

# Reutilització de l'oli de fregir a domicilis particulars: productes secundaris i riscos associats.

---

Treball final de Màster Nutrició i Salut

---

Autora: Cleia Abenza Castejón

Directora: Sheila Lope Rodríguez

---

Semestre de març 2017

# Índex

1. Introducció.....	3
2. Objectius.....	5
3. Metodologia.....	6
4. Resultats.....	9
4.1 Composició i propietats dels olis d'oliva i de gira-sol.....	10
4.2 El procés de fregit: degradació de l'oli i reaccions associades al procés.....	14
4.3 Resultats de la distribució de l'enquesta.....	18
4.4 Resultats de la recollida i anàlisi de mostres d'oli.....	22
5. Discussió.....	25
6. Conclusions.....	28
7. Bibliografia.....	30

# 1. Introducció

L'oli de cuina s'utilitza per a fregir aliments des de fa anys. Aquest procés s'emprava a França ja al voltant del 1700, i per tant és una tècnica culinària antiga<sup>1</sup>. A principis dels anys 1950, amb la popularització de les patates fregides, aquest mètode de cuinar aliments es va estendre per arreu del món i des de llavors, es considera una forma coneguda, tradicional i popular de preparar els aliments. Mitjançant aquest procediment de fregit, quan es mantenen productes alimentaris (com ara patates), durant un temps adequat en l'oli adient, aquests estaran completament cuinats, adquiriran un color marró daurat, una textura cruixent i un olor que normalment resulta apetitós per a la majoria de persones.

La reutilització de l'oli per a fregir aliments, és un procés comú tant en la indústria de restauració com a cuines particulars, però el seu ús inadequat, pot comportar riscos en la seguretat alimentària. Durant el procés d'escalfament d'un oli, la seva composició varia. En el procés de degradació, els olis poden generar compostos tòxics que passen a l'aliment<sup>2</sup> i per tant, s'acaben ingerint. A nivell de restauració, a Espanya, el límit del contingut de substàncies nocives per a la salut derivades del procés de fregit dels olis, està definit<sup>3</sup>, és a dir, la reutilització de l'oli per a cuinar, segons la legislació *Norma de Calidad para los Aceites y Grasas Calentados* publicada al BOE-A-1989-2265, ha d'estar controlada, i per tant no és d'estranyar que aquest paràmetre sigui un punt crític de control (PCC) a la indústria alimentària. L'anàlisi dels PCC, permet la identificació de les mesures per a assegurar l'innocuitat dels aliments<sup>4</sup>. És conegut en el món de la indústria de l'alimentació, per tant, que la reutilització dels olis, no és ni molt menys, un tema de poca importància.

Els aliments fregits, tot i no ser una tècnica culinària especialment recomanada en una dieta saludable i equilibrada, són relativament fàcils de preparar, en general són econòmics, i tenen un sabor i textura que resulta agradable per a molts consumidors. Estudis previs<sup>5</sup> han demostrat que les condicions en les quals es duu a terme el procés de fregit, afecten a la proporció d'àcids grassos del contingut final dels aliments fregits, segons si l'aliment ha estat submergit totalment en l'oli, com ocorreria en una fregidora, o si aquest s'ha submergit de manera parcial. S'ha comprovat també en altres estudis<sup>6</sup>, que l'aliment pot presentar diverses transformacions després d'aquest procés de cocció, que dependran particularment del tipus d'oli que s'hagi utilitzat i la temperatura a la qual s'hagi realitzat el procés. Així mateix, les transformacions i l'estat final de

l'aliment dependran també del seguiment d'altres pràctiques alimentàries durant la preparació, com l'addició d'oli nou com a reposició del que es perd durant el procés de fregit, la durada d'aquest, així com l'emmagatzematge i neteja de l'oli emprat.

Quan un aliment és sotmès al procés de cocció de fregit, aquest reacciona amb el medi greixós de manera que l'augment de la temperatura, provoca que l'aigua que conté l'aliment, es desprengui en forma de vapor d'aigua, causant les bombolles característiques. En el procés, es generen substàncies degudes a la reacció prioritària que es duu a terme, la reacció d'hidròlisi<sup>7</sup> que és la pèrdua d'aigua de l'aliment. La composició de l'oli doncs, varia durant el procés de fregit, així com la de l'aliment, al qual queden transferides, per absorció de greix contínua com a part de substitució de l'aigua, les substàncies generades durant l'alteració tèrmica<sup>8</sup>. El focus d'aquest treball són els olis comestibles, concretament els d'oliva i de gira-sol, ja que són els més emprats a les cuines d'àmbit domèstic per a fregir aliments.

En centres de restauració, un oli s'utilitza varies vegades abans de ser descartat. Diversos estudis han ajudat a establir els límits permesos del contingut de compostos polars als olis. Aquests, tal com diu la legislació, no han de ser superiors a 25% en massa<sup>9</sup>. Existeixen mesures de prevenció i control adreçades a empreses alimentàries i protocols de seguiment adreçats a inspectors<sup>10</sup>. A domicilis particulars però, no es segueix cap mena de control pel que fa a la reutilització dels olis de fregir, ja que els consumidors tampoc disposen de la informació suficient del risc que pot suposar aquesta pràctica, com per a aplicar les mesures de precaució necessàries. Pot suposar, per tant, un perill per a la salut dels consumidors, la reutilització incontrolada de l'oli de fregir a la seva llar? S'hauria de facilitar més informació a la població? En aquest treball, es duu a terme un estudi de les pràctiques alimentàries que realitza la població pel que fa a la reutilització dels olis de fregir a cuines de domicili particular, així com una recerca per a comprovar el nivell de conscienciació d'una mostra de la població a Barcelona.

## 2. Objectius

### **Objectiu general:**

La finalitat del treball és obtenir una visió general de les pràctiques alimentàries que segueixen els usuaris de domicilis particulars envers a la reutilització de l'oli de cuina. En primer lloc, es volen plasmar de forma clara les reaccions principals que es duen a terme durant el procés de fregit, així com els productes secundaris de la degradació de l'oli de cuina emprat per a fregir aliments. En segon lloc, la finalitat del treball és dur a terme un estudi enfocat a cuines d'àmbit domèstic per a obtenir una visió general del nivell de conscienciació de les persones, respecte als riscos que comporta de la reutilització de l'oli, i comprovar així, si les pràctiques que es segueixen a domicilis particulars, representen un risc per a la salut dels consumidors.

### **Objectius específics:**

- Aportar una distinció clara dels productes secundaris a la degradació de l'oli de fregir, així com les reaccions associades al procés principal i els riscos que aquests suposen per a la salut.
- Avaluar els hàbits i la freqüència amb la qual persones d'una mostra de població a Barcelona reutilitzen l'oli per a fregir aliments al seu domicili particular.
- Analitzar en profunditat si la informació existent és suficient per a assegurar el benestar i la salut dels consumidors.
- Elaborar recomanacions per a crear consciència al consumidor final, dels perills associats a la pràctica inadequada de la reutilització de l'oli de fregir.

### 3. Metodologia

En aquest projecte s'ha dut a terme en primer lloc una recerca bibliogràfica, per tal d'obtenir les dades fonamentals per a acompanyar aquest treball, explicades a la part de resultats. S'ha realitzat també un estudi qualitatiu, mitjançant l'ús d'enquestes dirigides a usuaris de cuines d'àmbit domèstic. El procediment per a la recollida de dades d'aquest treball ha sigut la distribució d'una enquesta online als consumidors finals, seguida del seu anàlisi. La recollida d'informació s'ha realitzat seguint aquestes pautes, perquè l'ús de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) han demostrat ser una manera efectiva amb la qual arribar als objectius del treball. S'ha dut a terme també un estudi quantitatiu, a partir de la recollida de mostres d'oli reutilitzat de 20 cuines de domicilis particulars a la província de Barcelona.

Per a l'enquesta dirigida als usuaris de cuines particulars, s'han creat preguntes del format Si/No i opcions múltiples. L'enquesta dissenyada per a aquest estudi s'ha realitzat mitjançant GoogleForms de GoogleApps for Education i s'ha distribuït als usuaris a partir del contacte directe per correu electrònic i també mitjançant l'ús focalitzat de xarxes socials. Les preguntes formulades en l'enquesta es troben a continuació. L'enllaç de la mateixa és el següent (<https://goo.gl/forms/tAcheSe246JgUCpB3>). Actualment l'enquesta es troba tancada, degut a que ja s'ha dut a terme el tractament de les dades. Tot seguit es reproduïx el contingut d'aquesta enquesta.

#### Enquesta sobre la reutilització de l'oli a domicilis particulars

1. Tens fregidora a la teva cuina?

Sí

No

1.1 Amb quina regularitat la fas servir?

...

2. Quin tipus d'oli fas servir normalment per a fregir aliments?

Oliva  
Gira-sol  
Blat de moro  
Altres...

3. Quina temperatura fas servir com a màxim quan fregeixes aliments?

200 °C  
180 °C  
160 °C  
No ho sé

4. Aproximadament quantes vegades reutilitzes el mateix oli per a fregir aliments?

Mai reutilitzo l'oli  
Menys de 4 vegades  
Menys de 10 vegades  
Més de 10 vegades  
Més de 20 vegades

5. Barreges diferents tipus d'olis per a fregir?

Sí  
No

6. Afegeixes alguna vegada oli nou a l'oli vell?

Sí  
No

7a. Filtres l'oli abans de reutilitzar-lo?

Sí  
No

7b. En quines circumstàncies filtres l'oli?

Sempre, després de cada ús

Quan afegeixo productes arrebossats

Altres...

