

EL BIODIÈSEL



ALUMNA: IULIANA CONSTANTIN
TUTORA INS: Isabel Gargallo
TUTOR UAB: Joan Carles Bayón
INS MILÀ I FONTANALS CURS 2015-2016

ÍNDIX

1. Resum del treball i elecció del tema	1
2. Energies alternatives	
2.1. Energia solar tèrmica	6
2.2. Energia solar fotovoltaica	7
2.3. Energia eòlica.....	8
2.4. Energia hidràulica.....	9
2.5. Altres energies alternatives	10
3. Combustibles fòssils	
3.1. Carbó i gas natural	13
3.2. Petroli	14
4. Biodièsel	
4.1. Els biocombustibles.....	17
4.2. Què és el biodièsel?.....	18
4.3. Història del biodièsel	19
4.4. Avantatges i inconvenients del biodièsel	19
4.5. El biodièsel avui en dia.....	21
5. Obtenció de l'oli de cacauet	
5.1. Fonament	26
5.2. Procediment experimental.....	28
6. Fabricació del biodièsel al laboratori de l' institut	
6.1. Fonament	29
6.2. Procediment experimental detallat.....	31
7. Anàlisi dels biodièsel per cromatografia de gasos acoblada a espectroscòpia de masses	
7.1. Fonament	36
7.2. Procediment experimental.....	39
7.3. Anàlisi del biodièsel per cromatografia de gasos.....	40
7.3.1. A partir de l'oli d'oliva	41
7.3.2. A partir de l'oli de gira-sol.....	44
7.3.3. A partir de l'oli usat.....	46
8. Conclusions	51
9. Bibliografia.....	54
10. Agraïments	59

1. Resum del treball i elecció del tema.

Creieu que seria possible que un cotxe actual pogués funcionar amb un combustible obtingut a partir de l'oli reciclat de la vostra cuina?

Doncs sí, i la resposta està en el títol d'aquest treball: el biodièsel.

El treball realitzat té per objectiu l'obtenció de biodièsel a partir de diferents tipus d'olis, l'anàlisi d'aquests combustibles, així com l'obtenció d'oli de cacauet.

La memòria que aquí es presenta consta de dues parts, una teòrica i una pràctica. Pel que fa a la part teòrica començo fent una recerca d'informació sobre les energies més conegudes actualment fent una distinció entre energies renovables i combustibles fòssils, dedicant una part important al biodièsel (definició, història, avantatges i inconvenients, ús avui en dia...)

Quant a la part pràctica l'objectiu va ser principalment l'elaboració de biodièsel i la seva anàlisi per cromatografia de gasos i espectroscòpia de masses, per determinar la seva composició i comparar aquestes en funció de l'origen de l'oli utilitzat en la seva fabricació. Les matèries primeres emprades van ser l'oli d'oliva, l'oli de gira-sol i l'oli usat de cuina. Una segona fase de la part pràctica va ser l'obtenció d'oli de cacauets, amb l'objectiu de veure la seva rendibilitat. La part pràctica es va fer en dues parts. Una al laboratori de INS Milà i Fontanals (elaboració de biodièsel) i l'altra al laboratori de química inorgànica de la Universitat Autònoma de Barcelona (anàlisi de biodièsel i obtenció d'oli de cacauets) gràcies a la participació en el programa Argó.

L'elecció del tema del meu treball de recerca va ser un procés llarg i complicat que va començar a primer de batxillerat. Tenia unes expectatives altes, volia que el meu treball estigués relacionat amb les energies, que fos pràctic, que treballés problemes d'actualitat, que fos de qualitat, que s'obtingués algun producte.... i encabir tot això en un projecte no era gens fàcil.

Semblava que seria impossible fins que la meva tutora em va proposar la possibilitat de realitzar el treball de recerca a l'institut però amb col·laboració amb la facultat de Química de la UAB i la meva sorpresa va ser quan el tema a treballar era el biodièsel, relacionat amb les energies futures, pràctic, actual.... és a dir complia tot el que jo volia, ja que sempre m'havien interessat les energies renovables i com es podien substituir els combustibles fòssils, la qual cosa va fer que ho acceptés d'immediat.

L'experiència no m'ha decebut en absolut, tot al contrari ha superat les meves expectatives i n'estic molt satisfeta. El projecte m'ha permès, a més, endinsar-me en la recerca bibliogràfica dels diferents tipus de fonts d'energia, les seves avantatges i limitacions. Aquesta part ha estat molt formativa per a mi com a estudiant de la branca de ciències i tecnologia, així com a ciutadana responsable.

ENERGIES ALTERNATIVES

2. Energies alternatives

*“Nosaltres ens movem en un espai infinit amb una velocitat desconeguda; tot al nostre voltant és moviment, tot gira, l'energia és a tot arreu.”
Nikola Tesla*

La definició més coneguda d'energia és la següent: *l'energia és la capacitat que té la matèria de produir treball en forma de moviment, llum, calor, etc.*

El desenvolupament de la civilització està estretament lligat a la disponibilitat d'energia. Les societats modernes consumeixen grans quantitats d'energia en totes les seves formes: llum, calor, electricitat, energia mecànica i energia química. Tradicionalment s'ha considerat el consum d'energia com un paràmetre adient per mesurar el desenvolupament d'un país, però és possible que en un futur no molt llunyà aquest paràmetre ja no resulti fiable i sí ho sigui, per exemple, el consum d'energia obtingut d'unes fonts determinades.¹

