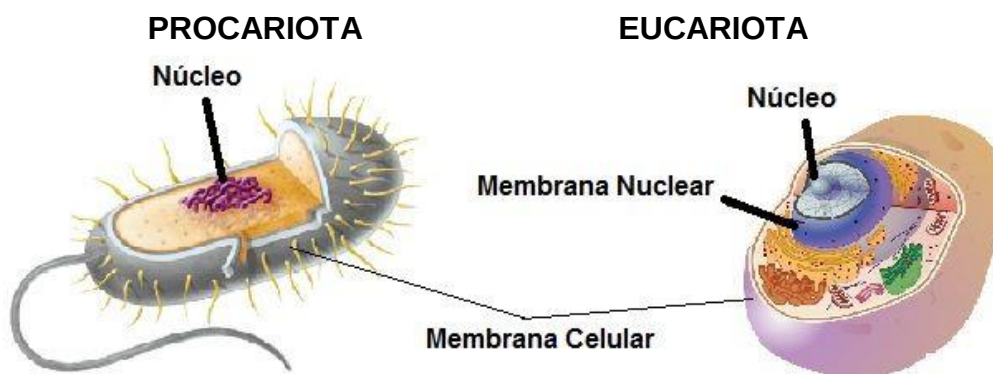


Fig 22: Figura que mostra la diferència entre els la cèl·lula procariota i la cèl·lula eucariota.

La membrana plasmàtica delimita la cèl·lula i està formada per una bicapa lipídica constituïda per fosfolípids. Com que aquestes molècules són amfipàtiques, és a dir, presenten una zona hidròfila (polar) i una zona lipòfila (apolar), s'orienten col·locant els àcids grassos d'una capa amb els de l'altre per tal de mantenir-los separats del

medi exterior i interior de la cèl·lula, ja que contenen aigua. El tipus d'àcids grassos que formen aquests lípids són un saturat i un insaturat, amb diversos o un doble enllaç central, ja que la bicapa ha de ser fluida i no sòlida. Els greixos insaturats són solubles a temperatura baixes i d'aquesta manera poden mantenir la fluïdesa de la bicapa a temperatures no gaire altes, i així també es permet el correcte funcionament de les proteïnes transmembrana.

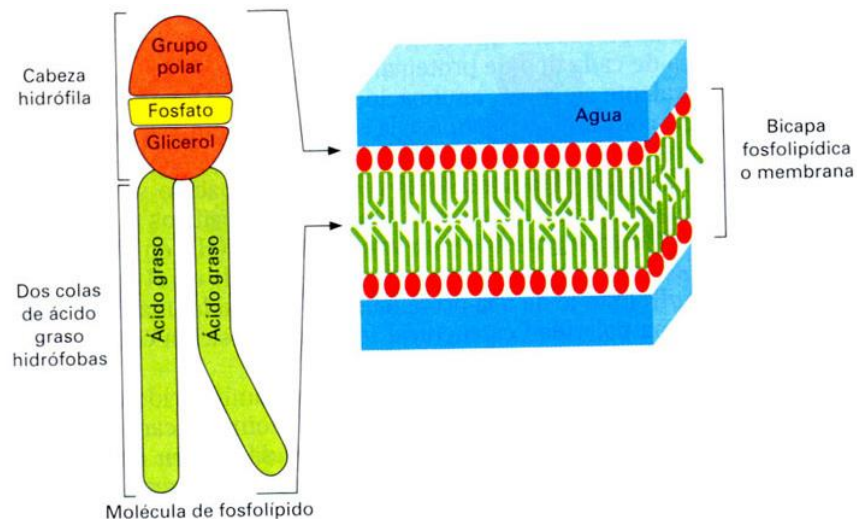


Fig 23: Esquema que mostra l'estructura d'un fosfolípid de membrana.

Els fosfolípids no són les úniques molècules que es troben a la membrana. També s'hi disposen proteïnes, que regulen l'entrada i sortida de molècules i altres substàncies de la cèl·lula, i el colesterol, per tal de reduir el moviment dels lípids i disminuir la impermeabilitat i el punt de fusió de la membrana. A més a més, als fosfolípids i a les proteïnes s'hi poden veure associats glúcids, formant glicoproteïnes o glicoesfingolípid.

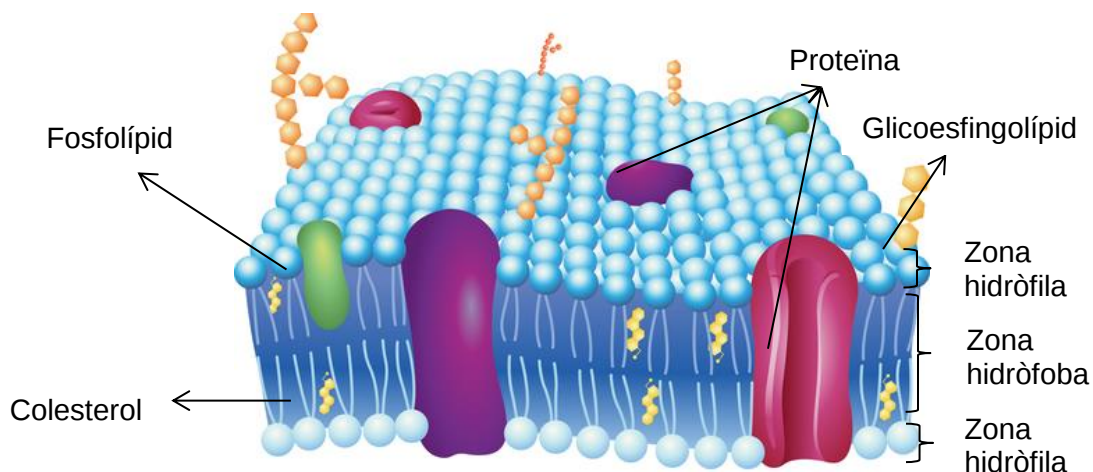


Fig 24: Figura que mostra l'estructura de la membrana plasmàtica.

El citoplasma és el medi cel·lular comprès per la membrana plasmàtica i l'embolcall nuclear. Està format pel citosol, el medi intern, i el citoesquelet, una xarxa de filaments proteics que permeten transportar i organitzar els orgànuls de la cèl·lula. Els principals orgànuls cel·lulars són: el centrosoma (organitza els microtúbuls), cilis i flagels (permeten la mobilitat), ribosomes (intervenen en la síntesi de proteïnes), el reticle endoplasmàtic, format pel rugós (encarregat de sintetitzar proteïnes i els fosfolípids de la membrana) i pel llis (encarregat de la síntesi de lípids). També es troben l'aparell de Golgi (intervé en la síntesi de glúcids, lípids i proteïnes de membrana), lisosomes (digereixen la matèria orgànica) i els mitocondris (permet guardar l'energia alliberada de les molècules d'ATP).

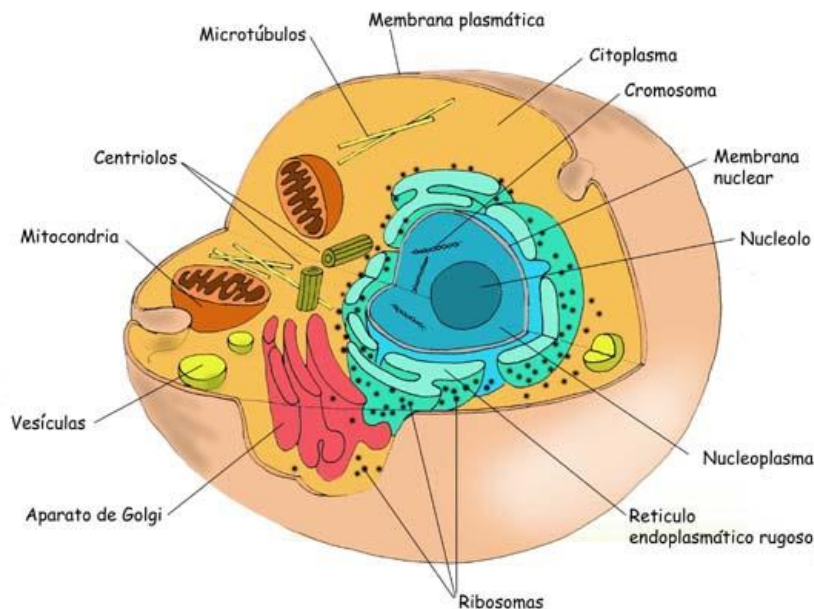


Fig 25: Fotografia que mostra els orgànuls cel·lulars.

Tots aquests orgànuls, juntament amb d'altres que tenen funcions més determinades, permeten que la cèl·lula realitzi els diferents processos metabòlics necessaris pel seu correcte funcionament.

5.1. Metabolisme

El metabolisme cel·lular és el conjunt de reaccions químiques que es produeixen a l'interior de les cèl·lules. Només es produeixen les necessàries, a la velocitat i al moment que correspongui i sense produir una acumulació de productes intermedis, per tal d'assolir-ne la màxima eficàcia.

En el metabolisme, intervien els compostos químics de les reaccions, anomenats metabòlits, els quals necessiten els substrats, les substàncies amb que reaccionaran, i els productes, les substàncies que s'obtidran al final. Un conjunt de reaccions coordinades (via metabòlica) o una sola dependrà de la presència de substrats i coenzims de la reacció.

Es pot classificar en dos tipus de reaccions:

- Catabòliques, són reaccions de degradació, és a dir, processos oxidatius que produeixen energia, obtenen matèries primeres més simples a partir de degradar molècules complexes. L'energia alliberada s'acumula per un temps en fosfats o electrons d'alta energia.
- Anabòliques, són reaccions de síntesi de biomolècules, produeixen la síntesi de biomolècules més complexes a partir de matèries inicials més simples. Acostumen a ser processos de reducció que necessiten l'energia alliberada en els processos catabòlics.

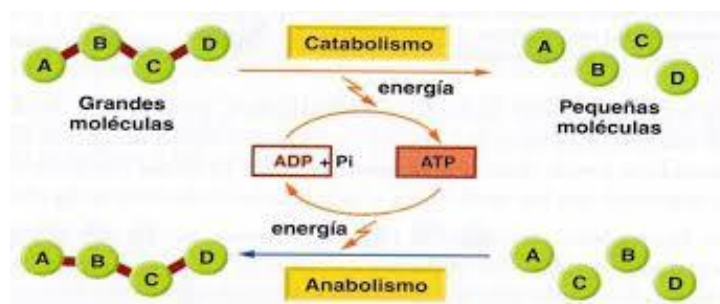


Fig 26: Figura que exemplifica els tipus de reaccions metabòliques.

La transferència d'energia entre els dos tipus de reaccions, es fa mitjançant una unitat energètica comuna anomenada molècula d'ATP (adenosina trifosfat). És una biomolècula formada per adenina (un àcid nucleic), i tres grups fosfats. Aquesta molècula es forma a partir de l'AMP (adenosina monofosfat), la qual només té un grup fosfat i per tant, té un baix nivell energètic. Quan se li adhereix un altre grup fosfat, forma ADP (adenosina difosfat), amb dos grups fosfats, a la qual s'hi afegeix un altre grup fosfat i ja es té format l'ATP.



Fig 27: Figura que mostra la formació de l'ATP i l'estructura de la molècula, respectivament.

La unió dels grups fosfats a l'adenina es diu enllaç ric en energia, per tant, la molècula d'ATP té un nivell energètic superior a les altres, perquè és la que té més enllaços d'aquests tipus. Mitjançant aquestes molècules, la cèl·lula té l'energia necessària per dur a terme les seves funcions.

Els lípids tenen funcions diverses en la cèl·lula, una de les quals, l'energètica, ja que és la biomolècula que permet obtenir més ATP. També, són indispensables en l'estructura de la membrana plasmàtica, i en alguns orgànuls delimitats per membrana, i per últim, tenen una funció hormonal i senyalitzadora.

5.1.1. Catabolisme dels lípids: obtenció d'energia dels greixos

Els greixos són una font important per la producció d'ATP, ja que arriben a proporcionar la meitat de les necessitats energètiques del cor i els músculs i, a més a més, no existeix un límit de greixos que pot acumular el teixit adipós i constitueixen una forma més ordenada d'emmagatzemar energia, ja que no contenen aigua.

Per produir ATP a partir dels greixos es produeix l'oxidació d'aquestes mateixes molècules, un procés que es realitza al mitocondri. Per això, primer la cèl·lula ha de captar els lípids que es troben a la sang després de ser ingerits i digerits per l'organisme. Els lípids entren a la cèl·lula mitjançant un procés de transport passiu a través de la membrana, anomenat difusió simple a través de la bicapa, un procés ràpid en què els lípids passen entre mig de les molècules de la membrana. Però també poden entrar a partir de vacúols d'endocitosi.

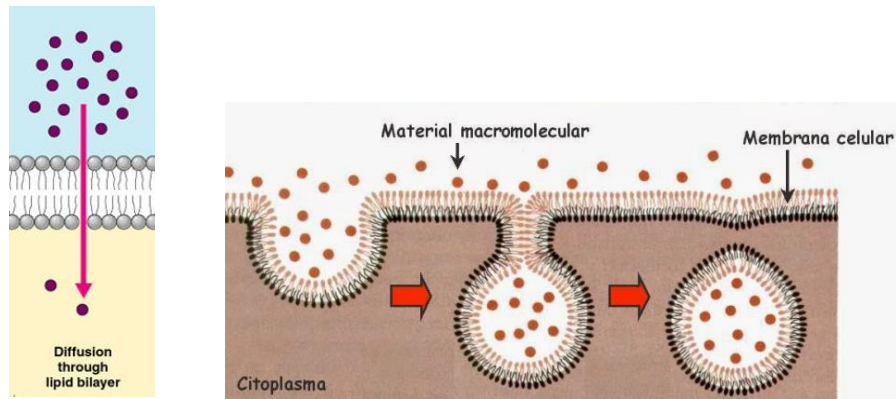


Fig 28: Exemplificació d'una difusió simple a l'esquerre i d'endocitosi, a la dreta.

Un cop dins la cèl·lula, aquests lípids són hidrolitzats, és a dir, la molècula es separa en el glicerol i els àcids grassos.