8. Què fas amb l'oli usat una vegada el vols descartar?

L'aboco pel drenatge de la cuina

El porto a una deixalleria o un punt de recollida

El llenço a l'escombraria

Altres...

Pel que fa a la part quantitativa del projecte, en aquest treball la presa de mostres no s'ha dut a terme de manera directa, sinó que s'ha confiat l'equipament necessari a les persones de cada domicili particular, que s'han ofert de manera voluntària a proporcionar una mostra de l'oli reutilitzat de fregir productes alimentaris a les seves cuines. S'ha proporcionat a cada persona participant un pot per a la recollida de la mostra, una bossa-contenedora amb un espai per a apuntar les dades requerides així com instruccions necessàries per tal d'extreure una mostra de l'oli de la seva fregidora o bé de les seves paelles. Les mostres d'oli obtingudes s'han filtrat, per tal d'eliminar restes sòlides.

L'anàlisi dels compostos polars en les mostres d'oli, s'ha realitzat mitjançant l'instrument Testo 270, un mesurador manual per a la comprovació ràpida de la qualitat dels olis de fregir, que analitza el contingut total de components polars a l'oli. En primer lloc, les mostres s'han escalfat fins a una temperatura mitja de 45 °C (necessari per a dur a terme l'anàlisi de compostos polars mitjançant aquest instrument de mesura, que requereix que l'oli en qüestió es trobi a un mínim de 40 °C). A partir de l'instrument prèviament calibrat, s'ha submergit el sensor de Testo 270 en aproximadament 50 ml de cada mostra d'oli. D'aquesta manera, s'ha pogut obtenir una lectura dels compostos polars en cada cas, i dur a terme així, l'anàlisi quantitatiu de les 20 mostres d'olis reutilitzats a cuines de domicili particular.



## 4. Resultats

Els resultats obtinguts de la cerca bibliogràfica, de l'anàlisi qualitatiu i l'anàlisi quantitatiu, s'exposen a continuació.

### 4.1 Composició i propietats dels olis d'oliva i de gira-sol

Els components majoritaris dels olis comestibles són els lípids, concretament els triglicèrids<sup>11</sup>, la unitat bàsica de la qual són en essència, els àcids grassos. En una molècula d'un triglicèrid, tres àcids grassos es troben enllaçats a una molècula de glicerol a partir d'un enllaç èster (figura 1). Els àcids grassos dels triglicèrids defineixen les propietats que posseeix l'oli en qüestió, és a dir, les característiques de la molècula (i per tant, de l'oli) depenen de la longitud de la cadena carbonatada de l'àcid gras i de la seva quantitat de dobles enllaços (insaturacions). Els dobles enllaços influeixen en el punt de fusió de l'oli tal que quan més insaturacions hi ha presents, més mobilitat té la cadena, més flexible és aquesta, i més propietats líquides tindrà la molècula. És a dir, un oli tindrà més dobles enllaços que un greix, així que serà de constitució líquida, mentre que el greix és sòlid a temperatura ambient.

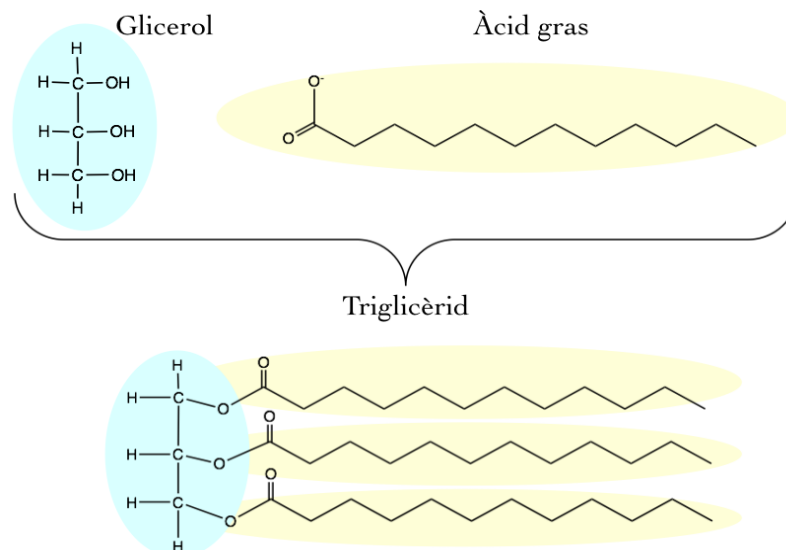


Figura 1. Esquema d'un triglicèrid, el component primordial del olis. Formació d'un triglicèrid a partir d'àcids grassos i glicerol. En aquest exemple proposat, es tracta d'un àcid gras (de 12 carbonis) saturat, és a dir, sense presència de dobles enllaços a la cadena carbonatada. En aquest cas, el producte final conté un únic tipus d'àcid gras, però sovint un triglicèrid n'està format per una combinació d'aquests. Font: imatge d'elaboració pròpia.

Els olis contenen primordialment doncs, àcids grassos. Aquests, poden ser saturats, monoinsaturats i poliinsaturats. Si no hi ha cap doble enllaç present a la molècula, aquesta és un àcid gras saturat. Si una cadena conté dobles enllaços, s'anomena insaturada. Les cadenes insaturades, poden ser monoinsaturades, si hi ha present sols un enllaç doble, o bé poliinsaturades, si hi ha més d'un doble enllaç. La presència, tipus i diversitat d'àcids grassos a cada oli, és el que aporta a cadascun les seves propietats característiques. La composició primordial de tots els olis comestibles és en primer lloc, una fracció saponificable, que consta de triglicèrids així com una petita proporció d'àcids grassos lliures que són responsables del grau d'acidesa de l'oli. Alguns dels àcids grassos presents als olis, són els avui dia ja coneguts àcids grassos essencials, ja que el cos humà no els pot sintetitzar. Aquests són els anomenats àcids grassos omega-3 i omega-6. Presents a la composició d'alguns olis només hi ha dos que proporcionen aquesta base nutricional; l'àcid linoleic i àcid alfa-linolènic. En segon lloc, la fracció insaponificable, la formen un seguit de substàncies diverses que representa tan sols al voltant del 1-3% de la composició total dels olis. Aquestes poden ser polifenols, esterols, hidrocarburs (com esqualè i beta-carotè), pigments (com clorofil·la), tocoferols (com vitamina E) i compostos volàtils que donen olor a l'oli i contribueixen al seu sabor. Aquests últims inclouen aldehids, cetones, tiols, alcohols i àcids<sup>12</sup>. Totes aquestes substàncies que estan en menor proporció, contribueixen a l'estabilitat i qualitat organolèptica de l'oli.

L'oli emprat més sovint com a font de greix en la dieta mediterrània és el d'oliva<sup>13</sup>. Per a fregir aliments, freqüentment els consumidors fan servir també d'altres, com el de gira-sol, per tant aquests dos aliments juguen un paper important en la dieta de les persones.

### **Oli d'oliva**

L'oli d'oliva s'obté de les olives o el fruit de l'olivera *Olea europaea*. Cal remarcar que existeixen diferents variants de l'oli d'oliva, i aquest es classifiquen en oli d'oliva refinat, oli d'oliva verge, oli d'oliva, i oli d'orujo d'oliva, segons el seu procés d'obtenció<sup>14</sup>.

- Oli d'oliva refinat: després de sotmetre l'oli a processos de refinació que inclouen comprèn bàsicament processos de neutralització, decoloració, desgomat, i desodorització<sup>15</sup>, s'obtenen olis que han perdut aroma, sabor, i propietats nutricionals com la disminució del contingut de vitamines A i E.

- Oli d'oliva verge: obtingut únicament a partir de procediments mecànics en condicions de temperatura que comporten l'alteració de l'oli. Es pot fer una segona distinció, en l'oli d'oliva verge extra, el qual és de major qualitat.
- Oli d'oliva: la varietat de major consum a Espanya, s'obté a partir de la barreja d'olis d'olives verges i refinats. D'aquesta manera es recuperen part de les propietats nutricionals pròpies dels olis verges.
- Oli d'orujo d'oliva: resultat del tractament amb dissolvents de la pell de la oliva, sotmesa a operacions fisicoquímiques.

En el cas de l'oli d'oliva, els components majoritaris són els àcids grassos monoinsaturats, concretament l'àcid oleic. Així mateix, l'oli d'oliva també és ric en vitamines A i E. Com a part minoritària de la composició de l'oli, el beta-carotè, junt amb clorofil·la, són els responsables de la coloració verda-groguenca de l'oli. Les olives verdes produeixen un oli verd a causa del contingut elevat de clorofil·la. Per altra banda, les olives madures produeixen un oli de color més groguenc a causa dels pigments carotenoides. La combinació i proporcions d'aquests pigments determinen el color final de l'oli<sup>16</sup>. La composició d'àcids grassos de l'oli d'oliva es recullen a la taula 1.

Component	Tipus	Proporció total a l'oli (%)
Àcid oleic	Àcid gras monoinsaturat (omega-9)	55,0 – 83,0
Àcid linoleic	Àcid gras poliinsaturat (omega-6)	3,5 – 21,0
Àcid palmític	Àcid gras saturat	7,5 – 20,0
Àcid esteàric	Àcid gras saturat	0,5 – 5,0
Àcid alfa-linolènic	Àcid gras poliinsaturat (omega-3)	0,0 -1,5

Taula 1. Composició d'àcids grassos a l'oli d'oliva. Font: taula d'elaboració pròpia. Informació extreta de<sup>16</sup>.