L'energia és produïda de formes diverses, anomenades fons d'energia. Les fonts d'energia poden ser classificades de moltes maneres, atenent al criteri utilitzat. S'esmenten a continuació alguna de les classificacions més habituals.²

Segons un primer criteri, les fonts es classifiquen en primàries o secundàries. Són primàries aquelles que provenen d'un fenomen natural i no han estat transformades, com la llum i l'escalfor del Sol, la força de l'aigua i de l'aire en moviment, l'energia de l'interior de la Terra i la força de les marees; es denominen secundàries si són el resultat d'una transformació a partir d'una font primària, per exemple l'energia elèctrica obtinguda a partir d'una central hidroelèctrica o la calor produïda en la combustió d'un gas. L'hidrogen és una font d'energia que en els darrers anys està molt de moda, perquè es un combustible que només genera aigua com a producte de la reacció amb oxigen, i no diòxid de carboni com fan els combustibles fòssils, però donat que l'hidrogen no es troba a la natura i sempre s'ha d'obtenir d'una font primària

¹ http://www.encyclopedia.com/topic/sources_of_energy.aspx

² https://es.wikipedia.org/wiki/Fuente_de_energ%C3%ADa

(per exemple a partir de gas natural) cal tenir present que no pot ser la solució al problema de l'escassetat l'energia.

Un segon criteri de classificació per a les fonts d'energia primàries es diferenciar-les entre renovables i no renovables. Es diuen renovables si les reserves de la font d'energia primària no decreixen de forma apreciable en el temps que dura la seva explotació, com per exemple l'energia eòlica, solar o hidroelèctrica. Pel contrari, es diuen fonts d'energia no renovables aquelles que es consumeixen a una velocitat més ràpida que a la que es regeneren. Els combustibles fòssils són el millor exemple d'una font d'energia no renovable, com també ho són els combustibles nuclears i en particular l'urani, encara que la relació entre la velocitat a la qual el consumim i les reserves d'urani existents fa que l'escassetat d'aquest element sigui menys problemàtica que en el cas del petroli.

Des d'una perspectiva ecologista és poden classificar les fonts d'energia en "brutes" i "netes". En general és consideren "netes" aquelles que són renovables i que la seva explotació té un menor impacte ambiental, com l'energia solar o eòlica, i es diuen "brutes" aquelles que no són renovables i que generen residus com l'energia derivada dels combustibles fòssils o l'energia nuclear.

Finalment, una darrera classificació de les fonts d'energia es dividir-les entre "alternatives" i "convencionals", en funció del seu menor o major impacte en el canvi climàtic produït per l'augment de la concentració de diòxid de carboni a l'atmosfera. L'energia eòlica, solar o hidràulica són energies "alternatives", en les que també caldria incloure l'energia nuclear, ja que no genera CO₂, però aquesta darrera a diferència de les primeres, es una font d'energia "bruta" a causa dels residus que genera. Els combustibles fòssils són fonts d'energia convencionals, ja que la combustió dels mateixos augmenta la concentració de CO₂ a l'atmosfera i afavoreixen l'escalfament global. Pel contrari, els biocombustibles, és a dir, els combustibles obtinguts de la biomassa com la llenya o el biodièsel, han de ser considerats fonts d'energia alternatives, ja que el carboni que incorpora la biomassa a partir del CO₂ atmosfèric mitjançant la fotosíntesi, és retornat a l'atmosfera en el procés de combustió i obtenció

d'energia, essent d'aquesta forma el balanç net de CO₂ aportat a l'atmosfera igual a 0.

La Figura 1 mostra la distribució percentual de les fonts d'energia emprades a escala global en 2014, on es pot observar la preponderància dels combustibles fòssils respecte a les fonts d'energia alternatives

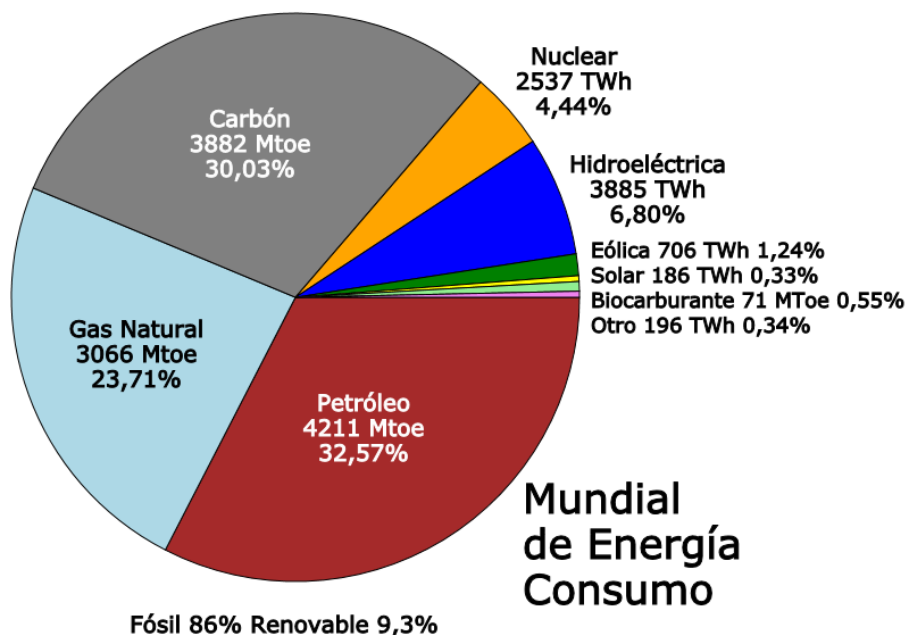


Figura 1. Distribució del consum d'energia en tant per cent, entre les diferents fonts d'energia emprades actualment.³

Es descriuen breument a continuació algunes de les fonts d'energia alternatives més importants.