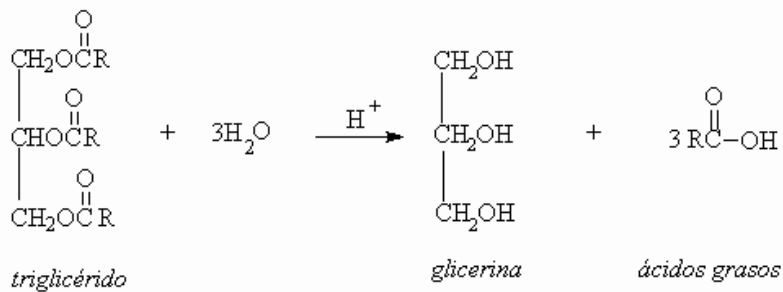


Fig 29: Esquema que mostra l'hidròlisi del lípid, quedant un glicerol i els àcids grassos.

La glicerina s'incorpora en la glicòlisi, la forma d'obtenció d'energia a partir de la glucosa, ja que el glicerol té el mateix valor energètic que aquesta molècula, i l'àcid gras (s'ha posat com a exemple àcid palmític, una molècula de 16 carbonis), s'associa amb una proteïna transportadora anomenada FABPs que el portarà fins al mitocondri.

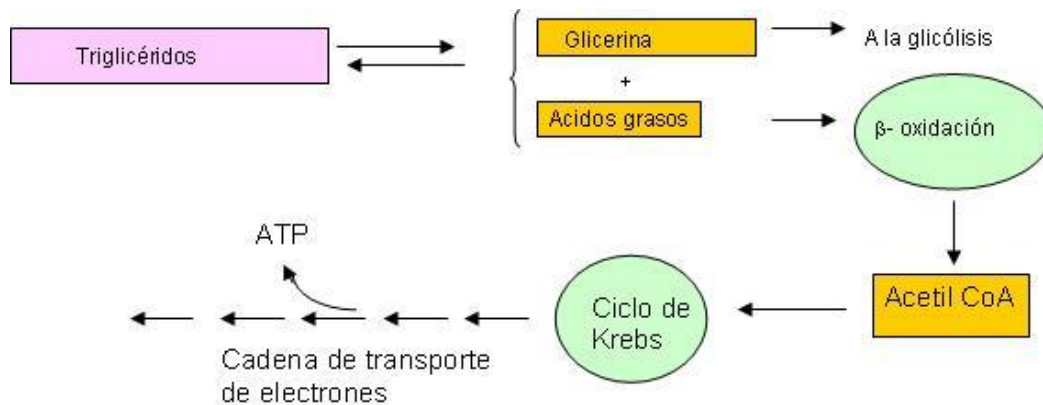


Fig 30: Esquema que mostra de forma general el procés del catabolisme de lípids.

Però, l'àcid gras no pot entrar al mitocondri per si mateix, i per això, ha d'associar-se a un acilcoensim A (acil-CoA), procés conegut com l'activació dels àcids grassos, per tal de poder entrar a la matriu mitocondrial, on tindrà lloc la β -oxidació.

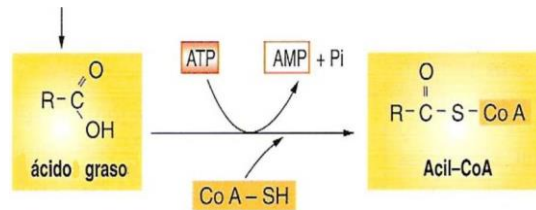


Fig 31: Formació de l'Acil-CoA.

Tot seguit, es produeix l'oxidació dels acil-CoA. D'aquesta molècula de 16 carbonis, se'n realitza un procés per fragmentar-ne 2 i transformant-se en acetil-CoA, així quedant un acil-CoA de 14 carbonis. Aquest tornarà a passar pel mateix procés per obtenir un altre acetil-CoA, fins que tot l'acil-CoA queda fragmentat en molècules de dos carbonis, en total vuit acetil-CoA, que es portaran al cicle de Krebs.

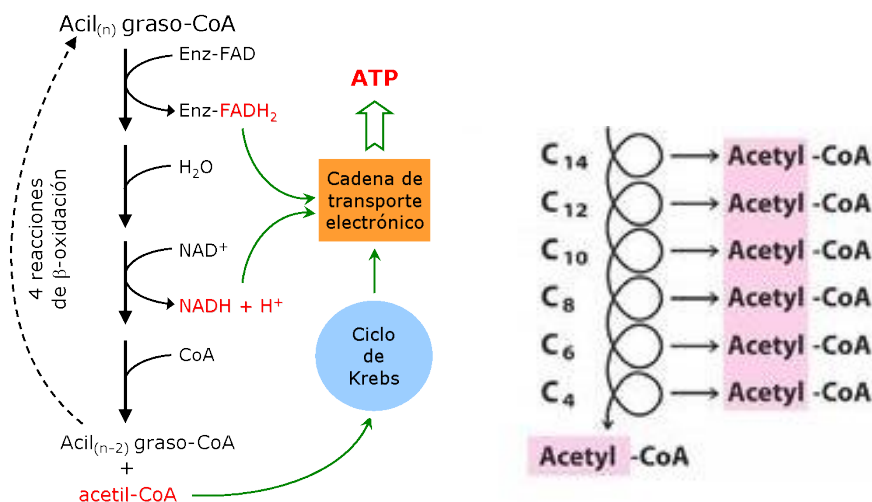


Fig 32: Procés en què l'acil-CoA es transforma en acetil-CoA.

Un cop obtinguts, es realitza el cicle de Krebs, que es basa en la degradació de cada acetil-CoA. Aquest procés es basa en un cicle d'alliberació de CO_2 , i formació de $3\text{NADH} + \text{H}^+$ i FADH_2 . Aquestes molècules alliberen els seus hidrògens a l'espai intermembranós del mitocondri i quan aquests passen per l'ATP sintetasa, un complex enzimàtic que es troba a la membrana interna del mitocondri, es forma ATP. L'alliberació d'aquests hidrògens, provoca que es formi un corrent d'electrons, que quan s'ajunta amb els hidrògens (protons) i l'oxigen obtingut en la respiració de l'organisme, es forma aigua, H_2O . D'aquesta manera, a partir dels nutrients i O_2 , s'obté energia mitjançant un procés que desprèn CO_2 , expulsat a l'exterior i aigua.

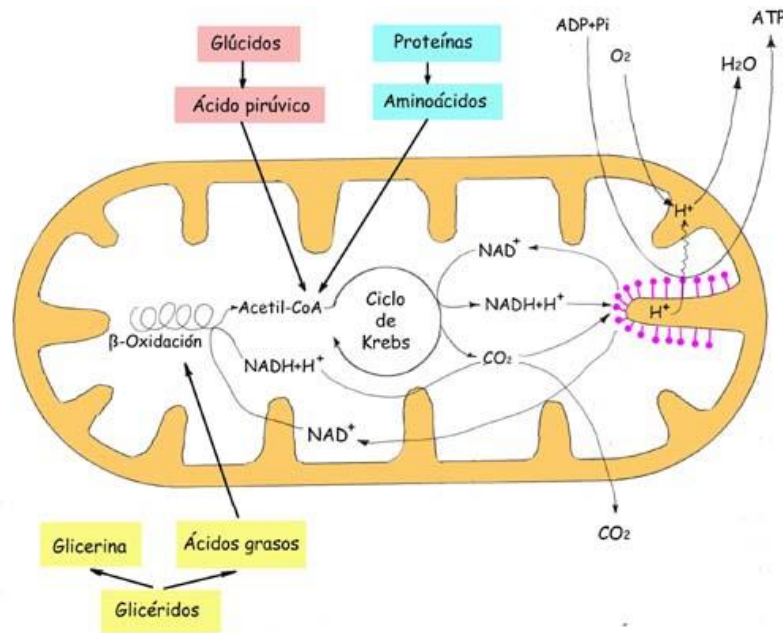


Fig 33: Exemple gràfic del procés d'obtenció d'ATP dels lípids.

Per cada molècula de $\text{NADH}+\text{H}^+$ s'obtenen 3 molècules d'ATP i per cada FADH_2 , 2 molècules d'ATP, a més a més també s'obté GTP que actua com a ATP. En total, per cada àcid gras de 16 carbonis (que seria el cas del palmític) s'obtenen 129 molècules d'ATP, i encara faltaria sumar les molècules que es puguin obtenir de la glicòlisi de la glicerina i dels altres dos àcids grassos en cas que sigui un triglicèrid. En canvi, per una molècula de glucosa, només s'obtenen 38 molècules d'ATP. Per això, els lípids són molècules d'alt rendiment energètic.

Tot aquest procés presenta variacions en funció si és un àcid gras saturat o insaturat. Quan es tracta d'un insaturat, els dobles enllaços impedeixen que es dugui a terme l'oxidació, però llavors es forma un àcid gras *trans* amb l'estructura adequada per poder realitzar tot el procés catabòlic i obtenir energia.

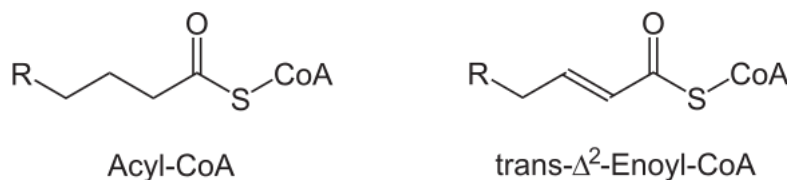
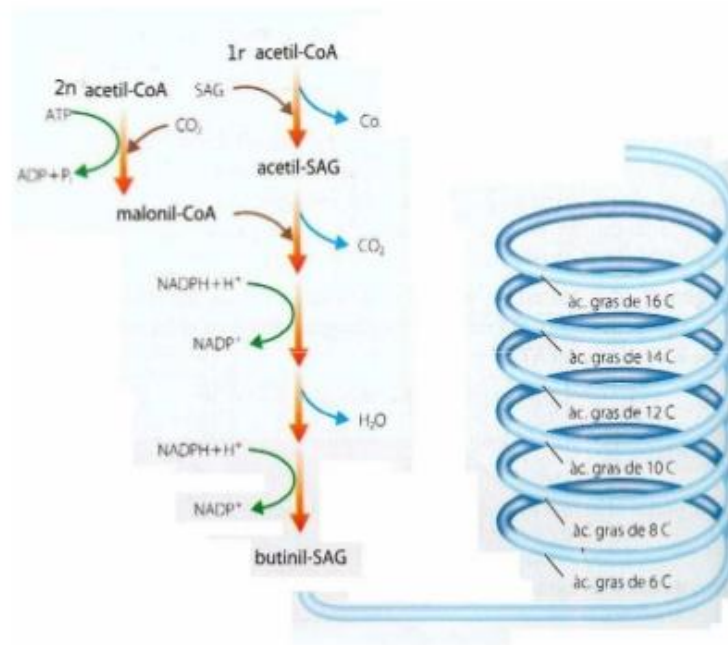


Fig 34: A l'esquerre, la molècula d'acil-CoA d'un àcid gras saturat, i a la dreta, la molècula *trans* d'acil-CoA d'un àcid gras insaturat.

Una molècula d'àcid gras pot representar fins un 35% de l'eficiència d'obtenció d'energia lliure que pugui ser utilitzada per la cèl·lula.



Tot i això, com ja s'ha esmentat, l'organisme requereix la formació d'àcids grassos insaturats per el correcte funcionament de la membrana plasmàtica. Per això, es produeix la dessaturació dels àcids grassos, localitzada en les membranes del reticle endoplasmàtic llis. Un sistema enzimàtic diferent, només present en el fetge, permet introduir dobles enllaços únics en el centre de la molècula, com és el cas de l'àcid oleic. Però, quan es tracta d'un àcid gras poliinsaturat, amb més d'un doble enllaç, aquest sistema no pot sintetitzar-los. Per això, com que aquests àcids són necessaris per la síntesi i formació d'altres components de la cèl·lula, han de ser ingerits en la dieta.

Un cop es té l'àcid gras format s'ha d'unir a la glicerina, la qual s'ha de trobar en glicerol-3-fosfat que es forma durant la glicòlisi (catabolisme de glúcids).

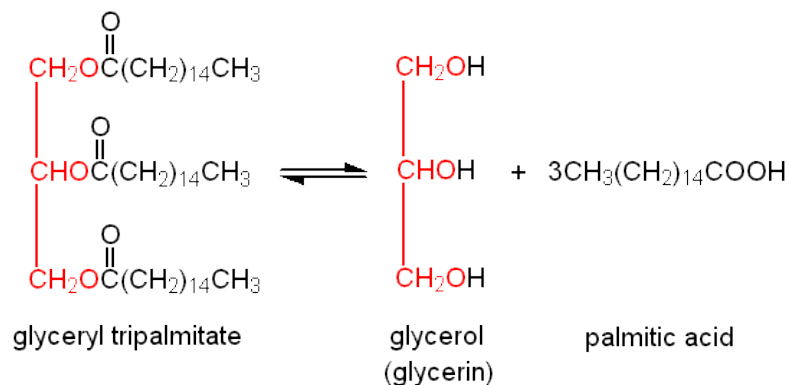


Fig 36: Formació d'un triglicèrid a partir de l'unió de l'àcid gras sintetitzat i el glicerol.

Per sintetitzar els lípids de membrana, els àcids grassos també s'han d'unir a un glicerol, mitjançant enzims localitzats al reticle endoplasmàtic llis. S'hi poden unir els àcids grassos que s'han sintetitzat prèviament o els que s'alliberen del glicerol per poder fer el catabolisme.

Els fosfolípids de la membrana es formen en el reticle endoplasmàtic, el colesterol en el citosol, o també pot venir de l'exterior, i els glicoesfingolípids s'acabaran de formar en l'aparell de Golgi.

Un cop s'han sintetitzat els lípids al reticle endoplasmàtic, es formen unes vesícules de transició que transporten els lípids fins a l'aparell de Golgi. Allí, els lípids arriben a la cara cis de l'aparell i van passant per les diferents cisternes que el formen fins arribar a la cara trans.

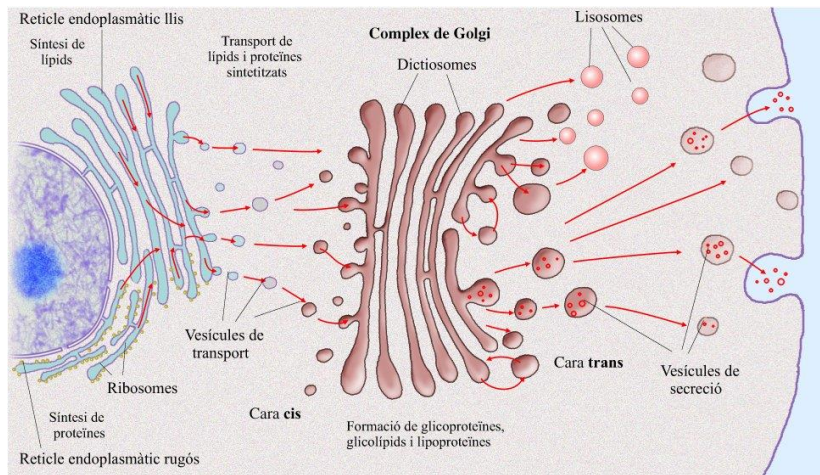


Fig 37: Fotografia que mostra el funcionament de l'aparell de Golgi, entrant els lípids per la cara cis i sortint cap a la membrana amb vesícules.