## Oli de gira-sol

L'oli de gira-sol s'obté de les llavors del gira-sol *Helianthus annuus*. També ric en vitamina E, consta majoritàriament d'àcids grassos poliinsaturats<sup>15</sup>, on hi predominen l'àcid linoleic i

l'àcid linolènic. Aquests, són la part principal de l'oli, formant triglicèrids, que com pràcticament tots els olis vegetals representen el 98-99% de la composició total. Existeixen diverses variants de l'oli, depenent del procés d'extracció i del tipus de llavor (per exemple de llavors de gira-sol obtingudes d'estratègies com mutagènesis per a redissenyar la composició de l'oli). Aquestes variants es classifiquen segons el Còdex Alimentari<sup>17</sup>, en el seu contingut d'àcid oleic.

- Oli de gira-sol: derivat de llavors de la planta *Helianthus annuus*.
- Oli de gira-sol (d'alt contingut d'àcid oleic): es produeix a partir de varietats de llavors d'un alt contingut en àcid oleic derivades de llavors de la planta *Helianthus annuus*<sup>17</sup>.
- Oli de gira-sol de contingut mig d'àcid oleic: produït a partir de llavors de *Helianthus annuus* amb un contingut mitjà d'àcid oleic<sup>17</sup>.

Els àcids grassos majoritaris que componen l'oli de gira-sol es troben recollits a la taula 2.

Component	Tipus	Proporció total a l'oli (%)
Àcid linoleic	Àcid gras poliinsaturat (omega-6)	48,3 – 74,0
Àcid oleic	Àcid gras monoinsaturat (omega-9)	14,0 – 39,4
Àcid esteàric	Àcid gras saturat	2,7 – 6,5
Àcid palmític	Àcid gras saturat	5,0 – 7,6

Taula 2. Composició d'àcids grassos a l'oli de gira-sol. Font: taula d'elaboració pròpia. Informació extreta de<sup>17</sup>.

Entre les propietats a tenir en compte dels olis emprats per a fregir, es troba el punt de fum o *smoke point*, que és la temperatura a la qual l'oli comença produir fum. Quan més alt sigui el contingut en àcids grassos lliures de l'oli, més ràpid es degradarà amb la temperatura i començarà a fer fum. És important relacionar la tolerància tèrmica de l'oli amb la temperatura que s'utilitzarà. Aquest és un dels factors indicadors de l'estabilitat dels olis sotmesos a condicions d'altres temperatures, com 180 °C, temperatura la qual de manera general, no es recomana sobrepasar en el procés de fregit<sup>18</sup>. Per sobre del *smoke point* es troben el *flash point*

(temperatura a la qual aquests compostos volàtils despresos es poden començar a incendiar), i el *fire point*, (temperatura a la qual el foc es mantindrà encès). Un oli òptim per a fregir ha de complir una sèrie de requisits; cal que tingui un *smoke point* superior a la temperatura a la qual aquest es sotmetrà durant el procés de fregit, és a dir, generalment idealment superior a 160-180 °C. En general, com més refinat és un oli, més alt és el seu *smoke point*, ja que el procés de refinat elimina impureses i àcids grassos lliures que són el causants majoritaris de l'aparició del fum. Així mateix, no és recomanable emprar un oli amb un alt contingut d'àcid linolènic, ja que aquest es degrada amb facilitat.

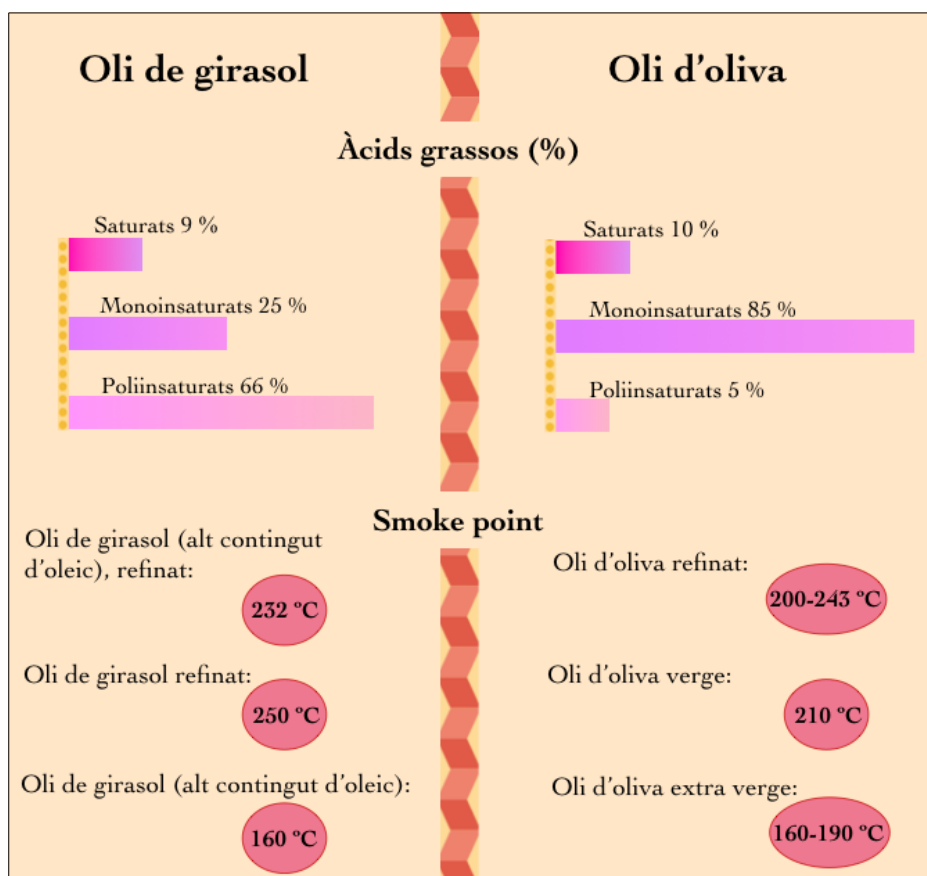


Figura 2. Comparació entre les propietats i característiques més importants dels olis d'oliva i gira-sol més emprats per a fregir aliments a la cultura mediterrània. Font: imatge d'elaboració pròpia.

Per a fregir, es fan servir olis vegetals refinats com l'oli de gira-sol, de blat de moro, de cacauet o de soia, degut a la seva tolerància a les altes temperatures per posseir un *smoke point* per sobre de 230 °C. A la cultura mediterrània s'utilitza freqüentment també l'oli d'oliva en les seves diverses formes (verge, refinat, extra)<sup>19</sup>, així com l'oli de gira-sol refinat. Tot i que tots dos són adequats, cal tenir en compte no sobrepassar les temperatures a les quals aquests es sotmetran durant el

procés de fregit, i evitar-ne la seva reutilització excessiva, pels motius que s'exposaran a continuació.

#### 4.2 El procés de fregit: degradació de l'oli i reaccions associades al procés

La pràctica culinària del fregit, és una de les més utilitzades en la preparació i fabricació d'aliments arreu del món. És un procés culinari durant el qual un aliment és submergit en un bany (d'oli o greix), on la transferència simultània de massa i calor a partir del contacte entre l'aliment, l'oli i l'aire a temperatures elevades, aporta els trets característics dels aliments fregits. Durant aquest procés, els aliments, són sotmes a una deshidratació, on l'oli calent actua com a transmissor de calor produint un escalfament uniforme i contribuint a la textura i al sabor de l'aliment fregit. Els aliments fregits en un determinat oli al llarg del dia en un mateix equip (fregidora), sota unes mateixes condicions de temperatura, experimenten un canvi en la seva qualitat, és a dir, aquesta anirà empitjorant a mesura que augmenta el nombre de vegades que es reutilitza un mateix oli. Això és degut a canvis que pateix l'oli al llarg del procés, i per tant, és aquest el que afecta a la qualitat de l'aliment produït. Durant el procés de fregit, l'oli està contínuament exposat a una temperatura elevada en presència d'aire i humitat. En aquestes condicions es produeixen un seguit de reaccions, que es poden classificar en **hidròlisi**, **oxidació** i **polimerització**, i aquestes comporten canvis a les propietats físiques, químiques, nutritives, sensorials dels olis<sup>21</sup>. Els olis ja es degraden de manera natural com a resposta de l'exposició d'aquests al mateix calor de la temperatura ambient, la llum, i l'aire, però el fet de sotmetre l'oli de manera perllongada a condicions més extremes com són les del procés de fregit, comporta una degradació de l'oli que està directament relacionada amb la formació de compostos nocius perjudicials i no aptes per al consum humà. Aquests productes inclouen compostos polars com dímers i polímers de triacilglicerol, di- i monoacilglicerols, àcids grassos lliures i compostos peroxidats<sup>20</sup>.

Durant els anys 1987-1992, Blumenthal va publicar una sèrie d'articles on explicava la teoria sobre el funcionament del procés de fregit, que encara es manté avui dia<sup>1</sup>. Aquesta explica que l'oli de fregir, (substància no aquosa), actua com a medi de transferència de calor, mentre l'aliment aporta l'aigua (immiscible amb l'oli) al procés. Quan un aliment és fregeix doncs, el calor es transfereix des de l'oli a l'aliment en qüestió, mentre l'aigua és expulsada de l'aliment cap al medi oliós<sup>22</sup>, i es crea una interfase entre l'oli i l'aliment, donant lloc al trencament dels triglicèrids. El procés de fregit és en essència, la pèrdua de l'aigua (deshidratació) de l'aliment.

L'aigua, el vapor i l'oxigen, inicien les reaccions químiques que es formen com a conseqüència del procés de fregit. Aquestes, i els seus productes resultants, estan recollides a continuació.