2.1. Energia solar tèrmica

L'energia solar es pot utilitzar com a sistema d'escalfament o per a la producció d'energia elèctrica. Tots dos tipus capten l'energia del Sol mitjançant plaques solars o panells solars.

Les Plaques Solars Tèrmiques Domèstiques consisteixen en unes plaques pintades d'un material que absorbeix molt bé la radiació solar i que duen

³ http://icaen.gencat.cat/ca/pice_serveis/pice_estadistiques_energetiques/

conductes molt prims per on circula l'aigua. El Sol les escalfa i l'aigua circulant arriba fins a 40°C o 50°C, permetent obtenir aigua calenta per a ús domèstic.

La Figura 2 mostra un esquema d'una central solar tèrmica. Els raigs solars es reflecteixen en els heliòstats que són miralls còncaus que reflecteixen la llum en un punt. Com tots els miralls estan orientats cap el mateix punt, en aquest es concentra la radiació solar reflectida per tots els miralls. La calor que es concentra a la torre és absorbida per un fluid que alimenta al generador de vapor. La calor absorbida pel fluid es "cedeix" a un circuit d'aigua, produint-se vapor a pressió. Aquest vapor fa girar la turbina i així es genera el corrent elèctric. En el condensador, el vapor d'aigua produït es converteix en aigua i amb aquesta es reinicia el procés. En el transformador s'augmenta el voltatge del corrent elèctric generat perquè pugui ser distribuït per tota la xarxa elèctrica.



Figura 2. Esquema d'una central solar tèrmica

2.2. Energia solar fotovoltaica

L'energia solar es pot convertir directament en energia elèctrica mitjançant les cèl·lules fotovoltaïques, que estan constituïdes normalment de silici ultrapur.⁴ Quan els raigs del Sol arriben a aquestes cèl·lules es produeixen petits corrents elèctrics degut a un fenomen físic anomenat efecte fotovoltaic o efecte fotoelèctric, en el que els fotons de la radiació solar exciten electrons del silici al nivell d'energia superior, generant un corrent elèctric. Les cèl·lules es connecten entre elles formant panells solars, Figura 3.

⁴http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/98_celulafotovoltaica_energiasolar.html

L'energia solar no és contaminant i proporciona energia barata per països no industrialitzats, però és una font d'energia intermitent ja que depèn del clima i del nombre d'hores de Sol. A banda d'això, el cost actual de les cel·les solars és elevat, a causa del preu del silici ultrapur, a l'igual que ho és la construcció de les centrals solars tèrmiques. Per contra, les plaques solars domèstiques són barates i de fàcil implementació en qualsevol país.



Figura 3. Plaques fotovoltaïques en un "hort solar"⁵

2.3. L'energia eòlica

L'energia eòlica, també anomenada l'energia del vent, és emprada des de l'antiguitat per a la navegació, per extreure aigua de pous, etc. Avui en dia és aprofitada mitjançant uns dispositius anomenats aerogeneradors per a produir electricitat, Figura 4.

El vent fa girar les pales produint energia mecànica. El moviment circular de les pales es multiplica en el interior de l'aerogenerador mitjançant un mecanisme d'engranatge que el transmet fins a un alternador, que és on es produeix la conversió d'energia mecànica en energia elèctrica.

⁵ <http://www.grupogarcosa.com/energia/instalaciones-fotovoltaicas/imagenes/placas-fotovoltaicas-03.jpg>

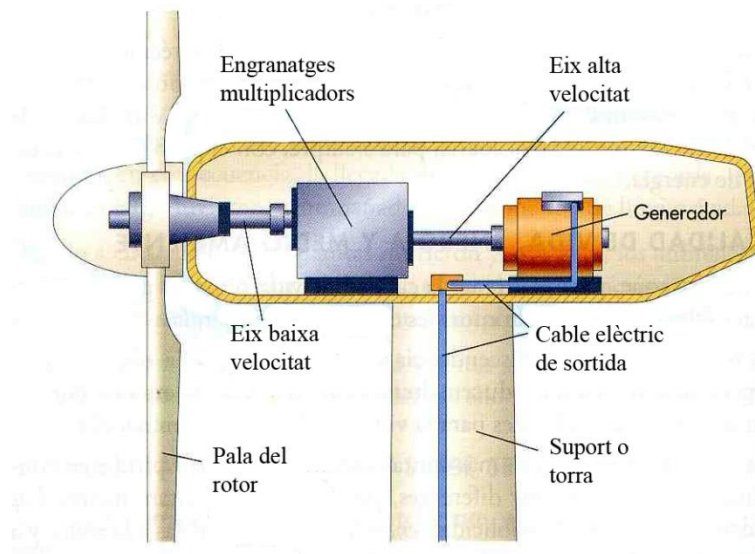


Figura 4. Generador d'energia eòlica⁶

L'energia eòlica és una font d'energia inesgotable, gratuïta i no contamina, però és una font d'energia intermitent, ja que depèn de la regularitat del vent i perquè sigui eficient els aerogeneradors han de ser grans i aquests dispositius són cars.