Aquest orgànul, és l'encarregat de modificar les molècules que li arriben traient o afegint glúcids, gràcies als enzims dels què disposa. Per això, és en l'aparell de Golgi on s'acaben de formar els glicoesfingolípid, ja que s'afegeixen glúcids als fosfolípids procedents del reticle endoplasmàtic. Llavors, es formen vesícules amb les noves molècules formades i es transporten a la membrana plasmàtica.

Els lípids poden arribar a la membrana plasmàtica de diferents maneres:

- A través de vesícules, és la forma majoritària. A més a més, de les vesícules que arribin amb els glicoesfingolípid, molts fosfolípids arriben formant part de la membrana que delimitava les vesícules, és a dir, per fer arribar els lípids a la bicapa, les membranes de les vesícules són formades per els mateixos lípids que han d'arribar a la membrana plasmàtica.

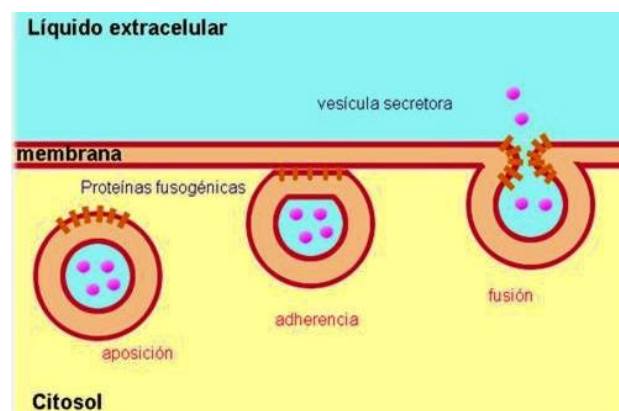


Fig 38: L'adherència dels lípids de la mebrana de la vesícula provinent del Golgi amb la membrana plasmàtica.

- Tot i això, els lípids també es poden transportar per transportadors situats en zones de contacte entre membranes. Aquests transportadors recullen lípids d'un compartiment i el passen a un altre fins que arribi al seu destí. Però es pot donar el cas que els lípids de les membranes dels compartiments presentin diferències als que s'estiguin transportant i per això, aquests són modificats químicament de forma temporal o s'associen amb altres molècules fins que arribin al seu compartiment final, o la membrana plasmàtica.

Els lípids també poden estar destinats a la membrana que delimita certs orgànuls, ja que d'aquesta manera, és més fàcil realitzar intercanvis de substàncies mitjançant vesícules perquè totes les membranes estaran formades pels mateixos tipus de lípids. Tot i això, alguns orgànuls presenten lípids exclusius que els realitzen funcions pròpies o serveixen per poder identificar determinades vesícules.

5.1.3. Regulació i aplicació metabòlica dels greixos

La regulació dels processos metabòlics dels lípids pot està controlat per hormones o no.

Els controls no hormonals de l'oxidació i la síntesi d'àcids grassos es basa en no produir-se els dos processos al mateix temps, ja que els dos processos són excloents entre sí. Si s'estan sintetitzant àcids grassos, no s'ha de produir el procés d'oxidació perquè resulta ser un inconvenient.

En canvi, la regulació hormonal del metabolisme de greixos està lligada a la presència de determinades molècules. La insulina és el senyal perquè les cèl·lules del teixit adipós emmagatzemin greix en forma de triglicèrids, i la glucosa per alliberar a la sang àcids grassos lliures a partir dels emmagatzemats. A més, la insulina té efectes antagònics ja que estimula la síntesi d'àcids grassos del fetge i a la vegada restringeix l'alliberació d'àcids grassos produïts per les cèl·lules adiposes. Per això, un procés no es pot realitzar a la vegada amb l'altre.

D'aquesta manera, els diferents processos metabòlics dels greixos es realitzen al temps, al moment i a la velocitat adequada per tal que tot esdevingui amb un correcte funcionament. I juntament amb els processos metabòlics en què intervenen altres biomolècules, la cèl·lula pot dur a terme totes les seves funcions.

5.1.4. Funció hormonal i senyalitzadora dels lípids.

Els lípids participen en la comunicació cel·lular, a través de la qual es produeix el reconeixement d'altres cèl·lules. Els lípids poden actuar com a propis senyals d'una cèl·lula, i permeten diferenciar altres tipus de cèl·lules i les que no són pròpies de l'organisme. A més a més, també permeten identificar alteraments en la cèl·lula, com per exemple el trencament de la membrana plasmàtica.

També tenen una funció hormonal, ja que les hormones lipídiques, juntament amb les proteïques, tenen un cert control sobre l'expressió gènica. Els esteroides que es troben en el citoplasma, s'uneixen a proteïnes receptores intracel·lulars per tal de formar complexos que es dirigeixin cap al nucli. Allí, es fixen sobre seqüències determinades del DNA i indiquen la transcripció de determinats gens.

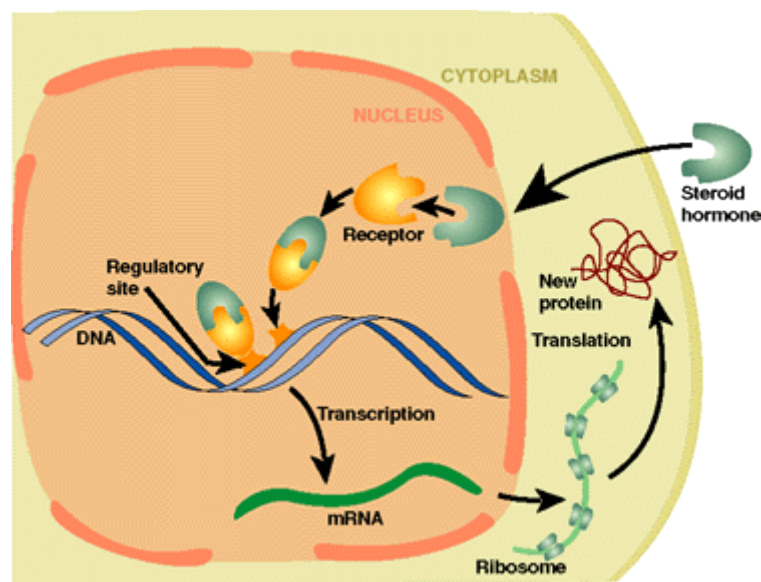


Fig 39: Funcionament del procés hormonal dels lípids per sintetitzar determinades proteïnes.

6. LLEVATS

Els llevats són fongs unicel·lulars que es poden trobar en diferents llocs com en plantes, animals i en superfícies de fruites o de la pròpia pell. Els llevats formen part de diferents sectors comercials, ja que aporten beneficis a la vida humana en els sectors alimentaris, farmacèutics i industrials.

Aquestes organismes unicel·lulars assoleixen mides de 3 a 40 micròmetres, per això només es poden veure a ull nu quan formen colònies. S'han determinat fins a 500 espècies diferents de llevats i cadascuna té unes característiques determinades: la forma de la cèl·lula, el tipus i el temps de reproducció i el seu comportament metabòlic, entre altres.

Entre tots els llevats que afectin directament la salut de les persones, es troben els llevats que fermenten i els que infecten les persones. Aliments com la cervesa, el pa o el vi es produeixen per fermentacions, que es basen en l'actuació dels llevats en el most, produint alcohol i diòxid de carboni, transformant el producte inicial. Tot i això, hi ha llevats que poden infectar l'ésser humà com són els causants de inflamacions cutànies o els peus d'atleta.

L'espècie més coneguda i utilitzada s'anomena *Saccharomyces cerevisiae*, que és el llevat utilitzat en la fermentació de la cervesa i en els experiments de molts laboratoris, degut a la conservació de processos essencials que es duen a terme en les cèl·lules humanes. De manera que és l'indicat per dur a terme experiments amb l'oli de palma i poder estudiar l'efecte d'aquest en les cèl·lules.

6.1. *Saccharomyces cerevisiae*

El llevat *Saccharomyces cerevisiae* és un tipus de llevat molt utilitzat en els laboratoris degut al seu preu econòmic, però també i molt important, degut a la facilitat en la manipulació genètica, convertint-se en el genoma eucariota més conegut.

Són uns dels organismes que va permetre iniciar la bioquímica i la biologia molecular modernes, sent un banc de proves fonamental. D'aquesta manera, s'ha convertit en un model biològic d'organismes eucariotes.

Aquest llevat es caracteritza per tenir una forma el·líptica o ovoide, d'un diàmetre que varia de 5 a 10 micròmetres. Tenint en compte que és una cèl·lula eucariota, presenta un nucli diferenciat. Té una alta capacitat fermentativa i es multipliquen ràpidament per gemmació, una forma de reproducció asexual, que en condicions òptimes, només dura unes hores i és capaç de colonitzar gran part del medi on es trobi. També, *Saccharomyces cerevisiae* és molt resistent al etanol, fins a un 14% en el seu medi, per això s'utilitza en fermentacions de begudes alcohòliques. Tot i això, aquesta resistència a l'alcohol, permetrà la supervivència de les cèl·lules en un medi amb etanol que permeti la dissolució dels olis en la part experimental.

Alguns estudis bàsics utilitzant aquests llevats, s'han pogut realitzar en la regulació del cicle cel·lular o el transport vesicular. A més a més, va permetre la reconstrucció del procés de la rèplica de l'ADN. Això va ser possible gràcies a la coneixença que els gens dels llevats i els de l'home codifiquen unes proteïnes molt semblants. La majoria de les proteïnes que comparteixen el llevat *Saccharomyces cerevisiae* amb les cèl·lules humanes són aquelles necessàries per la supervivència de la mateixa cèl·lula. Per exemple, les que s'encarreguen de la senyalització cel·lular, els components estructurals o les reaccions metabòliques.

Aquesta homologia present entre les dues espècies i la gran facilitat amb la que el llevat permet establir una relació entre l'estructura genètica i la funció de la proteïna a la que correspon, fa que es puguin utilitzar aquests tipus de llevats per estudiar patologies humanes. D'aquesta manera, es permet una major comprensió de les malalties hereditàries, metabòliques o de processos tumorals, càncer.

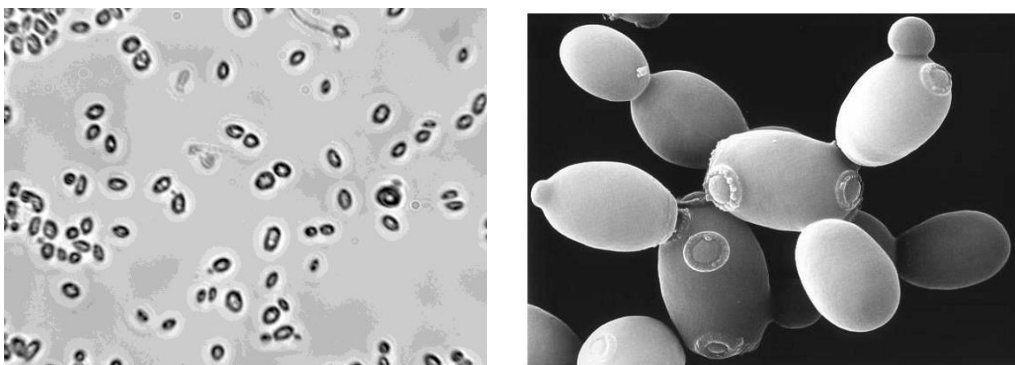


Fig 40: Fotografies que mostren les cèl·lules dels llevats *Saccharomyces cerevisiae* en el microscopi òptic i microscopi elèctric respectivament.

Per això, el llevat *Saccharomyces cerevisiae* és el que s'utilitzarà en la part experimental del treball, basat en analitzar com afecta l'oli de palma en l'ésser humà, ja que és el més útil i pràctic per realitzar aquest tipus d'experiment, tenint en compte tot l'esmentat. Tot i això, els resultats que s'obtinguin amb aquests llevats no es poden concloure directament a les cèl·lules humanes, ja que tot i les semblances, també presenten certes limitacions ja que els llevats no formen un organisme tan complex com els humans, que presenten altres mecanismes i gens degut a l'evolució.

7. PART EXPERIMENTAL

La part experimental consta de dos procediments diferents per tal d'estudiar el comportament dels llevats davant els olis vegetals. Les cèl·lules de llevat utilitzades són *Saccharomyces cerevisiae*, el nom de les quals és QA23. Són cèl·lules eucariotes i semblants a algunes de les que podríem trobar en l'organisme de les persones, tal i com s'ha esmentat en la part anterior. Els olis utilitzats són el de palma i el d'oliva, tan crus com cuinats, per tal de poder observar diferències entre aquests, ja que tenen una composició diferent.

En totes dues parts s'han utilitzat els llevats i els olis d'una mateixa mostra d'aquests. I els olis cuinats s'han obtingut fregint el d'oli d'oliva i escalfant un llarg temps el de palma.



Fig 41: L'oli de palma utilitzat en l'experiment i l'oli d'oliva utilitzat.

7.1. Viabilitat

Introducció

La viabilitat és la probabilitat que té un organisme de prosperar i sobreviure. De manera que realitzar un assaig de viabilitat consisteix en determinar la proporció de cèl·lules vives i funcionals existents en una població cel·lular determinada.

Objectius

1. Determinar la viabilitat de les cèl·lules dels llevats en un medi de cultiu on es troba oli.
2. Compar-la amb els quatre tipus d'oli i també amb el grup control sense oli, per tal de poder establir un patró de creixement de la cèl·lula.

Hipòtesi

Potser la viabilitat de les cèl·lules és molt similar entre els cultius sense oli amb els que contenen oli d'oliva, i molt baixa en els cultius d'oli de palma.