## Hidròlisi

Durant el procés de cocció d'un aliment en oli calent, la humitat forma vapor, (causant les bombolles que s'observen), i aquest disminueix gradualment a mesura que es va generant l'exterior cruixent característic dels productes fregits. L'aigua, inicia la reacció d'hidròlisi dels èsters, és a dir, el trencament de l'enllaç primordial dels triglicèrols de l'oli, donant lloc a di- i monoglicèrids, glicerol (que s'evapora 150 ° C) i àcids grassos lliures (figura 3). Aquestes substàncies, adquireixen polaritat al formar-se, i per tant estan incloses dins del grup de **compostos polars**, els paràmetre que es mesura per a avaluar l'estat de degradació (és a dir la qualitat) d'un oli de fregir.

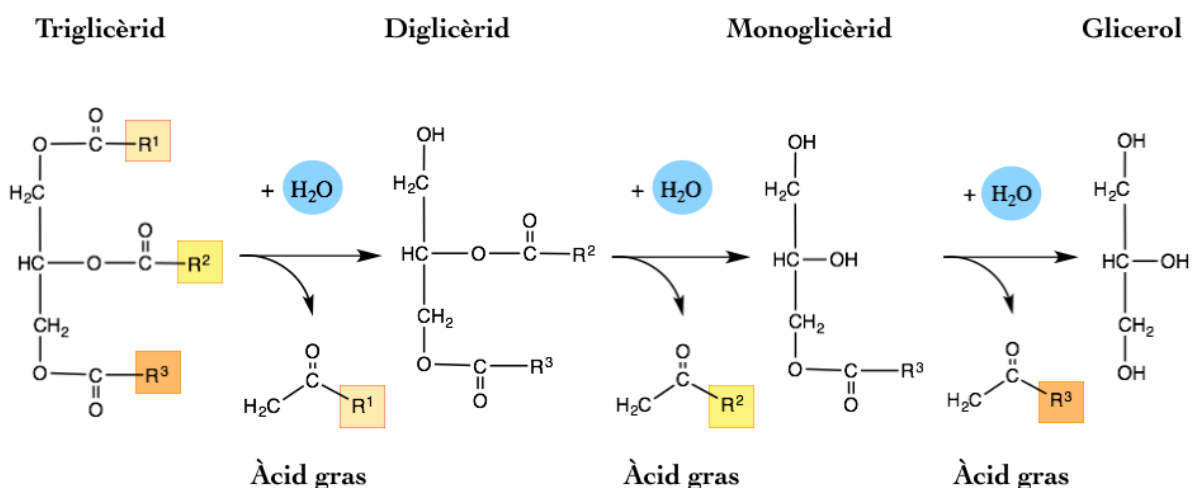


Figura 3. Esquema de la reacció d'hidròlisi d'un triglicèrid. Les cadenes carbonatades dels àcids grassos s'han abreujat com R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>. Font: imatge d'elaboració pròpia.

Grans quantitats d'aigua donen lloc a una hidròlisi ràpida de l'oli, així com ho fa també una gran superfície de contacte entre l'oli i la fase aquosa de l'aliment<sup>25</sup>. Els àcids grassos lliures, el nombre del qual augmenta amb el nombre de vegades que es fregeix amb el mateix oli, li donen a l'oli un sabor estrany i fan que aquest sigui menys acceptable per al consum. La hidròlisi es dona amb més facilitat en olis amb àcids grassos insaturats de cadena curta abans que amb àcids grassos saturats de cadena llarga, perquè cadenes curtes insaturades són més solubles, de manera que l'aigua de l'aliment és més accessible a aquestes per a dur a terme la hidròlisi<sup>25</sup>.

## Oxidació

L'oxigen de l'aire reacciona amb l'oli durant el procés de fregit, això resulta en una sèrie de reaccions d'oxidació que impliquen la formació de radicals lliures<sup>24</sup>. Les reaccions d'oxidació es donen a partir dels àcids grassos lliures, i dels que encara es troben formant part de triglicèrids, així com dels productes resultants de les reaccions d'hidròlisi<sup>25</sup>. El mecanisme de les reaccions d'oxidació tèrmica que succeeixen durant el procés de fregit, és molt semblant al procés d'autooxidació (reaccions de cadena radicals lliures) que pateixen els olis a causa de la llum<sup>26</sup>. Aquestes accions de l'oxigen sobre els àcids grassos comporten la formació de compostos inestables com els hidroperòxids, peròxids i radicals lliures. La rancietat que es dona en olis al llarg del temps a temperatura ambient, és deguda a aquestes reaccions. Per acció de la llum, l'oli de gira-sol s'oxida abans que l'oli d'oliva<sup>27</sup>. L'oli d'oliva en general és resistent a la degradació, ja que conté més àcid oleic i menys linoleic i linolènic que altres olis, és a dir, més àcids grassos monoinsaturats que poliinsaturats. Per aquest motiu, l'oli d'oliva és més resistent a la oxidació que l'oli de gira-sol, ja que generalment, quan més gran el nombre de dobles enllaços a la molècula, més inestable és aquesta i més fràgil és a ser descomposada a causa de les reaccions d'autooxidació i d'oxidació tèrmica.

Les reaccions d'oxidació tèrmica són reaccions en cadena que inclouen tres fases anomenades iniciació, propagació i terminació. De manera general, la reacció procedeix via radicalària, i es dona a partir de la formació d'ions radicals dels lípids de l'oli i oxigen. Per una banda, l'oxigen present a l'aire (oxigen molecular  $O_2$ ) és una espècie diradical que posseeix dos electrons desaparellats<sup>28</sup>. Aquest reacciona amb l'oli també en forma de radical, fet que al qual hi contribueixen el calor i la presència de metalls com el ferro. Aquestes nombroses reaccions d'oxidació, donen lloc a la formació de diversos productes, que formen també part dels compostos polars, entre els quals s'hi troben hidroperòxids, monòmers i polímers oxidats<sup>2</sup>, cetones, àcids carboxílics i aldehids<sup>25</sup>, la toxicitat dels quals representa un perill per a la salut humana<sup>29</sup>. A més, segons quin aliment es fregeixi, els compostos carbonils formats en l'oxidació lipídica poden reaccionar amb aminoàcids presents als aliments, per exemple en el cas d'asparagines, produint acrilàmida, (precursora de la qual és l'acroleïna), cosa que significa problema greu per a la seguretat alimentària<sup>23</sup>. Els antioxidants presents a l'oli de manera natural, o afegits a aquests, influeixen en la qualitat de l'oli, protegint a aquest temporalment de l'oxidació tèrmica<sup>23</sup>. Els productes de la oxidació de l'oli tenen un sabor i una olor desagradable i afecten negativament a les propietats nutricionals de l'oli. A més, les reaccions d'oxidació són les



més relacionades amb la salut i la nutrició<sup>2</sup>, ja que a partir d'aquestes es formen molts dels compostos polars els quals estan relacionats amb el retard en el creixement, hipertròfia o hiperplàsia hepàtica, úlceres gàstriques i lesions en el cor i el ronyó<sup>2</sup>. Aquestes substàncies, producte de les reaccions d'oxidació que pateix l'oli, formen part doncs de la determinació que es realitza per a valorar si un oli és o no, apte pel consum humà.

### **Polimerització**

La tercera reacció part dels canvis químics que es duen a terme en l'escalfament dels olis és la polimerització. Aquesta mena de reaccions procedeixen també per via radicalària i resulten en la formació de polímers, molècules molt grans. Els radicals lliures tendeixen a combinar-se entre ells, donant lloc a molècules lineals ramificades o compostos cíclics, especialment quan es tracta d'àcids grassos amb insaturacions<sup>30</sup>, com ara a partir de l'àcid gras alfa-linolènic. Els polímers cíclics es produeixen dins o entre triglicèrids a causa de reaccions radicals i l'anomenada reacció de Diels-Alder<sup>23</sup>. Els polímers creen una capa adherent (i difícil d'eliminar) a la superfície de l'oli i als laterals de la fregidora<sup>30</sup>. Les molècules producte d'aquestes reaccions de polimerització, tenen un pes molecular elevat, de manera que la seva formació és causant de l'augment de la viscositat de l'oli. També són responsables d'augmentar l'absorció d'oli als aliments i contribueixen a l'enfosquiment de l'oli<sup>19</sup>. Els polímers d'alt pes molecular són indigeribles, de manera que no són particularment rellevants i no presenten un problema per a la salut de les persones, però els polímers més petits formats, com dímers o monòmers, són absorbits per la paret intestinal i repercuteixen a la salut de la població<sup>30</sup>. Aquestes productes modifiquen les característiques organolèptiques de l'oli, així com les de l'aliment en el qual s'ha fregit, de manera que al ingerir-lo, la composició nutricional de l'aliment inclourà substàncies nocives degudes a aquesta degradació de l'oli.

La reacció d'hidròlisi, és el procés primordial que succeeix durant el fregit d'aliments. Les reaccions d'oxidació i polimerització, són reaccions que formen també part del procés de fregit. Aquests tres processos que causen la degradació de l'oli (figura 4), tendeixen a produir substàncies nocives amb més abundància, a mesura que es reutilitza l'oli i quan més alta és la temperatura de cocció.