El seu ús va en augment, encara que en l'actualitat el cost de les instal·lacions és molt elevat. Segons un estudi elaborat per l'Institut de Medi Ambient d'Estocolm, en l'any 2100, juntament amb l'energia solar, podria aportar més del 75% del consum energètic mundial.

2.4. Energia hidràulica

L'explotació de l'energia hidràulica es fa actualment en hidrocentrals, que converteixen l'energia potencial de l'aigua en energia cinètica. Aquesta és capturada utilitzant turbines hidràuliques que impulsen generadors elèctrics que la converteixen finalment en electricitat, Figura 5.

L'obtenció d'energia hidroelèctrica requereix, en general, construir pantans, preses, canals de derivació, i la instal·lació de grans turbines i equipaments per generar electricitat, encara que també existeixen petites centrals hidroelèctriques per abastir una petita població o una casa.

⁶ <https://ariadnaenergiaeolica.files.wordpress.com/2010/06/aerogenerador-1-copia-copia.jpg>

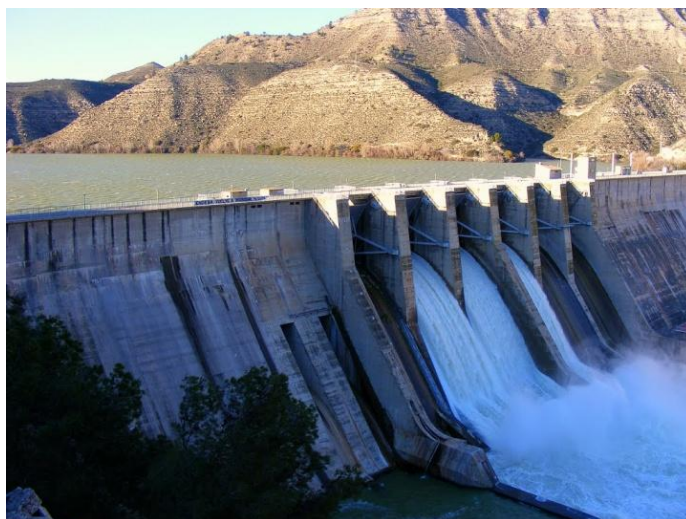


Figura 5. Central hidràulica de Mequinzenza, Zaragoza⁷

L'aigua de l'embassament és fàcil d'acumular i l'explotació d'aquestes centrals no genera residus, però la construcció de centrals hidroelèctriques és costosa i, a més, els embassaments produeixen pèrdues de sòl productiu i fauna terrestre a causa de la inundació de les valls. També provoquen la disminució del cabal dels rius i rierols sota la presa, la qual cosa altera la qualitat de les aigües.

En l'actualitat, aquesta font genera un 23% de la producció elèctrica mundial i s'espera que aquesta quantitat es dupliqui cap a l'any 2025. Segons el Banc Mundial, en els països en desenvolupament aquesta font es troba desaproveitada, ja que tan sols s'utilitza el 10% de la seva capacitat.

2.5. Altres energies alternatives

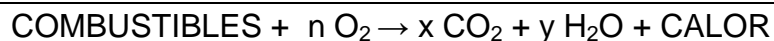
A banda de les ja esmentades, existeixen altres fonts d'energia alternatives menys utilitzades. Per exemple, l'energia mareomotriu utilitza l'energia potencial resultant a partir del desplaçament vertical de la massa d'aigua a diferents nivells o, en alguns casos, l'energia cinètica a causa dels corrents de marea. L'energia mareomotriu té com a origen les forces gravitacionals del Sol i la Lluna i com a resultat de la rotació terrestre. Altre energia alternativa d'ús limitat és l'energia geotèrmica. Aquesta és emprada en algunes zones volcàniques, com per exemple a Islàndia, que aprofiten el vapor d'aigua del subsòl en centrals tèrmiques per a obtenir electricitat.

⁷ <http://static.panoramio.com/photos/large/86923437.jpg>

COMBUSTIBLES FÒSSILS

3. Combustibles fòssils

Els combustibles són materials sòlids, líquids o gasosos que alliberen energia per mitjà de la combustió, és a dir quan cremen.



La calor generada en la reacció pot ser aprofitada directament o transformada en energia elèctrica per a facilitar el seu transport.

Hi ha dos tipus de combustibles: els combustibles fòssils i els biocombustibles.

Els combustibles fòssils són el carbó, el petroli i el gas natural. S'anomenen fòssils perquè són materials que es van formar en èpoques molt antigues de la història de la Terra, són fonts d'energia no renovable.

Els combustibles poden ser sòlids, líquids o gasosos.

			
Combustibles sòlids	Combustibles Líquids	Combustibles gasosos	Combustibles de reacció nuclear
Carbó mineral: Antracita, hulla, lignit, torba Carbó vegetal Coc Llenya Fems	Petroli: Brut, gasolina, querosè, gasoli, fuel Alcohols: Metanol, etanol Esters: Biodièsel	Hidrocarburs: Metà, età, butà, propà, benzè, acetilè, cetà	Urani 235 Plutoni 239

Atenent al seu origen hi ha dos tipus de combustibles: els combustibles fòssils i els biocombustibles.

Els combustibles fòssils són el carbó, el petroli i el gas natural. S'anomenen fòssils perquè són materials que es van formar en èpoques molt antigues de la història de la Terra. Són fonts d'energia no renovable.