Materials

Productes i substàncies:

- Medi de cultiu: llevats QA23
- Aigua esterilitzada
- Etanol al 100%

Material i utensilis:

- Bec de Bunsen
- Pipeta micromètrica de 10 a 100µL amb les puntes corresponents.
- Pipeta micromètrica de 100 a 1000µL amb les puntes corresponents.
- Gradeta
- Tubs d'assaig
- Tubs d'assaig *Eppendorf Safe-lock*
- Plaques de petri
- Perles de vidre
- Agitador de tubs *Vortex*
- Retolador permanent

Procediment

Tot el procediment s'ha de realitzar al més aprop possible de la flama del bec de Bunsen per tal de treballar en un medi estèril i evitar que les mostres de llevat no es contaminin d'altres microorganismes de l'ambient. Si ho féssim sense esterilitat, creixerien altres tipus d'organismes que podrien interferir en els resultats de l'assaig de viabilitat.

Primer es realitza un pretractament, per poder saber com de viables es troben les cèl·lules del cultiu, de les quals després es realitzarà la viabilitat amb els diferents olis. La mostra inicial de cultiu conté 10^8 cèl·lules per mil·lilitre i s'han de saber la quantitat de cèl·lules que per si mateixes sobreviuran.

1. S'ha de realitzar dissolucions seriades de 1/10, per tal de reduir el nombre de cèl·lules inicials que té la mostra de cultiu. Es redueixen fins a 10^3 cèl·lules per mil·lilitre.

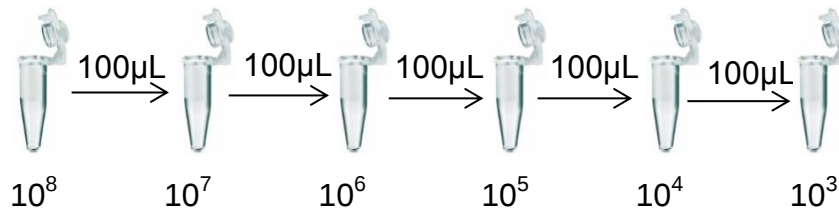


Fig 42: Esquema gràfic de les dissolucions que s'han de fer i les cèl·lules corresponents que hi haurà en el pretractament.

- 1.1. S'han d'agafar 5 tubs d'assaig Eppendorf Safe-lock i col·locar-los a la gradeta.
 - 1.2. Mitjançant la pipeta micromètrica de $1000\mu\text{L}$, es disposen $900\mu\text{L}$ d'aigua estèril en cada tub.
 - 1.3. Es sacsejen el tub amb el medi de cultiu inicial perquè les cèl·lules no es precipitin al fons i utilitzant la pipeta micromètrica de $100\mu\text{L}$, es disposen $100\mu\text{L}$ del cultiu al primer tub i es sacseja aquest tub amb l'agitador de tubs Vorex.
 - 1.4. Es disposen $100\mu\text{L}$ del primer tub al segon i es sacseja. S'ha de realitzar aquest procés successivament amb els cinc tubs, canviant de punta de la pipeta cada vegada que es realitza una solució.
2. Es marquen amb el retolador 3 plaques de Petri per la part de darrere on hi ha la gelatina. S'ha d'indicar que és el pretractament i la dissolució de l'últim tub que se'n dirà dissolució 3. S'han de marcar 3 altres plaques per la dissolució del penúltim tub, dissolució 4. Així es podrà veure quina de les dues dissolucions permet contar millor les cèl·lules formades.
 3. S'agafen $100\mu\text{L}$ de la dissolució 3 i es disposen a les 3 plaques de Petri corresponents. S'ha de realitzar el mateix procés amb la dissolució 4.



Fig 43: Esquema gràfic de l'obtenció de cèl·lules finals, del qual s'han de fer 3 rèpliques.

4. Es dispositen unes quantes perles de vidre a les plaques i es sacsegen bé per tal d'assegurar-se que el cultiu del llevat s'ha estès bé per tota la placa. Tot seguit, s'han de retirar les perles en un altre recipient.
5. Es mantenen les plaques de Petri a una temperatura de 28°C durant el temps suficient perquè les cèl·lules dels llevats puguin créixer. Aproximadament dos o tres dies.
6. Es compten les UCF (Unitats Formadores de Colònies) i es fan els càlculs corresponents per saber la quantitat de cèl·lules que han crescut.

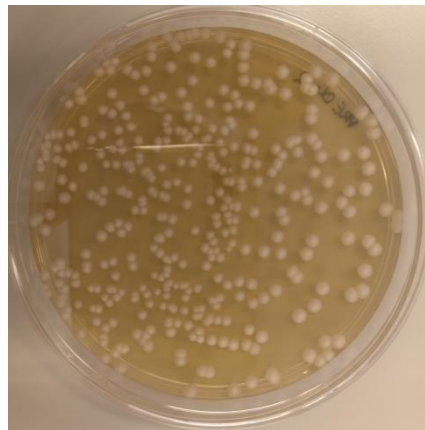


Fig 44: Fotografia de la placa de Petri on s'ha sembrat la dissolució 4. Presenta certa dificultat en contar les UCF.

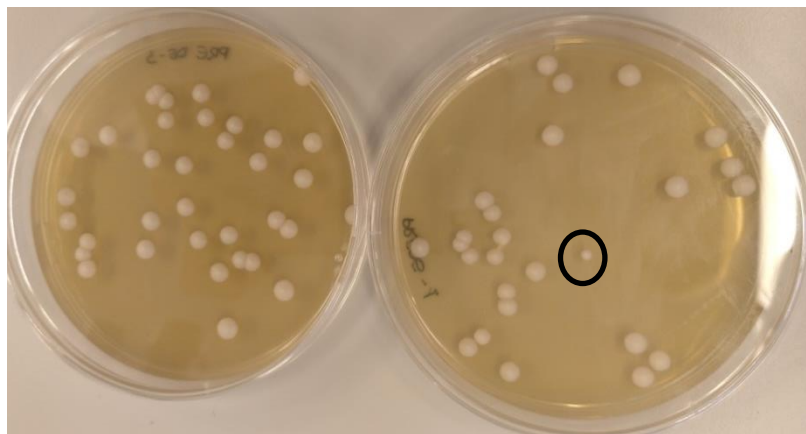


Fig 45: Fotografia de la placa de Petri on s'ha sembrat la dissolució 3 i es poden contar les UCF sense problemes. No s'han de comptar els organismes que han crescut i no són cèl·lules del llevat com el destacat en la figura.

Tot seguit, es realitza el tractament posterior, que consisteix en sembrar les cèl·lules dels llevats en dissolució amb els olis i el grup control.

1. Mitjançant la pipeta micromètrica de 1000µL, es disposen 250µL d'etanol als 10 tubs que contenen 5mL de cultiu, per afavorir la dissolució de l'oli en el medi de cultiu. (Dades obtingudes dels càlculs corresponents.)
2. Es marquen els taps dels tubs amb els olis que posteriorment s'hi dipositaran. Es faran dos rèpliques biològiques per cada tipus d'oli i pel grup control.
3. Mitjançant la pipeta micromètrica de 100µL, es disposen 50µL de cada tipus d'oli als tubs corresponents. Després, s'utilitza l'agitador de tubs Vorex per mesclar-ho bé.
4. S'han de mantenir els tubs a una temperatura de 28°C durant el temps suficient perquè les cèl·lules dels llevats puguin establir-se en el medi.
5. Es realitzen dissolucions seriades 1/10 a partir de les dissolucions del medi de cultiu amb els olis dels tubs, que contenen 10^7 cèl·lules per mil·lilitre. Per tant, només s'han de fer 4 dissolucions més per arribar a 10^3 , però amb cada control biològic.

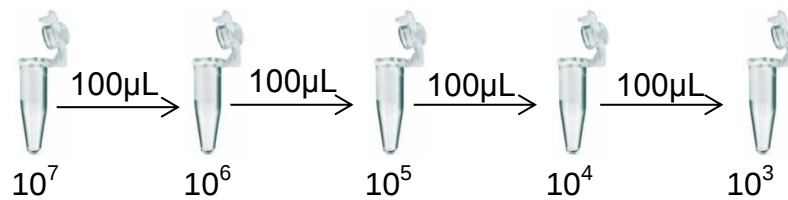


Fig 46: Esquema gràfic de les dissolucions que s'han de fer i les cèl·lules corresponents que hi haurà en el tractament posterior.

- 5.1. Es col·loquen 8 tubs d'assaig *Eppendorf Safe-lock* a la gradeta, distribuint-los en dos files de quatre.

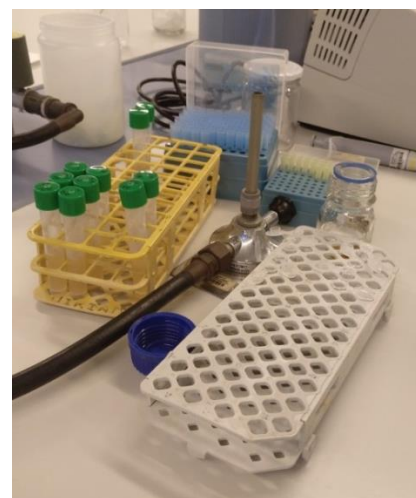
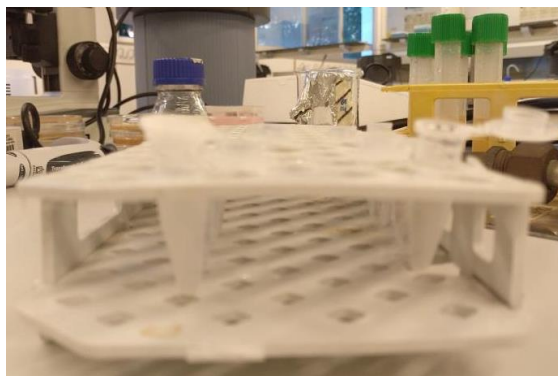


Fig 47: Fotografies de la distribució i col·locació dels tubs d'assaig per fer les dissolucions.

5.2. Amb la pipeta micromètrica de 1000 μ L, agafen 900 μ L d'aigua estèril i es dispositen als 8 tubs.

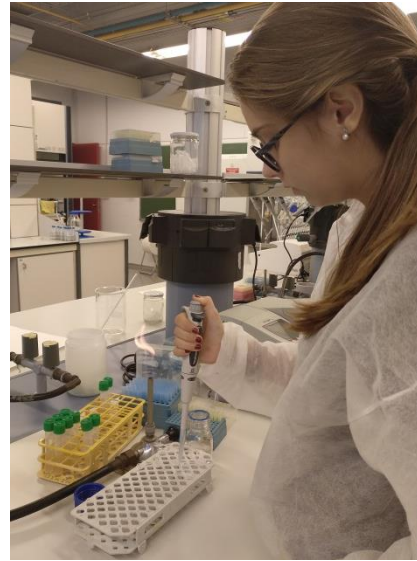
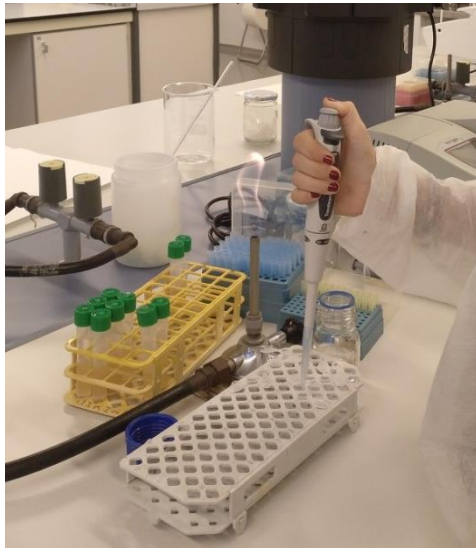


Fig 48: Fotografies que exemplifiquen el pas 5.2, ficant aigua als tubs d'assaig.

5.3. Utilitzant la pipeta micromètrica de 100 μ L, s'agafen 100 μ L de la dissolució del grup control i es dispositen al primer tub, després s'agita per tal que les cèl·lules no precipitin. Tot seguit, s'ha de fer amb la rèplica biològica del control.

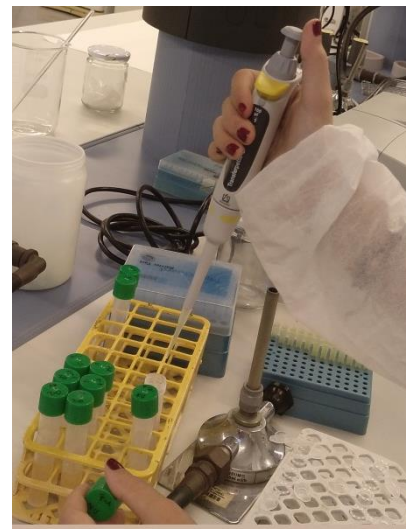


Fig 49: Fotografia que exemplifica el pas 5.3, realitzant les dues rèpliques biològiques.

5.4. Amb la mateixa pipeta, s'agafen 100 μ L del tub anterior i es dispositen al següent, i així fins omplir els quatre tubs de la mateixa fila. S'ha d'anar canviant la punta de la pipeta cada vegada que canviem de dissolució.



Fig 50: Fotografia que mostra com es passen 100 μ L d'un tub a un altre.

5.5. S'ha de fer el mateix procés però amb l'altre rèplica biològica del grup control.

- 6.** Es realitza el pas 5 amb totes les rèpliques biològiques de cada un dels tipus d'oli.
- 7.** S'han de marcar amb un retolador les plaques de Petri per la part de darrere on hi ha la gelatina. Amb les dues dissolucions del grup control es realitzaran 2 rèpliques tècniques (quan es sembra de la mateixa dissolució) per cada una, ja que s'hi sembrarà la dissolució de cultiu de l'últim tub (que s'anomenarà dissolució 4) i la del penúltim tub (dissolució 3). Llavors, això es repeteix amb les altres dissolucions amb els olis.