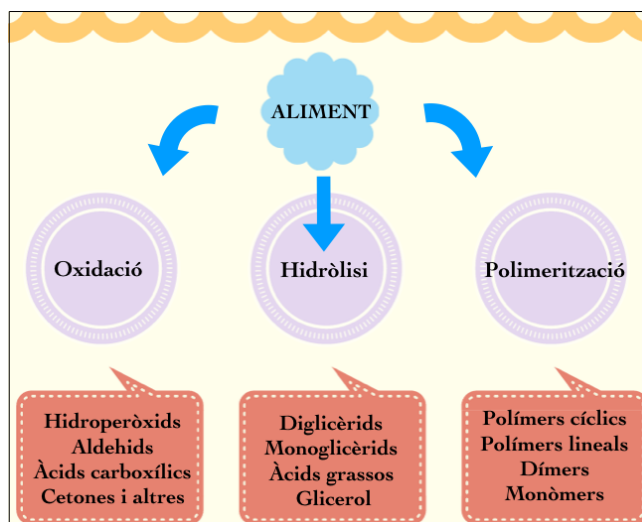


Figura 4. Reaccions químiques de l'oli durant el procés de fregit d'aliments. Font: imatge d'elaboració pròpia.

### 4.3 Resultats de la distribució de l'enquesta

Les dades obtingudes a partir de la distribució de l'enquesta creada mitjançant GoogleForms de GoogleApps for Education i dirigida als usuaris de cuines particulars, es recullen a continuació. Un total de 380 persones ha donat resposta a l'enquesta.

- En resposta a la pregunta 1, s'ha obtingut que només un 25 % dels participants disposen de fregidora a les cuines de casa seva. Segons les respostes, un 40 % de les persones que tenen fregidora, no estan segures de amb quina freqüència la fan servir, tot i que un 50 % sí ha especificat que la fan servir de 1 a 4 vegades per setmana i un 10% que la fa servir de manera ocasional de 1 a 4 vegades al mes.

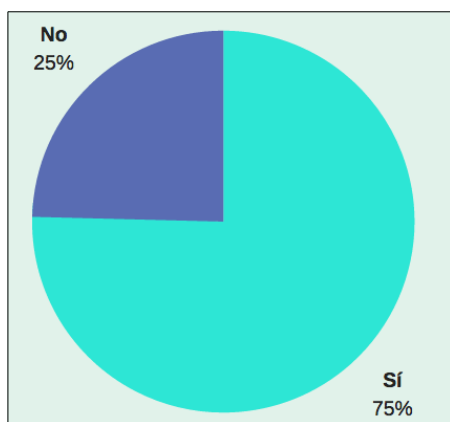


Figura 5. Ús de la fregidora a cuines de domicili particular. Font: imatge d'elaboració pròpia.

- Tal com s'esperava, la respostes al tipus d'oli emprat normalment per a fregir aliments a cuines domèstiques ha sigut l'oli d'oliva i de gira-sol. Segons les respostes, moltes persones utilitzen també ambdós olis per a aquest propòsit. En "Altres" es troba tan sols inclòs l'oli de blat de moro.

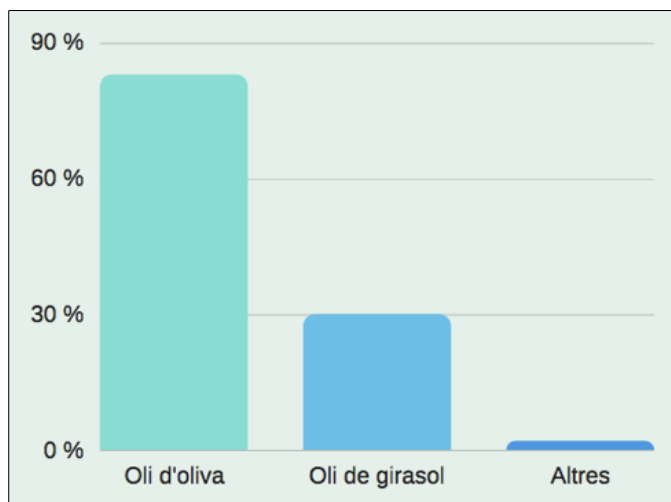


Figura 6. Tipus d'oli emprat per a fregir aliments. Font: imatge d'elaboració pròpia.

- En resposta a la temperatura del procés de fregit d'aliments, les persones que fregeixen aliments en paella en comptes de fregidora, no són coneixedores de la temperatura a la qual es troba l'oli durant el procés. Això no és d'estranyar, ja que les paelles no disposen de termòmetre indicador com en el cas de les fregidores. La temperatura màxima a la qual fregeixen aliments les persones que fan servir fregidora, és majoritàriament de 200 °C, seguida de 180 °C i en menor proporció, 160 °C.

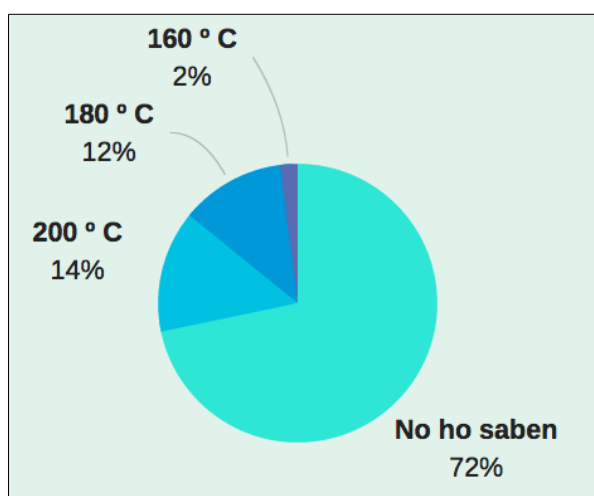


Figura 7. Temperatura màxima a la qual fregeixen aliments a les cuines particulars. Font: imatge d'elaboració pròpia.

- Pel que fa a la reutilització de l'oli de fregir, la majoria de persones reutilitzen l'oli (inclús la gent que no disposa de fregidora a la seva cuina). Un percentatge de menys del 30 % ha contestat que en ninguna circumstància reutilitza l'oli per a fregir. La majoria de persones que disposen de fregidora, han respost que reutilitzen l'oli més de 20 vegades.

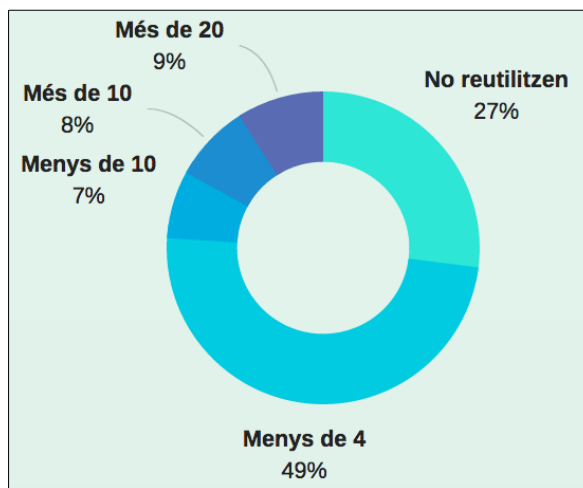


Figura 8. Nombre de vegades les quals les persones reutilitzen l'oli per a fregir a cuines de domicili particular. Font: imatge d'elaboració pròpia.

- Referit a les pràctiques alimentàries que segueixen els usuaris de cuines particulars en referència a les cures de les condicions amb les que es mantenen l'oli de fregir, els resultats obtinguts de l'enquesta han mostrat que un petit percentatge de persones barregen diferents tipus d'olis per a fregir aliments, i gairebé la meitat afegeix oli nou a l'oli vell.

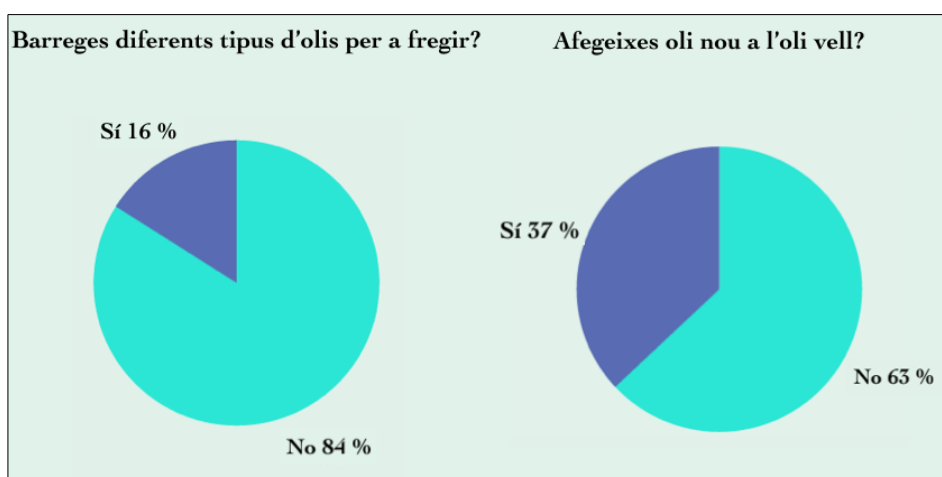


Figura 9. Pràctiques alimentàries pel que fa al tracte de l'oli de fregir a cuines de domicili particular. Font: imatge d'elaboració pròpia.

- Inclosa a la recerca de l'atenció dels usuaris a l'oli de cuina, aproximadament la meitat de les persones han indicat que filtren l'oli de fregir abans de reutilitzar-lo. Concretament, d'aquest 54 % de persones que filtren l'oli, la gran majoria ho fa després de cada ús, i en menor proporció, només algunes persones han contestat filtren l'oli en circumstàncies concretes, com quan l'oli porta molt de temps, o s'han fregit productes que han deixat moltes partícules sòlides.