3.1. Carbó i gas natural

El carbó és un mineral que es va formar per acumulació i carbonització de la matèria vegetal que va quedar submergida en zones pantanoses fa milions d'anys. Per això es diu que és un combustible fòssil. La transformació de la matèria vegetal en carbó s'anomena carbonització.

El carbó es gasta i no se'n forma de nou, i per tant és un recurs no renovable. Tot el carbó que hi ha a la Terra forma la reserva de carbó. Segons les condicions en què es va formar, és de diferents tipus i característiques distintes, Figura 6. Els principals tipus de carbó són: antracita, hulla, lignit i torba. Els dos primers van trigar més temps a formar-se i proporcionen més energia. El carbó es troba en jaciments i s'obté a les mines de carbó. Es transporta per terra, amb trens carboners, o per mar, amb vaixells carboners, a les centrals tèrmiques per a obtenir energia calorífica i convertir-la en energia elèctrica o per a altres usos.

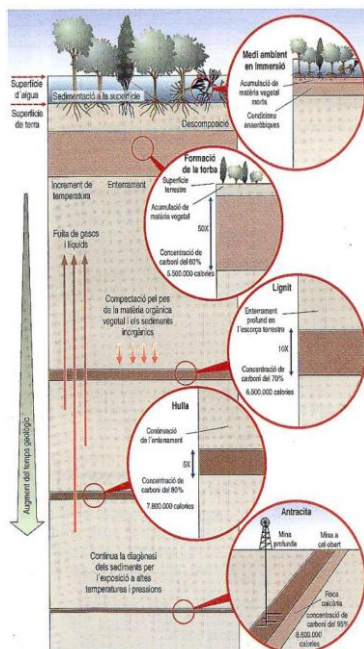


Figura 6. La formació del carbó⁸

⁸ font de la foto: <http://www.xtec.cat/iesfortpius/depart/energetico.htm>

El gas natural és un combustible gasos no renovable, perquè calen milions d'anys perquè es torni a formar. Es compon bàsicament de gas metà i altres hidrocarburs com el propà, el butà i el pentà. S'obté dels jaciments petrolífers o de trapes de gas, a vegades d'enormes dimensions. S'utilitza tal com surt del jaciment, sense transformacions posteriors. El seu transport es fa mitjançant gasoductes que passen per terra o pel fons del mar. També es pot transportar en vaixells metaners o comprimit dins bombones, en camions.



Figura 7. Imatge d'un gaseoducte⁹

3.2. El petroli

El petroli és un combustible fòssil format fa milions d'anys per acumulació, sobretot, d'organismes del plàncton de l'oceà, que va quedar recobert de sediments a gran profunditat. Els animals i les algues microscòpics que formen el plàncton es van convertir en petroli després d'estar milions d'anys soterrats, en unes condicions especials: un pes enorme al damunt, manca d'aire i temperatures molt altes. La quantitat de petroli que hi ha a la Terra s'anomena reserva de petroli i és un recurs no renovable.

⁹ Els gasoductes són unes grans conduccions que transporten el gas natural des dels països productors fins als llocs on es necessita

El petroli és un líquid d'aspecte oliós, de color fosc i amb una olor característica. És format d'una barreja de compostos químics anomenats hidrocarburs.

Els jaciments petrolífers o trampes de petroli, es troben enterrats a grans profunditats. L'extracció del petroli es fa a les torres de perforació, o derricks, unes instal·lacions que duen un gran trepant capaç d'obrir un pou que arriba fins a la trampa, d'on surt el petroli a pressió.

El petroli tal com s'extreu del pou s'anomena petroli brut. No es pot fer servir directament, sinó que s'ha d'enviar a la indústria per a separar-ne els components. De la separació dels components del petroli se'n diu refinació. Es fa mitjançant un procediment anomenat destil·lació fraccionada en unes instal·lacions que reben el nom de refineries. A la refineria el petroli transformat en gas, es fa pujar fins a uns 50 metres d'alçada dins d'una torre de destil·lació. A mesura que s'enfila es va refredant. Cada component es condensa a una temperatura diferent, de manera que al llarg de la torre es van recollint els diferents productes derivats del petroli. Els principals derivats del petroli són el fuel, el gasoli, el querosè, la gasolina i els gasos propà i butà, i també l'asfalt, les ceres i els olis lubricants.



Figura 8. Representació d'una columna de destil·lació del petroli¹⁰

¹⁰ <http://galeon.hispavista.com/elpetroleo3/img/ASDF.jpg>

BIODIÈSEL

4. Biodièsel

4.1. Els biocombustibles

El biodièsel és un biocombustible. Es parla de combustibles biològics o biocombustibles per a referir-se a materials obtinguts dels éssers vius que són cremats per a obtenir energia. Encara que de moment es fan servir poc, els biocombustibles poden permetre augmentar la producció d'energia en el futur, i alhora evitar que s'acabin els combustibles fòssils. Són fonts d'energia renovables.

La llenya és un combustible biològic que ha estat emprat des de l'antiguitat. La crema dels residus agrícoles i forestals en plantes industrials produeix l'anomenada energia de la biomassa. Els fems són un combustible corrent a l'Índia i en moltes regions pobres de la Terra.

Algunes plantes es conreen especialment per a obtenir-ne industrialment olis i alcohols, que són usats com a biocombustibles. És el cas de les plantacions de colza¹¹, cacauet¹², gira-sol¹³ i soja¹⁴, per a obtenir-ne olis. El blat de moro, la canya de sucre i la remolatxa són, en part, conreats per a obtenir-ne alcohols.