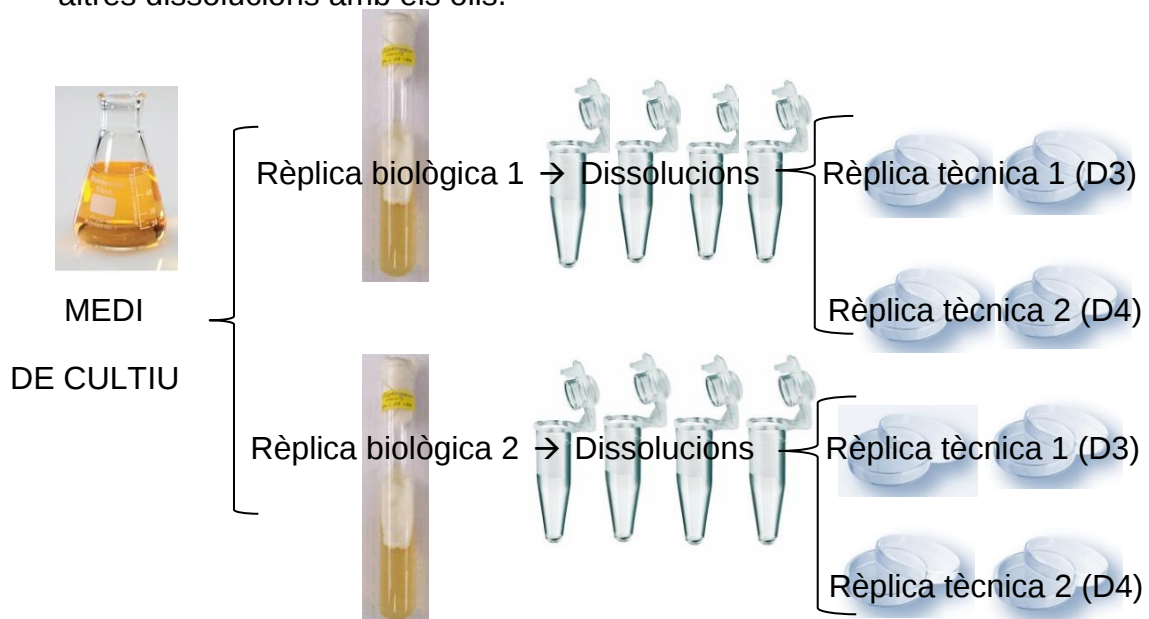


Fig 51: Esquema que exemplifica les rèpliques que es realitzen i els corresponents cultius.



Fig 52: Fotografia en què es veu com es marquen les plaques de Petri.

8. S'agafen 100 μ L de la dissolució 4 de la primera rèplica biològica del control i es disposen a la placa on s'hagi indicat prèviament. Es repeteix amb l'altre rèplica del control. S'agafen 100 μ L de la dissolució 3 de la primera rèplica biològica del control i es disposen a la placa corresponent. Es repeteix amb l'altre rèplica del control. Cal canviar la punta de la pipeta cada vegada que es canvia de dissolució.

Aquest pas més els tres següents, es repeteixen amb les dissolucions dels olis.



Fig 53: fotografies que mostren com es sembren els 100 μ L de les dissolucions 3 i 4 de cada rèplica biològica en les plaques de Petri corresponents.

9. Es disposen unes quantes perles de vidre a les plaques i es sacsegen bé per tal d'assegurar-vos que el cultiu del llevat s'ha estès bé per tota la placa. Tot seguit, es retiren les perles en un altre recipient.

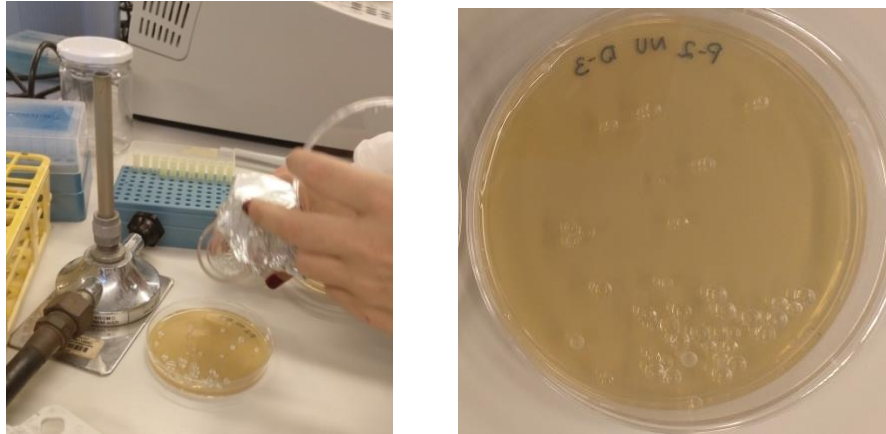


Fig 54: Fotografies que mostren el pas 9, en el qual s'estèn bé la mostra de la dissolució.

10. S'han de mantenir les plaques de Petri a una temperatura de 28°C durant el temps suficient perquè les cèl·lules dels llevats puguin créixer. Aproximadament dos o tres dies.
11. Es compten les UCF (Unitats Formadores de Colònies) i es fan els càlculs corresponents per saber la quantitat de cèl·lules crescudes a cada placa de Petri.



Fig 55: Fotografies de les plaques de Petri del tractament posterior del control, l'oli d'oliva usat i no usat. Es pot observar el creixement de les cèl·lules en els diferents medis.

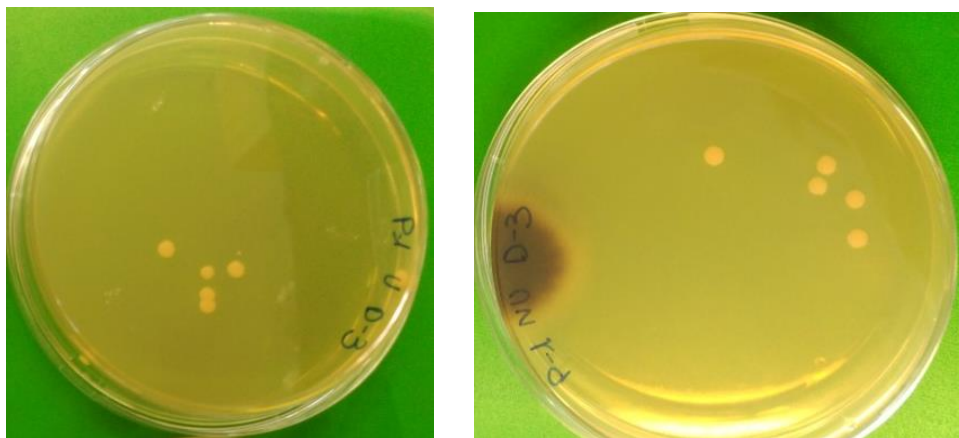


Fig 56: Fotografies de les plaques de Petri del tractament posterior de l'oli de palma usat i no usat. Es pot veure com ha crescut un organisme que no forma part del cultiu de llevat.

Càlculs i resultats

Càlculs per trobar la quantitat necessària d'etanol:

5mL de medi }
5% d'etanol } Vull

100% d'etanol → Tinc

$V_{\text{inicial}} \times \{\text{concentració}\}_{\text{inicial}} = V_{\text{final}} \times \{\text{concentració}\}_{\text{final}}$

$V_{\text{inicial}} \times 100\% = 5\text{mL} \times 5\% \rightarrow V_{\text{inicial}} = 25/100$

$V_{\text{etanol}} = 0,25\text{mL} = 250\mu\text{L}$

Quantitat d'oli per cada dissolució per un 1% d'oli:

$$5\text{mL medi} \cdot \frac{1\text{ mL d'oli}}{100\text{ mL medi}} \cdot \frac{1000\text{ }\mu\text{L oli}}{1\text{ mL d'oli}} = 50\mu\text{L d'oli}$$

Resultats obtinguts del pre tractament de les tres rèpliques tècniques en D3:

PRE-1 → 25 UCF	→	$25 \times 10^6 \text{ UCF/mL} = 2,5 \times 10^7$	} Total Mitjana = $3,2 \times 10^7$
PRE-2 → 36 UCF	→	$36 \times 10^6 \text{ UCF/mL} = 3,6 \times 10^7$	
PRE-3 → 35 UCF	→	$35 \times 10^6 \text{ UCF/mL} = 3,5 \times 10^7$	
$\frac{2,5 \times 10^7 + 3,6 \times 10^7 + 3,5 \times 10^7}{3} = 3,2 \times 10^7 \text{ UCF/mL}$			

$3,2 \times 10^7 \text{ UCF/mL}$ que arriben a créixer en els 10^8 UCF inicials del medi

Resultats del tractament posterior en l'última dissolució (D4):

- Control, 1a i 2a rèplica biològica → C1 / C2
- Oli d'oliva no usat, 1a i 2a rèplica biològica → O-1 NU / O-2 NU
- Oli d'oliva usat, 1a i 2a rèplica biològica → O-1 U / O-2 U
- Oli de palma no usat, 1a i 2a rèplica biològica → P-1 NU / P-2 NU
- Oli de palma usat, 1a i 2a rèplica biològica → P-1 U / P-2 U

C1 → 157	} $219,5 \times 10^5 \text{ UCF} \rightarrow$	$2,195 \times 10^7 \text{ UCF/mL}$ en CONTROL
C2 → 282		

$3,2 \times 10^7 \text{ UCF/mL}$ pretractament > $2,195 \times 10^7 \text{ UCF/mL}$ tractament posterior

$\left. \begin{array}{l} \text{O-1 NU} \rightarrow 320 \\ \text{O-2 NU} \rightarrow 147 \end{array} \right\} 233,5 \times 10^5 \text{ UCF} \rightarrow \mathbf{2,33 \times 10^7 \text{ UCF/mL en OLIVA NO}}$
 $2,33 \times 10^7 \text{ UCF/mL oliva no usat} > 2,195 \times 10^7 \text{ UCF/mL del control}$

$\left. \begin{array}{l} \text{O-1 U} \rightarrow 308 \\ \text{O-2 U} \rightarrow 134 \end{array} \right\} 221 \times 10^5 \text{ UCF/mL} \rightarrow \mathbf{2,21 \times 10^7 \text{ UCF/mL en OLIVA}}$
 $2,21 \times 10^7 \text{ UCF/mL oliva usat} > 2,195 \times 10^7 \text{ UCF/mL del control}$

$\left. \begin{array}{l} \text{P-1 NU} \rightarrow 5 \\ \text{P-2 NU} \rightarrow 5 \end{array} \right\} 5 \times 10^5 \text{ UCF/mL} \rightarrow \mathbf{5 \times 10^5 \text{ UCF/mL en PALMA NO USAT}}$
 $5 \times 10^5 \text{ UCF/mL en palma no usat} < 2,195 \times 10^7 \text{ UCF/mL del control}$

$\left. \begin{array}{l} \text{P-1 U} \rightarrow 6 \\ \text{P-2 U} \rightarrow 3 \end{array} \right\} 4,5 \times 10^5 \text{ UCF/mL} \rightarrow \mathbf{4,5 \times 10^5 \text{ UCF/mL en PALMA USAT}}$
 $4,5 \times 10^5 \text{ UCF/mL en palma usat} < 2,195 \times 10^7 \text{ UCF/mL del control}$

En el tractament posterior es multiplica el resultat obtingut per 10^5 , ja que es parteix d'una dissolució prèvia i per tant, es parteix de 10^7 cèl·lules en el medi, i l'alcohol i l'oli poden afectar la viabilitat. Per això, es realitzen quatre dissolucions. D'aquesta manera es sap el nombre de cèl·lules que hi haurien crescut en la dissolució inicial.

A partir dels resultats obtinguts, s'han pogut representar les gràfiques següents:

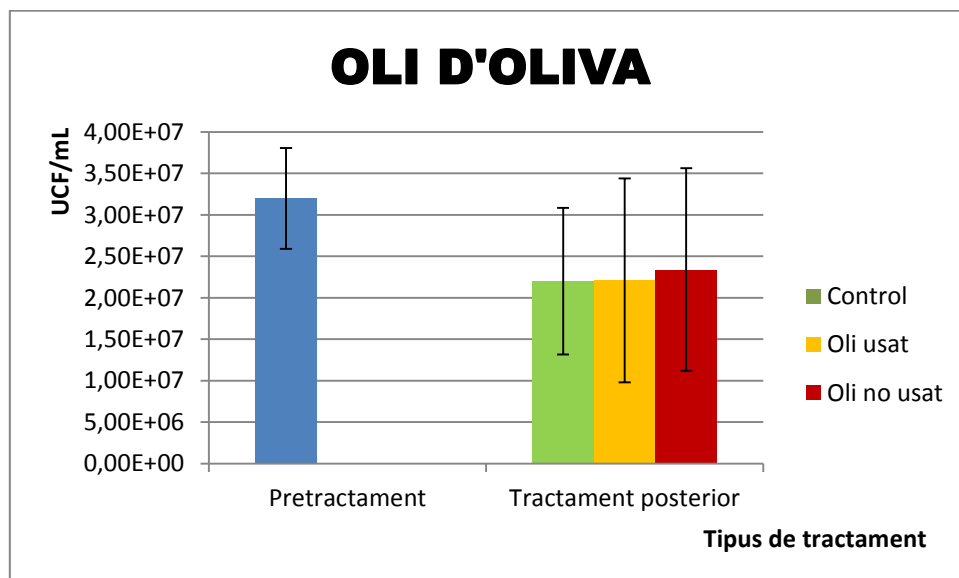


Fig 57: Gràfica que mostra els resultats en la viabilitat del pretractament i el tractament posterior dels llevats en l'oli d'oliva.

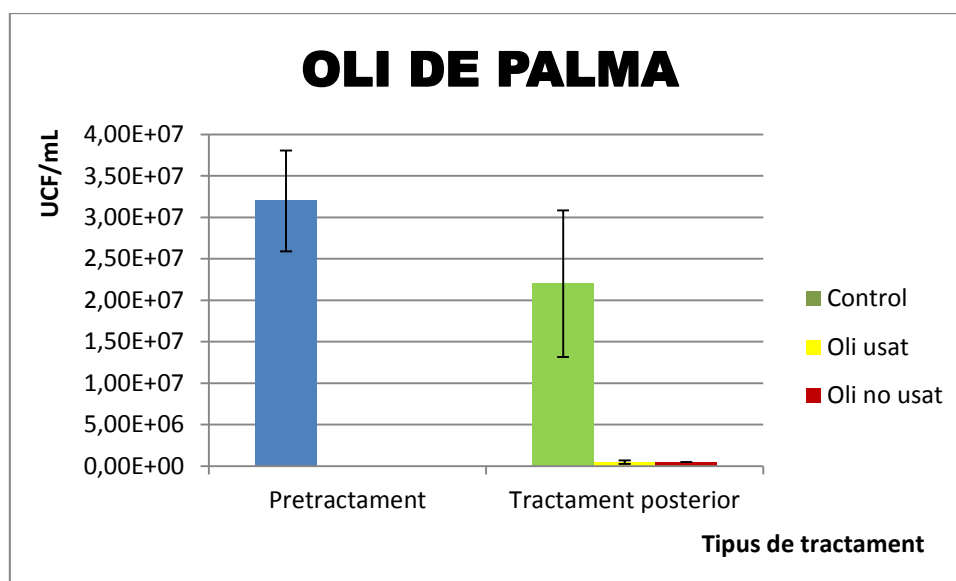


Fig 58: Gràfica que mostra els resultats en la viabilitat del pretractament i el tractament posterior dels llevats en l'oli de palma.