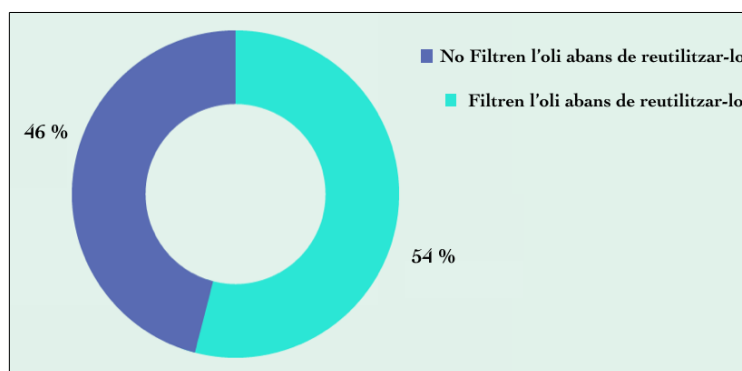


Figura 10. Pràctiques alimentàries per part dels usuaris de cuines particulars, pel que fa a la neteja de les restes sòlides de l'oli de fregir. Font: imatge d'elaboració pròpia.

- Finalment, s'ha inclòs una pregunta per a valorar també el tracte de reciclatge que realitzen els usuaris de cuines domèstiques una vegada s'ha decidit descartar l'oli. En aquest aspecte, segons les dades, la meitat de les persones (52 %) que han contestat l'enquesta, manifesten que reciclen l'oli emprat per a fregir aliments. D'aquest 52 %, un 48 % ha confirmat que porta l'oli usat a una deixalleria o a un punt de recollida. El 4 % restant segueix altres pràctiques com fer sabó, amb la finalitat de reciclar l'oli. Per altra banda, el 32 % l'aboca pel drenatge de la cuina, i el 16 % el llença a les escombraries en una ampolla o bé mullant-lo amb paper de cuina abans de llençar-lo.

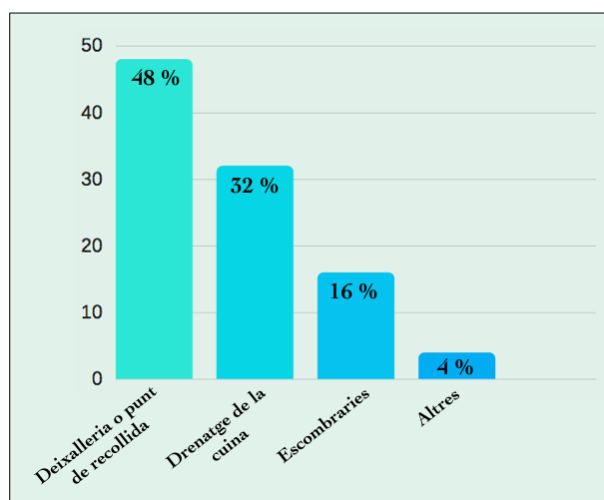


Figura 11. Tractament de l'oli emprat, a nivell d'usuari de cuina particular. Font: imatge d'elaboració pròpia.

#### 4.4 Resultats de la recollida i anàlisi de mostres d'oli

Per a la part quantitativa del treball, la recollida i el subseqüent anàlisi de les mostres d'oli reutilitzat de 20 cuines de domicilis particulars a la província de Barcelona, ha resultat en l'obtenció de les dades següents.

De les 20 mostres recollides, 13 procedeixen de paella, que com s'ha pogut comprovar a l'enquesta, és el mètode més freqüent emprat per a fregir aliments, ja que la gran majoria de persones entrevistades no disposen de fregidora a les seves cuines, i 7 de fregidora. El tant per cent de compostos polars presents a les mostres d'oli analitzades, s'ha registrat a la taula 3. En primer lloc, es mostren el tipus d'oli del qual es tracta; majoritàriament oliva i gira-sol, i en algun cas barreja de tots dos. En segon lloc, s'assenyala també la procedència de l'oli (fregidora o paella) de cuina particular, i finalment s'indica el percentatge de compostos polars presents a les mostres d'oli, així com la temperatura a la qual es va realitzar la mesura.

Nº de mostra	Tipus d'oli	Procedència	Compostos polars (%)	T (°C)
1	Oliva	Fregidora	7,0	46,8
2	Oliva	Paella	11,5	46,0
3	Oliva	Paella	11,6	44,2
4	Gira-sol	Fregidora	30,5	41,0
5	Barreja	Fregidora	14,0	43,7
6	Oliva	Paella	7,0	42,8
7	Oliva	Paella	7,2	45,4
8	Barreja	Fregidora	14,5	43,3
9	Oliva	Paella	6,0	44,3
10	Oliva	Paella	7,0	42,5
11	Oliva	Fregidora	13,0	43,6
12	Oliva	Fregidora	9,2	42,3
13	Oliva	Paella	5,5	42,3
14	Barreja	Fregidora	> 25	42,3
15	Oliva	Paella	8,0	43,6
16	Oliva	Paella	4,0	45,1
17	Oliva	Paella	7,5	45,1
18	Oliva	Paella	5,5	43,2
19	Oliva	Paella	6,0	46,8
20	Barreja	Paella	8,0	45,5

Taula 3. Dades obtingudes de l'anàlisi de mostres d'oli procedents de fregidores i paelles de cuines de domicili particular. Es mostren els compostos polars en tant per cent, així com la procedència de les mostres d'oli i la temperatura a la qual es va dur a terme la mesura en cada cas. Font: taula d'elaboració pròpia.

Malauradament, la majoria de persones que es van oferir voluntàries a proporcionar una mostra d'oli de les seves cuines particulars, no van saber confirmar amb seguretat, el nombre d'usos que tenia l'oli, de manera que aquest paràmetre no s'ha inclòs a la taula. La informació de la taula 3 indica que en dos casos, (marcats en vermell) s'ha sobrepassat el valor límit de compostos polars establert per la legislació<sup>3</sup>. El valor de compostos polars corresponent a la mostra número 14, no està fixat, degut a la lectura dubtosa de l'instrument (on es llegien valors canviants de 25 a 35 %). De tota manera, per a l'anàlisi de dades, tenint en compte el fort olor i l'aspecte enfosquit que presentava la mostra d'aquest oli procedent d'una fregidora, s'ha assumit que efectivament el nombre de compostos polars era superior al límit permès de 25 % i per a dur a terme els càlculs per a realitzar la figura 13 i poder aportar així un resum visual de les dades obtingudes, s'ha agafat 25 % com a valor de compostos polars per a aquesta mostra.

A la figura 12, es mostren els tipus d'oli de les mostres analitzades així com la seva procedència. La majoria de persones que s'han ofert a proporcionar una mostra d'oli fan servir oli d'oliva en paella per a fregir aliments. Aquest fet confirma també les dades obtingudes de l'enquesta. Un 20 % de les mostres obtingudes i analitzades han sigut mescles d'olis d'oliva i de de gira-sol i només un percentatge molt petit ha emprat exclusivament oli de gira-sol per a fregir aliments.

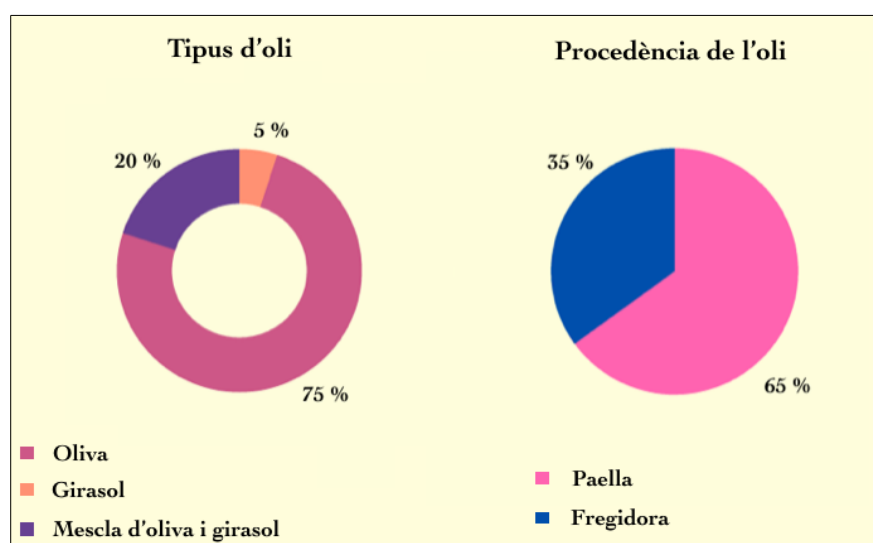


Figura 12. Distribució de la procedència i el tipus d'oli recollit de cuines de domicili particular per al seu posterior anàlisi. Font: imatge d'elaboració pròpia.

Es pot observar doncs, que en el cas de les mostres estudiades, predominen els olis d'oliva emprats per a cuinar per mitjà de paelles. En el següent gràfic (figura 13) es mostra de manera esquemàtica, el valor promig dels compostos polars resultants de l'anàlisi de les 20 mostres d'oli obtingudes, classificat en grups segons el tipus i procedència de l'oli en qüestió. Es pot observar amb claredat, que les mostres d'oli procedents de fregidores han tingut més compostos polars que les mostres d'oli procedents de paelles.