De tots els biocombustibles ens centrarem en el biodièsel per tractar-se de la font investigada en el meu treball de recerca.



¹¹ Prové de les llavors obtingudes de varietats de nap amb baix contingut d'àcid erúic. Té baix contingut d'àcids grassos saturats

¹² S'obté per premsatge mecànic i/o extracció per solvents de la llavor del cacauet

¹³ S'obté per extracció mecànica i per solvents de la llavor de gira-sol. Conté un alt percentatge de ceres que han d'eliminar-se de l'oli per un procés de desencerat.

¹⁴ S'obté de la llavor de la soja per extracció mecànica i per solvents. És un oli poliinsaturat que conté àcid linoleic (omega 6) i àcid linolènic (omega 3)

4.2. Què és el Biodièsel?

“L'ús del olis vegetals com a combustible i font energètica podrà ser insignificant avui, però amb el decurs dels temps serà tan important com el petroli i el carbó”
Rudolph Diesel (1912)

El biodièsel és un biocombustible líquid elaborat a partir de greixos animals o d'olis vegetals que poden ser ja usats o no, com el gira-sol, oli de colza, oliva, la soja...

El terme “bio” es refereix al fet de què es renovable i “dièsel” fa referència al seu ús en motors d'aquest model.

El biodièsel té les mateixes propietats que el dièsel usat en els automòbils, camions, autobusos i pot ser barrejat en qualsevol proporció amb el dièsel obtingut de la refinació del petroli.

La ASTM (American Society for Testing and Materials) defineix el Biodièsel com "l'ester monoalquílic de cadena llarga d'àcids grassos derivats de recursos renovables, com ara olis vegetals o greixos animals, per utilitzar - les en motors dièsel " .

El Biodièsel es produeix gràcies a una reacció química denominada transesterificació, que significa que el glicerol (1,2,3-propanotriol) contingut en els olis és substituït per un alcohol en presència d'un catalitzador. Un altre exemple de procés possible per a l'obtenció del Biodièsel es l'esterificació, però el mètode utilitzat comercialment és la transesterificació (també anomenada alcoholisi)

La utilització dels biocombustibles líquids (combustibles que provenen de la biomassa), entre ells el biodièsel, és tan antiga com la dels combustibles d'origen fòssil i dels motors de combustió. Fa més de 100 anys Rudolf Diesel va dissenyar el prototip del motor que porta el seu nom i el va presentar a l'Exposició Mundial de París (1900); ja estava previst que funcionés amb olis vegetals. De fet, les primeres proves es van fer amb oli de cacauet . Quan el petroli va irrompre al mercat, aquest era barat i de fàcil disponibilitat. Això va

determinar que un dels seus derivats, el gasoil, ràpidament es convertís en el combustible més utilitzat en el motor dièsel (García Ongallo et al . , 2008) .

La tècnica de transesterificació en olis vegetals va ser desenvolupada en 1853 pels britànics E. Duffy i J. Patrick amb el principal objectiu d'obtenir glicerina i utilitzar-la com a matèria primera en la producció de sabó, diversos anys abans que s'hagués inventat el motor dièsel. Aquesta tècnica va ser utilitzada primordialment per produir glicerina a partir d'olis de cacauet, marihuana i blat de moro

4.3. Història del biodièsel.

L'ús per primera vegada d'olis vegetals com a combustibles, es remunta a l'any 1900 , sent Rudolph Diesel , qui ho utilitzarà per primera vegada al motor de ignició – compressió.

Les primeres proves tècniques amb biodièsel es van dur a terme en 1982 a Àustria i Alemanya però només fins a l'any 1985 a Silberberg (Àustria), es va construir la primera planta pilot productora usant olis de llavor de raps .

L'any 1992 es va iniciar la producció a escala industrial del Biodièsel a tot Europa (Àustria, Bèlgica, França, Alemanya, Itàlia i Suècia) arribant en l'actualitat a produir-se més d'un milió de tones anuals.

Des de finals dels vuitanta en endavant plantes productores de Biodièsel van propagant-se per tota Europa. Hi ha més de 21 països amb projectes comercials de Biodièsel . El 2005 l'estat de Minnesota (EUA) va fer obligatori barrejar el gasoil amb un mínim de 2% de Biodièsel . Per al futur s'espera que aquesta regulació s'estengui a per tot el món per a la preservació del medi ambient.

4.4. Avantatges i inconvenients del biodièsel

Com a avantatges principals del seu ús podríem dir que el biodièsel:

- Es tracta d'un combustible 100% vegetal i 100% biodegradable. És una energia renovable i inesgotable, no genera residus tòxics ni perillosos.¹⁵
- No augmenta l'efecte hivernacle, el diòxid de carboni generat a la combustió és equilibrat pel consum d'aquest gas per part de les plantes cultivades per obtenir el biodièsel
- No conté sofre, per tant el problema de la pluja àcida s'elimina
- Redueix la contaminació del sòl i els riscos de toxicitat en cas d'abocaments accidentals, en ser un producte biodegradable i no tòxic
- Té un major punt d'inflamació, per tant més segur.
- Vetlla per la conservació dels recursos naturals del planeta, perquè és una font d'energia renovable
- Afavoreix el desenvolupament de les poblacions rurals que es dediquen a la producció d'aquest combustible
- És un recurs local, transformat localment i on el subproducte constitueix un excel·lent aliment per als animals.
- La seva utilització és possible en pràcticament tots els motors Diesel.
- És senzill i poc costós de produir i la seva utilització és possible en pràcticament tots els motors Diesel.