Observacions

El pretractament realitzat ha estat necessari per saber el nombre de cèl·lules que teníem que podien arribar a créixer en un principi, ja que de les 10^8 cèl·lules per mil·lilitres inicials, no totes aquestes poden arribar a créixer. De manera que s'havia de saber les cèl·lules viables que surten mantenint un grup control sense aplicar-li cap variant.

En el tractament posterior, l'etanol s'ha utilitzat en les dissolucions perquè l'oli és soluble en aquesta substància. Ha permès que es pogués crear una mescla homogènia, ja que tenint en compte que els greixos que componen l'oli són hidròfobs i per tant, no són solubles en l'aigua, no es produiria una correcta dissolució. Tot i això, pot ser que l'etanol hagi influït en el creixement d'algunes cèl·lules ja que no deix de ser una substància que pot afectar al seu organisme. Per això, s'ha comparat el nombre de colònies obtingudes en el grup control, el qual contenia etanol, amb els cultius del pretractament. D'aquesta manera, s'ha vist que l'etanol ha afectat una mica el creixement, ja que el nombre de cèl·lules en el control ha sigut menor que en el pretractament on no hi havia cap altra substància que el medi de cultiu.

Un cop sembrats els cultius s'ha pogut observar que no hi ha molta diferència entre els cultius de llevats en olis d'oliva i el control. Fins i tot, en els cultius amb oli d'oliva el nombre de cèl·lules obtingudes ha estat una mica major al del grup control. En canvi, hi ha una evident diferència entre aquests cultius i els que estaven en oli de

palma. Les unitats formadores de colònies tenen un mida més petita respecte els altres cultius i el nombre és molt més reduït.

A més a més, tot i realitzar tot l'experiment a prop del bec de Bunsen per tal que no es desenvolupessin altres microorganismes que no fossin els llevats, s'han trobat alguns d'aquests organismes, que s'han pogut distingir molt bé de les cèl·lules dels llevats, ja que tenien un altre color i una forma diferent, tal i com s'ha pogut veure en la fotografia de la placa amb oli de palma.

Conclusions

A partir de les observacions i els càlculs realitzats, s'ha pogut concloure que l'oli de palma no afavoreix la viabilitat de les cèl·lules dels llevats, ja que no permet el seu creixement i correcte desenvolupament. Tot i que en estar en dissolució prèvia al sembrat, no totes les cèl·lules del cultiu tenien perquè estar en contacte amb l'oli de palma, el resultat ha estat molt significatiu. Això indica que la composició d'aquest oli no és viable i impedeix gairebé de forma total la supervivència de les cèl·lules.

En canvi, en l'oli d'oliva el nombre d'unitats formadores de colònies és molt major al de palma i fins i tot supera al grup control, tenint en compte que amb l'oli no usat els resultats són una mica inferiors al usat, però tot i així sobrepassen amb diferència els de palma. Per tant, les diferències en la composició de l'oli de palma i l'oli d'oliva són claus per la viabilitat de les cèl·lules dels llevats, ja que algunes de les molècules que tenen l'oli d'oliva afavoreixen el seu creixement, les quals no es troben en l'oli de palma.

A més a més, el fet que en el grup control s'hagin obtingut menys cèl·lules que en els cultius amb oli d'oliva pot indicar que la composició molecular d'aquest oli beneficia el creixement de les cèl·lules, ja sigui perquè els lípids que conté els utilitza en la membrana de la cèl·lula o bé per altres raons metabòliques.

Per tant, es confirma la hipòtesi establerta per aquesta primera part experimental.

7.2. Inhibició

Introducció

Realitzar un procés d'inhibició consisteix en la suspensió temporal d'una activitat o funció d'un organisme en concret, a través d'un estímul determinat. Segons com afecti aquest estímul a l'organisme, es podrà observar un deteriorament d'aquest, ja sigui en creixement, reproducció, forma de les cèl·lules... O bé presentarà indiferència davant l'estímul.

En aquesta part experimental, l'organisme sobre el qual volem observar la inhibició és el llevat QA23 i l'estímul els diferents tipus d'olis.

Objectius

1. Determinar l'activitat dels llevats quan es troben amb l'oli vegetal de palma cru i cuinat, i també davant l'oli vegetal d'oliva cru i cuinat.
2. Establir una comparativa a partir de la diferent composició entre els tipus d'olis.

Hipòtesis

Potser els llevats en contacte amb l'oli de palma no creixeran o creixeran amb malformacions i els que estan amb contacte a l'oli d'oliva no es veuran afectats.

Material

Productes i substàncies:

- Medi de cultiu: llevats QA23
- Aigua esterilitzada

Material i utensilis:

- Bec de Bunsen
- Pipeta micromètrica de 10 a 100µL amb les puntes corresponents.
- Pipeta micromètrica de 100 a 1000µL amb les puntes corresponents.
- Plaques de petri
- Perles de vidre
- Cobreobjectes
- Portaobjectes
- Microscopi
- Retolador permanent

Procediment

Tot el procediment s'ha de realitzar al més aprop possible de la flama del bec de Bunsen per tal de treballar en un medi estèril i evitar que les mostres de llevat no es contaminin d'altres microorganismes de l'ambient. Si ho féssim sense esterilitat, creixerien altres tipus d'organismes que podrien interferir en els resultats de la inhibició.

Es realitzaran tres rèpliques de la inhibició per tal d'assegurar-se un resultat concloent.

1. Es marquen amb un retolador 3 plaques de Petri per la part de darrere on hi ha la gelatina. Es divideixen amb quatre parts i a l'extrem de cada una s'indica breument l'oli que es dipositarà en aquella part.
2. S'agafen amb la pipeta micromètrica la seva corresponent punta estèril i s'agafen 1000µL del medi de llevat QA23, que es dipositen a la part on hi ha la gelatina de la placa de Petri. Es realitza per cada una de les plaques. No cal canviar la punta ja que s'utilitza la mateixa mostra de llevat i no entra en contacte amb res més.
3. Es dipositen unes quantes perles de vidre a les plaques i es sacsejen bé per tal d'assegurar-se que el cultiu del llevat s'ha estès bé per tota la placa. Tot seguit, es retiren les perles en un altre recipient.
4. S'agafa amb la pipeta micromètrica 10µL de cada tipus d'oli (palma cru, palma utilitzat, oliva cru i oliva utilitzat) i es diposita en forma de gota a la part de la placa on s'indica el tipus d'oli corresponent. S'ha de realitzar dues vegades, és a dir, s'han de posar dues gotes per cada oli i en les tres plaques. És necessari canviar la punta de la pipeta per una altra estèril cada vegada que es canvia d'oli.

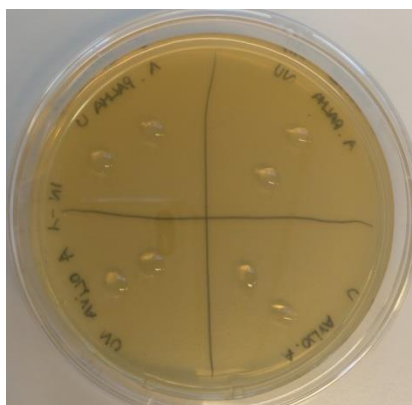


Fig 59: Fotografia d'una de les plaques on s'ha preparat la inhibició abans que les cèl·lules hagin crescut.

5. Es mantenen les plaques de Petri a una temperatura de 28°C durant el temps suficient perquè les cèl·lules dels llevats puguin créixer. Aproximadament dos o tres dies.
6. S'observen les càpsules des Petri a simple vista per veure quina activitat en tingut les cèl·lules en les zones amb els olis respectius i en quines no.
7. S'agafa una petita quantitat de mostra dels llevats en contacte amb l'oli mitjançant una punta de la pipeta i s'escampa al portaobjectes. S'ha de repetir el procés amb cadascun dels tipus d'oli i també amb una mostra de llevat que no hagi estat en contacte amb l'oli.
8. Es diposita una petita gota d'aigua a les mostres dels portaobjectes i es col·loca el cobreobjectes damunt.
9. S'observa pel microscopi i s'analitzen els resultats.
10. Es realitzen els passos 7,8 i 9 amb mostres obtingudes de les dissolucions de cultiu amb els olis corresponents i l'etanol de la part de viabilitat.

Càlculs i resultats

Medi de cultiu $\rightarrow 10^8$ cèl·lules/ mL

1mL = 1000 μ L $\rightarrow 10^8$ en cada placa de Petri

Per tant, s'agafen 1000 μ L per obtenir el màxim de cèl·lules possibles i poder observar bé la seva inhibició.

Observacions

Quan he observat les càpsules de Petri a simple vista, es podia apreciar el creixement de les cèl·lules del llevat, però no es diferenciava la formació d'halos al voltant d'on hi havia les gotes de l'oli. Només es podia observar com en les gotes de l'oli de palma semblava com si les cèl·lules haguessin crescut pel voltant i damunt la gota, en canvi a l'oli d'oliva semblava que la gota s'hagués estès i els llevats haguessin crescut al seu voltant. Tot i això, els resultats i observacions més concloents han estat un cop s'han observat a través del microscopi.



Fig 60: Fotografia on s'observa de forma general una de les plaques de Petri on s'ha realitzat la inhibició. Es poden veure les cèl·lules i les gotes dels olis que s'han fet servir.

Gràcies al microscopi, les observacions que s'han realitzat han estat més acurades i s'han pogut veure diferències evidents entre els diferents tipus d'oli.

Grup control del llevat: S'ha pogut observar que hi ha un gran nombre de cèl·lules de llevats, tot i que es poden diferenciar bé unes de les altres. No presenten cap malformació en la forma de la cèl·lula i la divisió cel·lular tampoc presenta alteracions.



Fig 61: Fotografia de les cèl·lules de la mostra de la placa on no hi havia oli.

Llevat amb oli d'oliva cru: Es veu com també hi ha un nombre considerable de cèl·lules, però no tantes com en el grup control. Tot i això, n'hi ha més que en els cultius amb oli de palma. Aquestes cèl·lules no presenten alteracions en la forma, ni tampoc en la divisió cel·lular.

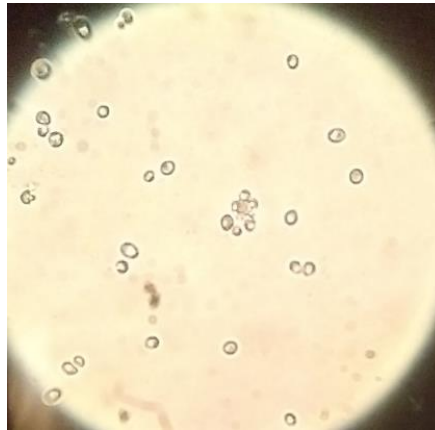


Fig 62: Fotografia de les cèl·lules de la mostra de la placa que tenia oli d'oliva cru.

Llevat amb oli d'oliva cuinat: S'observa com el nombre de cèl·lules no ha variat excessivament. Tot i això, algunes d'elles tenen formes estranyes que no corresponen a la rodona del llevat, ja que la membrana incorpora lípids que no són els corresponents i desenvolupen aquestes formes. També es pot veure com les divisions cel·lulars no es desenvolupen en perfectes condicions.

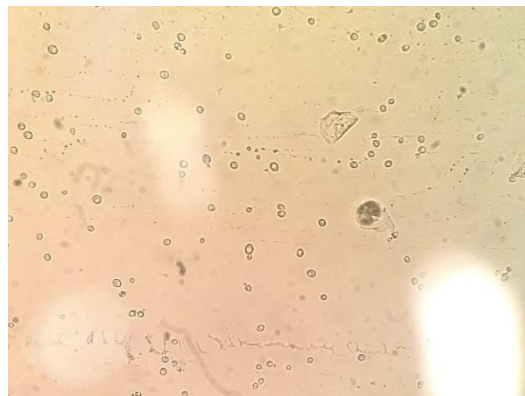


Fig 63: Fotografia de les cèl·lules que hi ha en la mostra de la placa que té oli d'oliva cuinat.

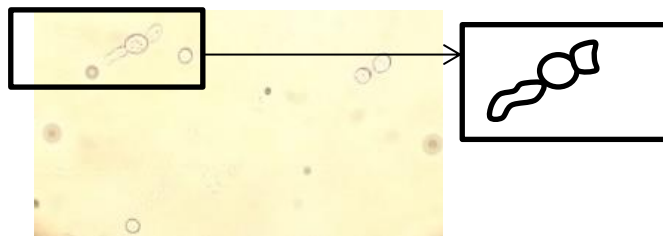


Fig 64: Fotografia d'una mostra de cèl·lules amb oli d'oliva usat que presenta una estructura estranya pel què fa a la forma de la cèl·lula.

Llevat amb oli de palma cru: El nombre de cèl·lules del llevat es redueix considerablement fins ha trobar-ne menys de deu en la mostra observada al microscopi. La forma és normal i no presenta alteracions, tot i que tampoc es poden

observar moltes cèl·lules per poder determinar un patró. Per això, tampoc s'ha pogut veure la seva divisió cel·lular.

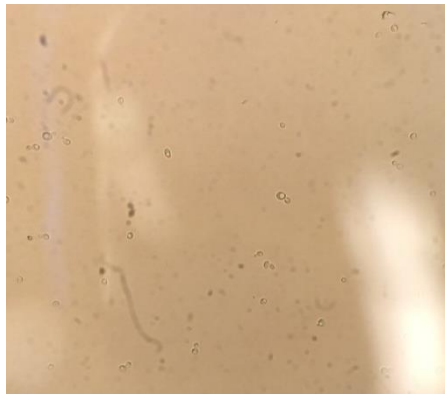


Fig 65: Fotografia de les cèl·lules de la mostra de la placa que té oli de palma cru.

Llevat amb oli de palma cuinat: El nombre de cèl·lules del llevat encara es redueix a un nombre menor que en la mostra de llevat amb oli de palma cru, i segueix presentant malformacions en la forma. En la divisió cel·lular no s'ha pogut observar degut al baix nombre de cèl·lules.



Fig 66: Fotografia de les cèl·lules de la mostra de la placa que contenia oli de palma usat. Com es pot veure només n'hi ha tres i la rodona gran és una bombolla d'aire que s'ha format al posar el cobreobjectes.