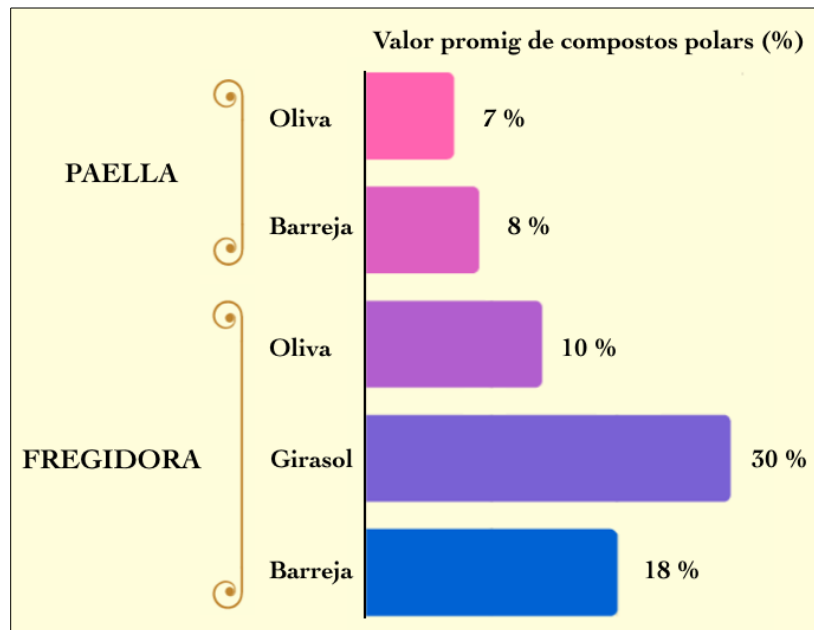


Figura 13. Esquema dels valors promig del percentatge de compostos polars distribuïts en grups classificats segons la procedència i el tipus de l'oli. Font: imatge d'elaboració pròpia.



## 5. Discussió

Els resultats obtinguts indiquen en primer lloc, que molta gent ja no disposa de fregidora a la llar. Possiblement, el canvi social ha jugat un paper important pel que fa a les promocions per a la salut en totes les seves variants, ja sigui en forma d'aplicació per a dispositius mòbils<sup>31</sup>, blogs populars, programes de TV, i revistes o articles al diari promocionant aliments i receptes saludables<sup>32</sup>. Això probablement ha influït en la mentalitat de moltes persones, i ha modificat la seva percepció sobre la importància de seguir una dieta i uns hàbits de vida saludables, en els quals majorment no s'inclouen aliments fregits. És possible doncs, que actualment el consum d'aliments fregits hagi disminuït, fet que seria interessant avaluar en un estudi posterior.

S'ha comprovat que la gran majoria de persones utilitza oli d'oliva per a fregir aliments, tot i que una petita part barreja diferents olis per a cuinar, probablement sense ser conscients de que la diferència de propietats de l'oli comporta una major degradació sota les condicions de fregit. Segons les dades obtingudes, les persones no són coneixedores de la temperatura amb la qual fregeixen, i els que sí ho són, sovint sobrepassen temperatures de 180 °C arribant a màxims de 200 ° C. Com hem vist, sotmetre l'oli a temperatures tant altes provoca una degradació molt més ràpida i accelera la producció de substàncies com les resultants del procés d'oxidació. Cal remarcar que l'aire, la humitat i la temperatura, no són les úniques variables que afecten a la qualitat d'un oli de fregir i la quantitat d'aquest que quedarà absorbida per l'aliment. Altres factors també són rellevants, com:

- **El tipus d'oli:** la composició de l'oli és crucial, ja que una bona part queda absorbida per l'aliment. Per aquest motiu, està més indicada la tria d'un oli saludable com l'oli d'oliva. Però és important ressaltar que tot i que aquest és bastant resistent a la degradació degut als seus antioxidants naturals, el seu punt de fum és relativament baix, de manera que cal prestar atenció i no fregir a temperatures massa elevades. Segons els resultats, moltes persones no són conscients d'aquest fet. Pel que fa la tria de l'oli, a molts països com a Estats Units, és comú fregir amb greixos saturats, ja que pateixen menys reaccions de degradació, però per altra banda, aquests estan relacionats amb una major incidència de malalties cardiovasculars<sup>33</sup>. A més, olis amb un contingut alt d'àcids grassos saturats com són el palmític o esteàric afecten a les qualitats sensorials del menjar<sup>19</sup>. Pràcticament totes les persones de l'estudi fan servir oli d'oliva, que aporta la qualitat desitjada a l'aliment, a

més de les propietats nutricionals associades al consum d'aquest. En menys proporció però també molt present, s'ha comprovat que moltes persones utilitzen també oli de girasol per a fregir, els quals és, com l'oli d'oliva, baix en àcids grassos saturats.

- **La reposició amb un oli nou:** tot i que el fet d'afegir oli nou a l'oli emprat prèviament per a fregir, disminueix el procés de degradació de l'oli<sup>25</sup>, aquesta no és una pràctica recomanada<sup>10</sup>. Segons les dades, només una petita part de les persones que han contestat l'enquesta, realitzen aquesta pràctica, però tot i així, és important fer entendre que sempre és millor canviar l'oli totalment en comptes d'afegir-ne de nou de mica en mica. De manera semblant, és necessari evitar barrejar diferents tipus d'oli per a fregir aliments, i segons les dades obtingudes tant de l'anàlisi qualitatiu com de l'anàlisi quantitatiu, bastantes persones no en són conscients.
- **El temps i freqüència amb la que s'utilitza l'oli per a fregir:** la gran majoria de persones no són coneixedores de la freqüència amb qual reutilitzen l'oli. Quantes més vegades es reutilitza, més productes indesitjats i perjudicials es formen, i més empitjora la seva qualitat, fins al punt de resultar perillós per a la salut. A més, a domicilis particulars, sovint passa temps entre usos, mentre l'oli de la fregidora es queda sense fer-se servir.
- **El tipus d'aliment:** també juga un paper important en el procés de fregit. Per una banda, la seva relació superfície-volum, afectarà la qualitat del fregit, així com el seu contingut d'humitat i la seva fracció lipídica. Per altra banda, el tipus de cobertura de l'aliment també afectarà a la qualitat de l'oli. Un producte arrebossat per exemple, després de cada ús, mentre l'altre meitat no ho fan. De tota manera, això també pot ser degut a que la gran majoria de persones que fregeixen en paella, no reutilitzen el mateix oli més de quatre vegades, i per tant no donen tanta importància a les substàncies residuals, tot i que aquestes sempre posseeixen de rellevància en el fregit, atès que interfereixen amb el procés de degradació tèrmica.

Els resultats de l'anàlisi de compostos polars dels olis obtinguts de cuines de domicili particular, mostren que els valors de compostos polars provinents d'olis de paelles, són inferior als obtinguts de fregidores. Aquest fet indica la degradació de l'oli és menor en les mostres d'olis provinents de

paelles, és a dir, aquests olis no tenen tants usos, cosa que està relacionat amb el fet comentat anteriorment; els usuaris de fregidores reutilitzen l'oli més sovint. Aquest fet concorda també amb un estudi previ on es menciona que la pràctica reutilitzar l'oli després de fregir aliments a paelles, és poc comú<sup>25</sup> i normalment es realitza a temperatures més baixes. Per aquest motiu, la quantitat de compostos polars en olis d'aquesta procedència difícilment ha arribat al valor límit de 25%.

Un aspecte rellevant dels resultats obtinguts d'aquesta part quantitativa del treball, és el fet que les mostres d'oli d'oliva provinents de fregidores han presentat una proporció inferior de compostos polars en comparació a les de gira-sol, i les de la barreja de tots dos olis. Això està en concordança amb evidències d'altres estudis<sup>2, 27, 30</sup>, que corroboren que l'oli d'oliva és una bona tria per a fregir, sempre i quan no es sotmeti l'oli a temperatures molt elevades. Mitjançant l'instrument Testo 270, que mesura aquestes substàncies d'una manera ràpida i fiable, s'ha pogut observar també que els compostos polars de barreges d'olis són superiors, indicador de que és una pràctica que és millor evitar. Una de les dues mostres que s'ha trobat superant els límits establerts i permesos de compostos polars, ha sigut d'oli de gira-sol. Aquest oli té un *smoke point* alt, cosa que entre d'altres, li aporta un avantatge més de resistència a la degradació a causa del procés de fregit. Per altra banda, té un contingut elevat d'àcid linolènic, i aquest es degrada amb facilitat sota condicions d'alta temperatura, donant lloc a reaccions de polimerització. Per això es fabriquen olis de gira-sol més indicats per a fregir, amb alt contingut d'àcid oleic, on la proporció de l'àcid linolènic és menor. Al no disposar d'indicacions, els usuaris de cuines particulars no són conscients d'aquests fets, cosa que complica la tria dels olis per a fregir, per tant, seria profitós realitzar una sèrie de recomanacions dirigides a la població, i afegir avisos dels riscos que comporta la pràctica de la reutilització de l'oli per a fregir, a les etiquetes d'aquests productes, ja que el seu ús per a fregir està generalitzat. Cal tenir precaució a l'hora de reutilitzar els olis de cuina, ja que les substàncies productes de les reaccions de degradació poden provocar immunitoxicitat, retard en el creixement, hepatotoxicitat i carcinogènesi<sup>34</sup>.

Finalment, com a secció addicional al treball, s'ha volgut incloure també una petita observació de les pràctiques que realitzen els usuaris de cuines domèstiques pel que fa a la tria del mètode per a descartar l'oli. S'ha observat que mentre una gran part de persones es desfan de l'oli reutilitzat mitjançant mètodes respectuosos amb el medi ambient, moltes persones l'aboquen pel drenatge de l'aigüera o del lavabo, cosa que pot dificultar el funcionament de depuradores i provocar obstrucció.