Com a inconvenients:

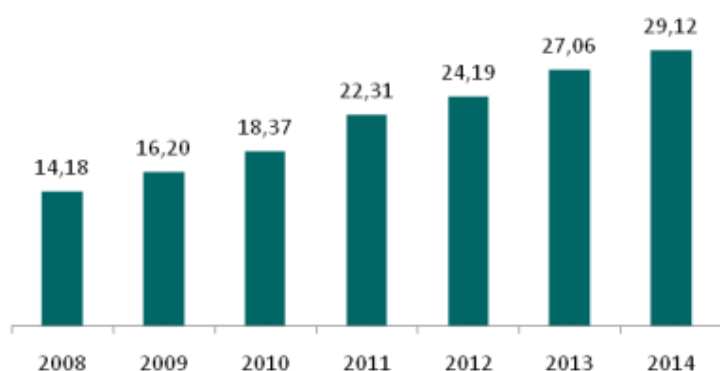
- Podria generar un augment de desforestació si es talen boscos per cultivar plantes oleaginoses

¹⁵http://revista.consumer.es/web/ca/20070501/actualidad/informe1/71528_3.php#sthash.tLkPhRBo.dpuf

- Té un poder calorífic més baix (5-10%) que el gasoil encara que el rendiment de la combustió és superior
- A baixes temperatures pot solidificar-se i obstruir els conductes
- El biodièsel és hidròfil (per tant absorbeix la humitat de l'aire) i degradable (té una data de caducitat).
- La producció de Biodièsel està lligada a una agricultura intensiva, que consumeix molt nitrogen (contaminació de les capes freàtiques), molts insecticides, fungicides i herbicides, a més empra OMG (Organismes Modificats Genèticament).

4.5. El biodièsel avui en dia

Segons l'informe elaborat en abril de 2015 d' Infinita Renewable¹⁶, empresa espanyola productora de biodièsel europea, la producció mundial de biodièsel el 2013 va ser de 27 milions de tones i s'estima que el 2014 sigui de 29 milions, el que es tradueix en un increment del 7,6%. L'augment més important va ser l'any 2008, on es va incrementar en un 65% %; a partir d'aquell any l'augment va ser més lent, Gràfica 9



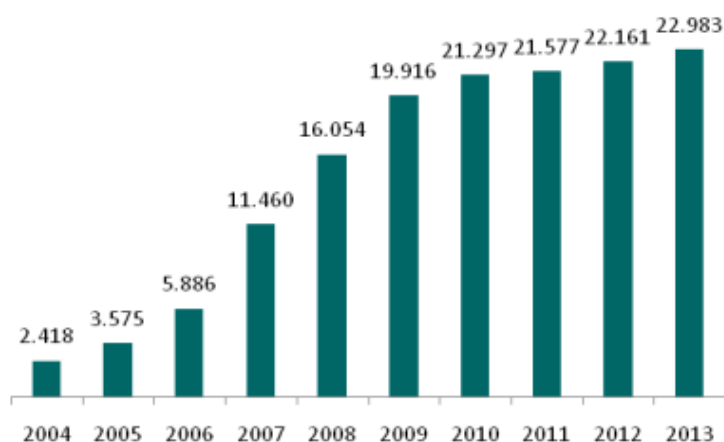
Gràfica 1. Producció mundial de biodièsel 2008-2014¹⁷ En milions de tones

Estats Units és el principal productor mundial de biodièsel amb 4.530.000 de tones el 2013. El segueixen en el rànquing Indonèsia, Brasil, Alemanya i

¹⁶ <http://www.infinita.eu/>

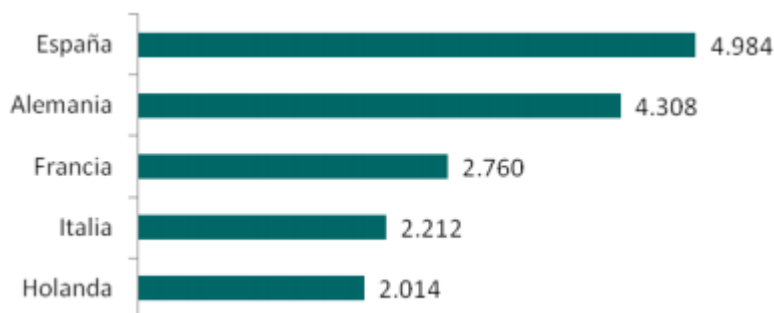
¹⁷ Oil World Statistic Update

Argentina. L'any 2013, UE va produir gairebé 23 milions de tones, el que suposa un increment del 4% respecte a 2012, Gràfica 2



Gràfica 2 Capacitat de producció de biodièsel en la UE 2004-2013¹⁸ en milers de tones

El país amb més capacitat de producció de biodièsel de la UE és Espanya (però no és el que en produeix més) amb 4,9 milions de tones el 2013, un 17% més que el 2012 (4,2). La segueixen Alemanya, França, Itàlia i Holanda. Aquests cinc països concentren el 70% de la capacitat de producció de biodièsel de la UE. Gràfica 3



Gràfica 3 Rànquing països capacitat producció biodièsel 2013¹⁹ en milers de tones