En les mostres de les dissolucions de la part de viabilitat, no s'ha observat diferència entre el control i les altres mostres amb olis. L'únic canvi que s'ha pogut observar ha estat que en les cèl·lules de llevat amb oli de palma s'han format una espècie d'estructures lineals, formant files de les cèl·lules. Això és degut a la detecció d'un canvi en el medi per part del llevat.

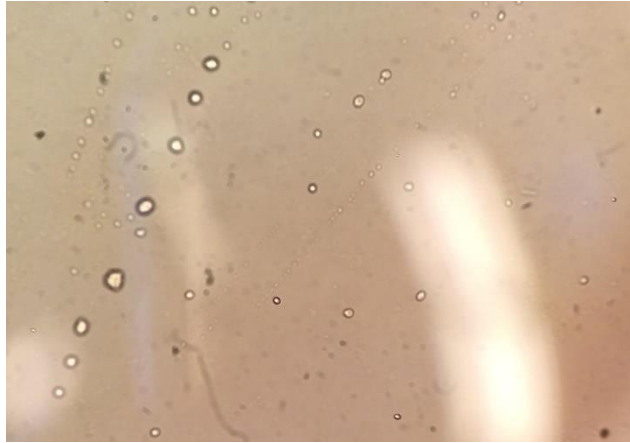


Fig 67: Fotografia de les cèl·lules de la mostra de la dissolució de cultiu del grup control.

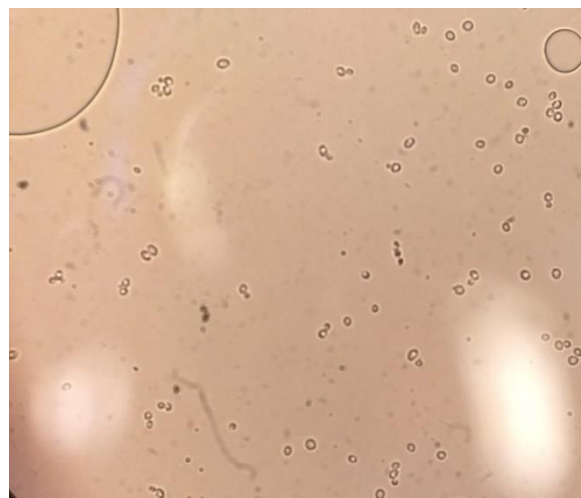


Fig 68: Fotografia de les cèl·lules de la mostra de la dissolució amb oli d'oliva usat.

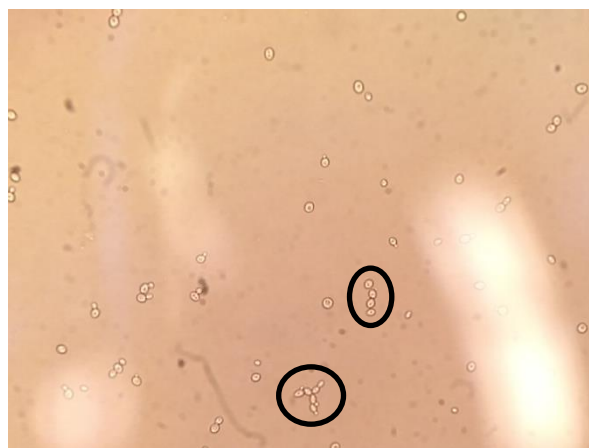


Fig 69: Fotografia de les cèl·lules de la mostra de la dissolució amb oli de palma usat. Es poden veure destacades dues de les estructures lineals que han format les cèl·lules.

Conclusions

A partir de les observacions realitzades es pot concloure que l'oli de palma afecta considerablement el creixement de les cèl·lules del llevat, i si ho fan, no creixen en perfectes condicions. Per tant, la composició d'aquest oli, ja sigui cru o cuinat, no és adequat per les cèl·lules ja que impedeix que es reproduïxin i n'altera les seves propietats moleculars. En canvi, en l'oli d'oliva no s'impedeix el seu creixement, de manera que la seva composició és favorable per la reproducció de les cèl·lules, sobretot en el cru. Això pot ser degut a la necessitat d'obtenir algunes de les molècules que formen l'oli per al seu correcte funcionament, com ara els lípids per l'estructura de la membrana.

Tot i això, el fet que les gotes d'oli no s'haguessin escampat, pot haver influït en què el nombre de cèl·lules dels llevats hagin estat menors que el control, com és el cas de l'oli d'oliva, ja que potser la quantitat d'oli dipositada era molt major que la que podien assimilar les cèl·lules del voltant. De totes formes, això no pot explicar la baixa proporció de cèl·lules de llevats que hi havia en les mostres de l'oli de palma.

A més a més, que en les mostres de les dissolucions del cultiu amb l'oli no s'hagin trobat diferències entre els diferents tipus d'oli, pot ser degut a la pròpia dissolució. És a dir, com que el cultiu estava en dissolució, les cèl·lules del llevat no tenien perquè estar en contacte directe amb l'oli tot el temps, i per tant no les afectava de cap manera. A més, les cèl·lules es precipiten i llavors tampoc es troben en contacte amb l'oli. Per això, només s'han pogut treure resultats concloents dels cultius sembrats en les plaques de Petri perquè estaven sempre en contacte directe amb els diferents tipus d'oli.

D'aquesta manera, es confirma la hipòtesi plantejada per aquesta part experimental.

8. CONCLUSIONS

Tenint en compte tota la informació analitzada i els resultats de la part experimental, es fa certament evident que l'oli de palma no és el millor oli que es pugui consumir, ja que la seva composició aporta propietats poc beneficioses per l'organisme.

Els resultats obtinguts en l'experiment amb els llevats, demostren clarament que és un tipus d'oli que afecta negativament el creixement de les cèl·lules i també en provoca malformacions, ja que la forma de les cèl·lules en l'oli de palma no és la corresponent a la del tipus de llevat utilitzat. De manera que es pot determinar que quan l'únic que s'afegeix al medi nutritiu de les cèl·lules és l'oli de palma, el tipus de lípids que el formen, majoritàriament saturats, contribueix en una major utilització de greixos saturats per realitzar totes les funcions cel·lulars. Per això, la composició de la membrana es veu afectada i es donen formes estranyes.

En canvi en l'oli d'oliva, un tipus d'oli de composició química molt diferent al de palma, perquè conté molt pocs greixos saturats, les cèl·lules tenen un creixement més òptim i el seu metabolisme és l'adequat. D'aquesta manera, s'ha pogut veure com a nivell cel·lular, l'oli de palma és molt perjudicial en el creixement i la supervivència de les cèl·lules.

A nivell d'un organisme humà, aquesta conclusió no és tan senzilla d'extreure. Les cèl·lules del llevat utilitzat i les dels humans coincideixen en molts processos de metabolisme perquè totes dues són cèl·lules eucariotes i mantenen similituds en alguns gens, però les cèl·lules humanes es diferencien dels llevats, ja que la seva evolució ha estat diferent i per això, també presenten mecanismes i gens diferents.

Per tant, tenint en compte això, es podria dir que l'oli de palma pot afectar el creixement d'algunes cèl·lules humanes, però com que constitueixen un ésser més complex amb més processos interrelacionats, l'efecte que provoca l'oli pot estar alterat per alguns d'aquests processos o per la intervenció d'altres substàncies, que en una sola cèl·lula com a organisme.

A més a més, la composició de l'oli de palma també intervé en l'augment de malalties cardiovasculars, degut que provoca l'increment de colesterol dipositat a les

venes i artèries, i d'aquesta manera, també demostra que l'oli de palma pot afectar en nivells superiors que el cel·lular.

Tot i aquests perjudicis en la salut que causa l'oli de palma, segueix sent un dels olis més consumits del món, i el més utilitzat en el sector alimentari industrial. Això és degut al seu baix preu econòmic i als beneficis organolèptics que aporta en la producció, ja que el producte que proporciona és barat i visualment més apetitós, i d'aquesta manera s'incrementen les ventes i els beneficis de les empreses.

Però també es degut al poc coneixement dels consumidors pel què fa a la presència d'aquest oli en els productes que compren. Malgrat tot, aquesta desconexença ha disminuït degut a la divulgació que s'ha fet d'aquest tema. Per això, molts consumidors han començat a renunciar a la compra de productes que continguin oli de palma, degut als problemes de salut i també als problemes ètics que comporta amb el medi ambient,¹³ i algunes empreses han hagut de retirar aquest oli del seu procés de producció.

Per tant, els objectius inicials establerts abans de realitzar el treball, s'han pogut aconseguir i pel què fa a la hipòtesi també s'ha complert, però se'n pot fer un matís, ja que després d'haver realitzat la part experimental, s'ha pogut observar perfectament que l'oli de palma sí afecta el creixement cel·lular, tot i això, l'organisme en sí no es veu afectat d'igual manera que les cèl·lules que el formen. És a dir, l'oli de palma afecta el nivell cel·lular, però els perjudicis que provoca en organismes complexos no només són a les cèl·lules, sinó a altres sistemes que els engloben, i tampoc té perquè tenir la mateixa eficàcia en les cèl·lules humanes que en les dels llevats, perquè formen part d'un seguit de processos més complexos.

¹³ La producció de l'oli de palma també ha causat un greu impacte ambiental. A l'annex es pot trobar una explicació dels problemes que ha causat l'oli al medi ambient.

9. AGRAÏMENTS

M'agradaria especialment donar les gràcies a la María de los Ángeles Morcillo, la doctorant que m'ha ajudat a realitzar la part experimental del treball. També a la Doctora Anna Borrull, que em va facilitar poder realitzar les pràctiques i utilitzar les instal·lacions de la Facultat de Química de la URV. Finalment, m'agradaria agrair el suport i l'ajuda durant tota l'elaboració del treball de la meva tutora, Júlia Ollé, i també de la meva família.

10. BIBLIOGRAFIA

Jimeno, A i Ugedo, L. *Biologia Batxillerat 1*. 2016. Barcelona. Santillana Educació, S.L. 978-84-9047-672-7

Jimeno, A i Ballesteros, M. *Biologia Batxillerat 2*. 2016. Barcelona. Santillana Educació, S.L. 978-84-9047-037-4

William H. Elliot i Daphne C.Elliot. *Bioquímica y Biología molecular*. 1a Edició. Barcelona 2002. Ariel, S.A. 938137-7

Gerald Karp. *Biología celular y molecular, conceptos y experimentos*. Traducció: Dra. Martha Elena Araiza Martínez. Hoboken, Nj. 4a Edició. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. México 2005. 970-10-5376-1

10.1. Bibliografia web

Agricultura.gencat.cat [en línia]. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.

<http://agricultura.gencat.cat/ca/detalls/Noticia/Indicacio-de-loli-de-palma-en-letiquetatge-daliments> [Consulta: 8 desembre 2018]

Atresplayer.com [en línia]. Madrid. Atresplayes: La Sexta

https://www.atresplayer.com/lasexta/programas/equipo-de-investigacion/temporada-1/capitulo-198-polmico-aceite-palma_5ad099e77ed1a88d4d2691fc/

[Consulta: 19 agost 2018]

Coosur.com [en línia] Jaén: Coosur

<https://www.coosur.com/ventajas-del-aceite-de-oliva-frente-al-aceite-de-palma/>

[Consulta: 5 desembre 2018]

Efsa.europa.eu [en línia]. Parma, Itàlia: European Food Safety Authority

<http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/160503-0> [Consulta: 14 octubre 2018]

Delegación de Cataluña

<http://seresmodelicos.csic.es/llevat.html> [Consulta: 3 Noviembre 2018]

Efesalud.com [en línia]. Madrid: EFESalud

<https://www.efesalud.com/aceite-palma-cosmeticos/> [Consulta: 24 setembre 2018]

¹⁴ El reglament d'usos cosmètics(1223/2009), va entrar en vigor el juliol de 2013. Determina que els productes cosmètics són mesclades destinades al contacte amb parts superficials del cos amb la finalitat de rentar-los i mantenir-los en bon estat, en cap cas han d'absorbir-se més enllà de la pell.

Elpais.com [en línia]. Madrid: El País

https://elpais.com/elpais/2016/12/07/ciencia/1481109831_113259.html

[Consulta: 13 octubre 2018]

Elperiodico.cat [en línia]. Barcelona: El Periódico de Catalunya.

<https://www.elperiodico.cat/ca/societat/20170406/que-es-oli-de-palma-5956787>

[Consulta: 14 agost 2018]

Lavanguardia.com [en línia]. Barcelona: Grup Godó

<https://www.lavanguardia.com/natural/20170615/423412073245/cultivo-aceite-de-palma-provoca-infertilidad-terrenos.html> [Consulta 24 setembre 2018]

Oilworld.biz [en línia]. Hamburg. Independent Global Market Analyses & Forecasts

https://www.oilworld.biz/t/sample/sample_22.pdf [Consulta: 10 setembre 2018]

Palmoilandfood.eu [en línia]. The Netherlands: European Palm Oil Alliance

<https://www.palmoilandfood.eu/sites/default/files/EuropeanPalmOilAlliance-Factsheet2014-ES-DEF.pdf> [Consulta: 2 octubre 2018]

Publico.es [en línia] Madrid: Display Connectors, S.L.

<https://www.publico.es/sociedad/aceite-palma-hay-denostado-aceite.html>

[Consulta: 19 agost 2018]

Revistavirtualpro.com [en línia]. Bogotá: Virtual Pro, procesos industriales

<https://www.revistavirtualpro.com/revista/oleoquimica/4> [Consulta: 29 agost 2018]

Seresmodelicos.csic.es [en línia]. Consejo Superior de Investigaciones Científicas:

10.2. Bibliografia fotogràfica

Fig 1: http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_02.htm

Fig 2: <https://cat-estilsdevidasaludables.blogspot.com/2015/10/estrategias-per-llevar-se-els-greixos.html>

Fig 3: <https://docplayer.es/66983504-Analisi-de-dietes-son-totes-equilibrades.html>
<http://apliense.xtec.cat/arc/sites/default/files/12Lipidslacidsgrassosigreixos.pdf>

¹⁴ El reglament d'usos cosmètics(1223/2009), va entrar en vigor el juliol de 2013. Determina que els productes cosmètics són mesclades destinades al contacte amb parts superficials del cos amb la finalitat de rentar-los i mantenir-los en bon estat, en cap cas han d'absorbir-se més enllà de la pell.