## 6. Conclusions

El fregit és un mètode àmpliament conegut en la indústria alimentària, on l'oli emprat s'utilitza de manera contínua i s'escalfa repetidament a altes temperatures. La pràctica excessiva i descontrolada per part d'empreses d'aquest àmbit, provoca el deteriorament ràpid de l'oli, fet que comporta l'aparició de productes indesitjats, que s'adhereixen a la superfície de l'aliment i per tant són ingerits pels consumidors. Aquests productes secundaris al fregit d'un aliment són tots els productes no desitjats resultants de la cocció d'aquest, considerant com a producte primari la transformació en massa i el canvi físic i desitjable que adquireix l'aliment com a producte principal del procés de fregit. Són substàncies que presenten un perill per a la salut dels consumidors, les més representatives dels quals són els compostos polars. La mesura d'aquests compostos polars que es formen durant l'escalfament continuat de greixos i olis, és un mètode que permet avaluar el seu deteriorament. Aquests paràmetres estan controlats i el reglament espanyol té establert un límit molt clar. Els usuaris de cuines domèstiques però és a dir, la població general, no és coneixedora del nivell de degradació al qual arriba l'oli quan aquest és reutilitzat diverses vegades. Tot i que moltes persones entenen que hi ha uns riscos associats als aliments fregits, la informació a l'abast dels consumidors sobre el perill de reutilitzar olis per a fregir aliments, no és suficient.

Fins fa uns anys, la presència de fregidores a llars era un fet molt comú. Aquesta recerca ha indicat que la majoria de persones no disposen de fregidores a les seves cuines, possible indicador de que la freqüència amb la qual els usuaris decideixen realitzar la preparació d'aliments fregits a domicilis particulars està disminuint. La tria del medi per a fregir és significativa. En primer lloc cal tenir en compte que segons el tipus d'oli emprat, aquest es deteriorarà amb més o menys facilitat. La reacció principal associada al procés de fregit és la hidròlisi, a partir de la qual es trenca l'estructura bàsica de l'oli, proporcionant a l'aliment de les característiques pròpies d'aquest procés culinari. La temperatura és un dels aspectes més importants a tenir en compte en la degradació d'un oli. El fet de fregir aliments a altes temperatures, com ara 180 o 200 °C, produeix el canvi en l'estructura dels olis degut principalment a les reaccions d'oxidació, que formen aldehids, peròxids lípids i altres. Aquest canvi afavoreix la formació de compostos inestables (hidroperòxids o peròxids i radicals lliures), que junt amb els productes de la reacció d'hidròlisi (diglicèrids, monoglicèrids i àcids grassos) i alguns dels productes oxidats de la

polimerització (monòmers i polímers), formen els compostos polars que s'analitzen per a avaluar la qualitat de l'oli.

Tot i no disposar de recomanacions dirigides a la població ni advertències per a evitar els riscos que suposa la pràctica inadequada de la reutilització de l'oli per a fregir, està en mans dels propis consumidors, ser conscients i mantenir una qualitat adequada de l'oli amb el qual preparen aliments. Per tant, seria convenient facilitar més informació a la població per tal d'assegurar la salut de les persones, en les quals caldria incloure els aspectes següents.

- Renovar periòdicament l'oli (minimitzar el seu nombre de reutilitzacions).
- En cas de detectar signes d'alteració com olors desagradables, color fosc, o escumes, canviar l'oli.
- Emprar olis estables per a fregir, com oli d'oliva i de gira-sol amb alt contingut d'àcid oleic.
- Cuinar a temperatures moderades. No superar mai els de 180 °C durant el procés de fregit.
- Evitar barrejar d'olis de tipus diferents així com afegir oli antic a l'oli nou.
- Entre usos, conservar l'oli tapat per a protegir-lo del calor i de l'aire, i mantenir-lo fora de l'abast de la llum.
- Filtrar sovint l'oli de per tal que no hi hagi restes sòlides de fregides anteriors.
- Per a minimitzar l'impacte ambiental, desfer-se responsablement de l'oli duent-lo a punts de recollida.

A banda d'aquestes recomanacions generals, seria convenient que els mateixos fabricants del olis alimentaris afegissin un avís a les etiquetes d'aquests productes, tal com ja existeix per tal de protegir-los de la degradació de la llum i el calor que pateixen durant el propi emmagatzematge a la llar. D'aquesta manera, es podria proporcionar suficient informació a la població per tal que aquesta segueixi unes pràctiques alimentàries adequades i segures.

## 7. Bibliografia

1. Stier RF. Frying as a science—an introduction. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2004 Nov 1;106(11):715-21.
2. Hurtado AC. La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas en nutrición humana*. 2011 Apr 22;11(1):39-53.
3. Gobierno de España. Orden de 26 de enero de 1989 por la que se aprueba la Norma de Calidad para los Aceites y Grasas Calentados. *BOE*; 1989 p. 2665 a 2667 (3 págs.).
4. Lope Rodríguez S. Anàlisi de perills i punts crítics de control (APPCC). *Tecnologia, control i seguretat dels aliments*. UOC. 2011.
5. Ramírez G, Davahiva B, Martínez Galán JP, Cardona Zuleta LM. Composición de ácidos grasos en algunos alimentos fritos y aceites de fritura y factores relacionados, en un sector universitario de Medellín-Colombia. *Perspectivas en Nutrición Humana*. 2014 Dec;16(2):159-74.
6. Vitrac O, Trystram G, Raoult-Wack AL. Deep-fat frying of food: Heat and mass transfer, transformations and reactions inside the frying material. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2000 Sep 1;102(8-9):529-38.
7. Mans C. Quan s'ha de canviar l'oli de la fregidora? [Internet]. 2017 [citad el 14 d'abril 2017]. Disponible a: <https://cmans.wordpress.com/2014/06/29/quan-sha-de-canviar-loli-de-la-freidora/>
8. Saguy IS, Dana D. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *Journal of food engineering*. 2003 Feb 28;56(2):143-52.
9. Marmesat S, Rodrigues E, Velasco J, Dobarganes C. Quality of used frying fats and oils: comparison of rapid tests based on chemical and physical oil properties. *International journal of food science & technology*. 2007 May 1;42(5):601-8.

10. Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. Perills químics associats a l'oli de fregir. Descripció i mesures preventives. 2010.
11. Vollhardt K. Organic chemistry. 7th ed. W H Freeman; 2014.
12. Mailer R. Chemistry and quality of olive oil. The New South Wales Department of Primary Industries. Primefact. 2006 Aug;227:1-4.
13. Varela Moreiras G. La Dieta Mediterránea en la España actual. Nutrición Hospitalaria. 2014 Oct 1;30.
14. Poch, C. C., & Millán, A. D. G. Bioquímica y fisiología de la nutrición. UOC Universitat Oberta de Catalunya; 2009.
15. El aceite de oliva y la dieta mediterránea; 2008. Madrid: Consejería de Sanidad.
16. Jiménez J, Rondón D, Martínez L, Mataix J. Composición química de los aceites de oliva. Aceite de oliva virgen: nuestro patrimonio alimentario, Madrid, Puleva Food. 2001;118.
17. Codex Alimentarius Commission. Codex alimentarius: fats, oils and related products. Food & Agriculture Org.; 2001.
18. Generalitat de Catalunya. Guia de pràctiques correctes d'higiene per als restaurants. 2015; Agència de Salut Pública de Catalunya
19. Sikorski ZZ, Kolakowska A, editors. Chemical and functional properties of food lipids. CRC press; 2010 Dec 12.
20. Gunstone F, editor. Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses. John Wiley & Sons; 2011 Mar 1.
21. Hampikyan H, Colak H, Akhan M, Turgay I. Determination of total polar compound (TPC) levels in frying oils. J. Food Agric. Environ. 2011 Apr 1;9:142-4.

22. Blumenthal MM. A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying. Food technology (USA). 1991.
23. Choe E, Min DB. Chemistry of deep-fat frying oils. Journal of food science. 2007 Jun 1;72(5).
24. Houhoula DP, Oreopoulou V, Tzia C. The effect of process time and temperature on the accumulation of polar compounds in cottonseed oil during deep-fat frying. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2003 Mar 1;83(4):314-9.
25. Cuesta C, Sánchez-Muniz FJ, Garrido-Polonio C, López-Varela S, Arroyo R. Thermoxidative and hydrolytic changes in sunflower oil used in fryings with a fast turnover of fresh oil. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1993 Nov 1;70(11):1069-73.
26. Choe E, Min DB. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. Comprehensive reviews in food science and food safety. 2006 Sep 1;5(4):169-86.
27. Lee J, Lee Y & Choe E. Temperature dependence of the autoxidation and antioxidants of soybean, sunflower and olive oil. European Food Research Technology. 2007; 226, 239-246.
28. Wells AF. Structural inorganic chemistry. Oxford University Press; 2012 Jul 12.
29. Guillén MD, Uriarte PS. Aldehydes contained in edible oils of a very different nature after prolonged heating at frying temperature: Presence of toxic oxygenated  $\alpha$ ,  $\beta$  unsaturated aldehydes. Food Chemistry. 2012 Apr 1;131(3):915-26.
30. Lercker G, Carrasco Pancorbo A. Capítulo 10 Proceso culinario de fritura y el uso del aceite de oliva en el mismo. A. Fernández-Gutiérrez, & A. Segura Carretero, El aceite de oliva Virgen: Tesoro de Andalucía. 2010:430.
31. Free Calorie Counter, Diet & Exercise Journal | MyFitnessPal.com [Internet]. Myfitnesspal.com. 2017 [citad el 23 de juny 2017]. Disponible a: <https://www.myfitnesspal.com/>



32. Las recetas saludables están de moda [Internet]. La Vanguardia. 2017 [citad el 23 de juny 2017]. Disponible a:  
<http://www.lavanguardia.com/comer/recetas/20170614/423390925259/recetas-saludables-revista-cuina.html>
33. Authority E. Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. EFSA Journal. 2010;8:1461-566.
34. Riera JB, Codony R, Rafecas M, Guardiola F. Recycled cooking oils: Assessment of risks for public health. Working document for Scientific and Technological Options Assessment (STOA). European Union. 2000 Sep.