Fig 4: https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-oleic-acid-linoleic-acid-and-linolenic-acid_fig5_318510402

Fig 5: https://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%80cid_gras_trans
<http://apliense.xtec.cat/arc/sites/default/files/12Lipidslacidsgrassosigreixos.pdf>

Fig 6: <https://www.slideshare.net/belenruiz14/tema-3-lipidos2016>

Fig 7: http://www.etawau.com/OilPalm/Elaeis_quineens.htm

Fig 8: <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20170404/aceite-de-palma-supermercados-piden-proveedores-sustitucion-5952929>

Fig 9: <https://www.elcorteingles.es/supermercado/0110120647800703-nocilla-crema-de-cacao-y-avellanas-original-sin-aceite-de-palma-vaso-380-g/>

Fig 10 i 11: <https://es.actualitix.com/pais/wld/aceite-de-palma-paises-productores.php>

Fig 12: <http://www.palcasanicaragua.com/noticia20ago2014/>

Fig 13, 14, 15 i 16:

<http://www.induagro.com.mx/HOMEAP/ProcProductAP/ProcProductAP.html>

Fig 17: <https://logonoid.com/milka-logo/>

<https://www.amazon.es/Nutella-Chocolate-para-untar-825/dp/B0072RSCGS>

<https://www.findusespana.es/nuestras-marcas/historia-de-la-cocinera/>

<https://fundacionrecover.org/nestle-logo/>

<https://www.brandsoftheworld.com/logo/kelloggs-1>

<https://www.hero.es/>

Fig 18 i 19: https://en.wikipedia.org/wiki/Oleic_acid

Fig 20: http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.4946468.html?rid=a9f63e10-83d1-4475-ae90-9d7eb43fd8b1&page_num=0

Fig 22: <https://www.areaciencias.com/biologia/celula-humana-y-sus-partes.html>

Fig 23:

http://ies.rosachacel.colmenarviejo.educa.madrid.org/fukushima/?page_id=778

Fig 24: <https://myloview.es/poster-membrana-celular-no-4F0EA>

Fig 25: https://www.ecured.cu/C%C3%A9lula_eucariota

Fig 26: <http://iesvinalopo.com/departamentos/biologia/wp-content/uploads/2017/01/T.9.-Metabolismo-celular.pdf>

¹⁴ El reglament d'usos cosmètics(1223/2009), va entrar en vigor el juliol de 2013. Determina que els productes cosmètics són mesclades destinades al contacte amb parts superficials del cos amb la finalitat de rentar-los i mantenir-los en bon estat, en cap cas han d'absorbir-se més enllà de la pell.

Fig 27:

https://www.google.com/search?q=ATP&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUK_Ewixuifs9DgAhUL4YUKHTFAAJEQ_AUIDigB&biw=1366&bih=625#imgsrc=uF7YSfJXHnSNNM:

Fig 28: <http://biol1medio.blogspot.com/2009/04/exocitosis-y-endocitosis.html>

Fig 29, 30, 31 i 33: <https://es.slideshare.net/quicalcas/rutasmetabolicas>

Fig 32: <http://biomodel.uah.es/model2/lip/acgr-b-oxidacion.htm>

Fig 34, 35 i 36: <https://www.slideshare.net/Alberkar/el-anabolismo-2013>

Fig 37: http://quadradonatural.com/bat2/08_membranosos/membosos.php

Fig 38:

https://es.wikibooks.org/wiki/Transporte_de_macromol%C3%A9culas_y_part%C3%A9culas:_endo_y_exocitosis

Fig 39: <http://www.ehu.eus/biomoleculas/lipidos/lipid2.htm>

Fig 40: https://www.researchgate.net/figure/Scanning-electron-microscopy-image-of-Saccharomyces-cerevisiae-The-budding-yeast-cells_fig1_308144762

Fig 70: https://www.consalud.es/estetic/cosmetica/aceite-de-palma-tambien-en-los-cosmeticos_37916_102.html

Fig 71: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/news/2017/Abril/El-Parlamento-Europeo-senala-al-aceite-de-palma-como-una-de-las-principales-causas-de-deforestacion-del-planeta/>

Fig 72: <https://www.apespain.org/web/desubicacion-exposicion-sobre-la-problematica-del-aceite-de-palma/>

Fig 21 i Fig de la 41 a la 69: Pròpia autoria

¹⁴ El reglament d'usos cosmètics(1223/2009), va entrar en vigor el juliol de 2013. Determina que els productes cosmètics són mesclades destinades al contacte amb parts superficials del cos amb la finalitat de rentar-los i mantenir-los en bon estat, en cap cas han d'absorbir-se més enllà de la pell.

11. ANNEX

11.1. Utilització dermatològica

Al llarg de la història de la humanitat, no només s'han utilitzat els olis amb una finalitat alimentària, sinó que també han arribat a tenir importància en l'àmbit dermatològic i l'oli de palma no n'és cap excepció.

Els olis vegetals poden ser una gran alternativa a les cremes hidratants que poden contenir algunes substàncies químiques causants de problemes en la pell. Els olis poden oferir i proporcionar a aquest òrgan vital els nutrients necessaris per mantenir-se en un estat saludable, ja que l'aplicació directa de l'oli és una forma d'hidratació i nutrició natural. Per això, també es poden trobar cremes industrials que incloguin olis vegetals, per tal d'incrementar els beneficis que pugui aportar l'aplicació d'aquella crema sobre la pell, és el cas de l'oli de palma. Aquest oli difícilment es pot trobar en el seu estat bàsic per ser aplicat dermatològicament, però sí que s'incorpora a cremes i altres productes cosmètics.

La composició química dels olis vegetals es basa en vitamines, minerals i àcids grassos poliinsaturats, els quals aporten un seguit de nutrients per la pell que permeten mantenir-la en bon estat i prevenir-la de l'envelliment prematur, gràcies a la capacitat que té d'hidratar, nodrir i afavorir la regeneració cel·lular regulant la quantitat de greix de la pell. Tot tipus d'olis vegetals aporten un mateix seguit de beneficis en la dermatologia i no presenten cap diferència de resultats entre olis amb diferent composició. Els més utilitzats són l'oli d'oliva, rosa mosqueta, d'ametlles i d'advocat, però avui en dia en moltes etiquetes de productes cosmètics es pot veure un augment de la utilització de l'oli de palma, el qual dermatològicament no presenta cap perjudici en l'aplicació a la pell.

Així com la consumició excessiva d'oli de palma per via oral pot causar greus problemes cardiovasculars, quan s'aplica en dermatologia no provoca aquests efectes negatius perquè per molt que s'absorbeixi l'oli a través de la pell, no arriba al torrent sanguini, de manera que la seva acció es limita en l'epidermis. Segons el reglament europeu d'usos cosmètics,¹⁴ l'elaboració d'un producte cosmètic només

¹⁴ El reglament d'usos cosmètics(1223/2009), va entrar en vigor el juliol de 2013. Determina que els productes cosmètics són mesclades destinades al contacte amb parts superficials del cos amb la finalitat de rentar-los i mantenir-los en bon estat, en cap cas han d'absorbir-se més enllà de la pell.

pot estar destinada al contacte amb la pell i no pot absorbir-se més enllà de parts superficials del cos. Per tant, si l'oli de palma utilitzat en cremes arribés al torrent sanguini, no es podria utilitzar en cosmètica. D'aquesta manera, el risc d'aquest tipus d'oli en dermatologia és nul. Tot i això, sempre s'ha de tenir en compte quin tipus d'oli és més convenient per un tipus de pell o una altre, ja que per molt que no provoqui cap risc, no vol dir que vagi bé per tot tipus de pells, però això passa en tots els tipus d'olis que s'utilitzen en cosmètica.

Encara que contingui vitamines A i E que afavoreixen la hidratació, l'oli de palma no s'utilitza precisament per les propietats essencials que té. L'interès d'utilitzar aquest tipus d'oli es centra en les seves propietats organolèptiques que creen un tacte viscos degut als àcids grassos saturats que conté, millorant la textura i facilitant l'extensió del producte. A més a més, l'augment del consum de l'oli de palma en cosmètica, també es deu al preu de compra de l'oli i al cost econòmic total en el procés d'elaboració de la crema. Un producte cosmètic elaborat amb oli de palma pot sortir unes 30 vegades més barat que si s'elabora amb oli d'oliva, ja que la diferència de preu entre els olis és molt gran. Per això, les empreses que es neguen a utilitzar oli de palma en cosmètica, no és per la repercussió dermatològica que pugui tenir, sinó per els problemes mediambientals que comporta l'obtenció d'aquest oli.



Fig 70: Crema on s'ha utilitzat oli de palma en els seus components.

11.2. Impacte mediambiental

El consum d'oli de palma crea una cadena de conseqüències que no només poden afectar al consumidor, sinó que també repercuteix en factors bàsics de la seva producció, és a dir, en els treballadors d'aquest sector i en el medi ambient.

Una investigació realitzada per Amnistia Internacional,¹⁵ va descobrir que la producció d'oli de palma s'associava a casos d'explotació infantil i de la violació dels drets humans, i també està contribuint en les causes del canvi climàtic i en l'amenaça d'extinció d'espècies com els orangutans.

A Indonèsia les plantacions de palmeres ocupen 11 milions d'hectàrees que equivalen a 4 vegades més que els olivers de tot Espanya. Així es converteix en un dels principals països exportadors d'oli de palma, movent uns 25.000 milions d'euros a l'any. Europa és el continent amb més demanda d'aquest tipus d'oli, on Espanya és el tercer país amb més importació. Segons la demanda de l'oli, s'estableix el seu preu, que acostuma a ser molt baix gràcies a la mà d'obra barata en la producció i la gran demanda de l'oli, ja que es consumeixen unes 935.000 tones a l'any en tot Europa. D'aquesta manera, l'oli es fa molt més assequible que d'altres pel preu i augmenta la seva demanda, fet que exigeix una major producció i conseqüentment, incrementa l'impacte ambiental.

L'oli de palma és la principal causa de desforestació a Indonèsia i Malàisia (segon principal productor d'oli), on es calcula que entre un 50% i un 70% de les plantacions es situen en zones on hi havia selva i boscos tropicals prèviament.



Fig 71: Exemple de la deforestació de les selves per aconseguir extenses plantacions de la palmera que produeix el fruit de la palma.

¹⁵ *Amnistia Internacional* va rastrejar les exportacions d'oli de palma des de les instal·lacions de producció de Wilmar, Indonèsia, fins a grans empreses, les quals informen als consumidors que utilitzen oli de palma sostenible.

A Indonèsia, 2 milions d'hectàrees de selva van ser reemplaçades per plantacions d'oli de palma, de manera que s'han desplaçat espècies autòctones i s'ha posat en risc l'existència d'altres espècies com els elefants, els tigres de Sumatra i els orangutans, els quals s'han trobat morts en aquestes plantacions.



Fig 72: Un orangutan trobat mort en plantacions d'oli de palma.



Fig 73: Campanya realitzada en contra la consumició de l'oli de palma per tal d'evitar la mort dels orangutans.

Realitzant aquestes desforestacions, també es generen conseqüències devastadores en el subsòl, ja que converteixen les terres fèrtils en inutilitzables. La palma és un tipus de cultiu que requereix una gran quantitat de nutrients i per això, elimina la capa orgànica del sòl, perdent-ne la capacitat agrícola. Només té una vida útil de 25 anys i un cop passat el cicle és necessari talar la plantació per poder extreure-la i fertilitzar el sòl perquè es pugui tornar a plantar. Aquest és un procés amb un elevat cost econòmic difícil d'assumir, per això, les empreses busquen nous boscos i terrenys fèrtils per poder generar noves plantacions, encara que s'hagi de desforestar el que hi havia prèviament.

Els arbres capten el diòxid de carboni (CO_2), que és uns dels principals gasos causants de l'escalfament global. Per tant, amb la desforestació de boscos aquest CO_2 no s'elimina de l'aire i a més a més, la combustió dels arbres talats genera més

CO₂, de manera que contribueix en l'augment del canvi climàtic. Les desforestacions tropicals representen un 15% del total de la contaminació mundial i degut a l'increment de producció d'oli de palma, Indonèsia s'ha convertit en el tercer gran emissor de gasos contaminants a l'atmosfera.



Fig 74: Exemplificació de l'augment de CO₂ degut a la desforestació per la producció d'oli de palma.

L'impacte ambiental causat és pràcticament irreversible i genera grans danys ecològics, que a la vegada repercuteix i perjudica els treballadors de la zona i les comunitats properes. A Indonèsia, 5 milions de persones treballen en el sector de la producció de l'oli de palma, i en la majoria dels casos inclouen tota la família per poder assolir la finalitat de la feina, ja que treballen per objectius de recol·lecta del fruit de la palma i no per hores. Cada fruit pot arribar a pesar entre uns 25kg i 30kg, i realitzen la feina sense cap tipus de protecció ni assegurances que cobreixin els accidents laborals. Per això, els nens i les dones realitzen feines menys costoses, com ara organitzar els fruits petits en sacs. Per cada dia treballat, que acostumen a ser unes 10 hores diàries, només cobren 3 euros, que això equival a 170€ mensuals, 100€ menys que el salari mínim d'Indonèsia.

Aquestes condicions laborals violen els drets humans i per això es va crear la *Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO)*¹⁶ amb la intenció de garantir que es respectin els drets laborals i que no s'amenci la biodiversitat promovent pràctiques agrícoles adequades.

¹⁶ RSPO és una organització creada el 2004 en resposta a la atenció negativa que rebia la indústria de l'oli de palma que uneix tots els sectors de l'oli de palma: productors distribuïdors fabricants i ong socials. Compren 558 membres amb la intenció de transformar el mercat per l'oli sostenible.

Degut a l'extensa versatilitat de l'oli de palma i la seva diversificada utilització, la seva expansió arreu del món està creixent ràpidament i es creu que la producció pot seguir augmentant en els pròxims anys provocant uns danys irreversibles en el medi. El que abans eren boscos hàbitats per espècies emblemàtiques de la zona, ara són grans extensions gestionades per empreses fabricants dels olis que després vendran el seu producte a grans multinacionals. El creixement d'aquest oli es deu a la gran demanda per part de països desenvolupats, de manera que aquests també contribueixen en l'impacte ambiental que es causa. Per això, el Parlament Europeu va aprovar un informe que identificava l'oli de palma com una de les principals causes de desforestació i decretava tenir un paper més actiu en la limitació de pràctiques que puguin perjudicar el medi i els hàbitats naturals de les comunitats on es troben.