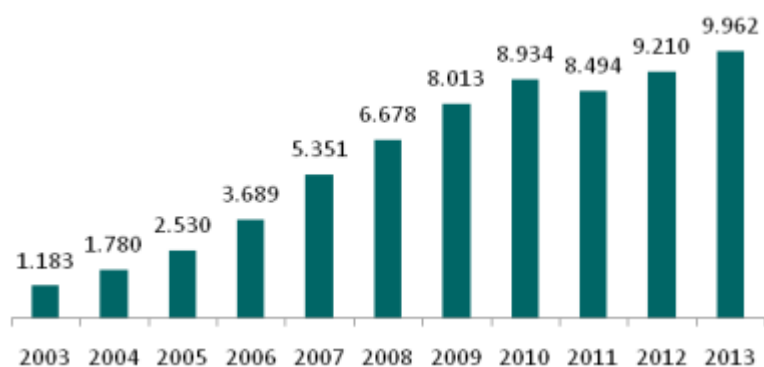
Alemanya comptava en 2007 amb una capacitat de 4 milions de tones i el 2013 se situa en les 4,3; Itàlia compta amb la mateixa capacitat (2,2 milions tones) des de l'any 2009 així com França que manté la mateixa capacitat des de 2010

¹⁸ Eurostat

¹⁹ Eurostat

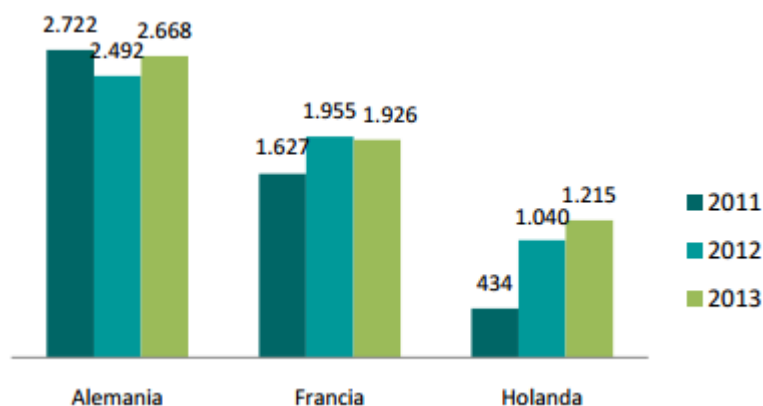
(2,7) i Holanda ha patit un lleuger descens passant de les 2,051 milions a 2.014.000 de tones.

Els països de la UE van produir un total de 9,9 milions de tones de biodièsel el 2013, un 8% més que el 2012. Gràfica 4



Gràfica 4. Producció de biodièsel a la UE (2003-2013)²⁰ en milers de tones

El major productor de la UE és Alemanya, seguit de França i Holanda. Aquests tres països concentren gairebé el 60% de tota la producció de la UE.

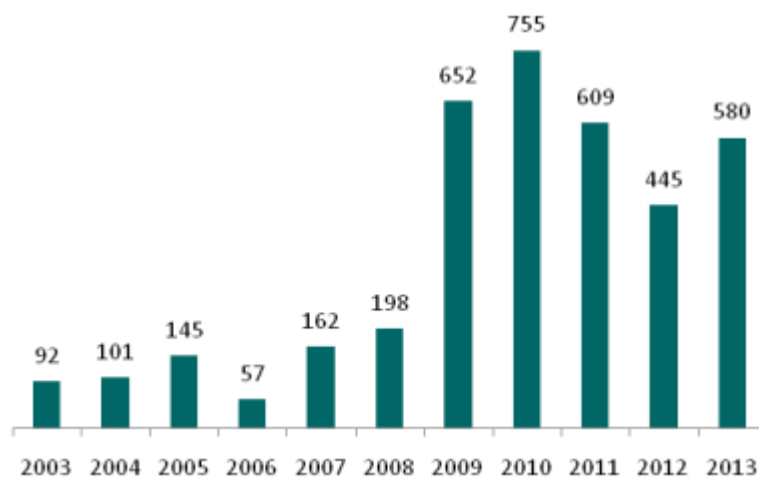


Gràfica 5. Rànquing països productors a la UE (2011-2013)²¹ en milers de tones

²⁰ Eurostat

²¹ Eurostat

Espanya ocupa el quart lloc a l' incrementar la seva producció un 30% el 2013.



Gràfica 6. Evolució producció biodièsel Espanya (2003-2013)²² en milers de tones

A Espanya la segueix Polònia amb 578.000 que manté el seu volum de producció en els nivells de 2012 mentre que Itàlia incrementa un 60% la seva producció.

²² Eurostat

PART PRÀCTICA

5. Obtenció d'oli de cacauet

5.1. Fonament

Amb l'objectiu de comprendre com s'obtenen els olis a partir de la biomassa vegetal, vam assajar l'obtenció d'oli de cacauet. L'obtenció d'oli es fa a partir de diferents mètodes (destil·lació, maceració, extracció, expressió, etc.) depenent del tipus de planta a partir de la qual s'obindrà l'oli.

El mètode que hem fet servir és l'extracció per solvent. Per fer el procés es necessita un extractor Soxhlet²³ (Figura 9 i 10).

El mètode és molt senzill, ja que únicament és necessari el muntatge de l'equip Soxhlet i després comprendre el procediment que es duu a terme una vegada l'equip està en funcionament.

El principal inconvenient d'aquest mètode és que no s'obté l'oli en estat pur, sinó que un cop realitzada la separació de l'oli de la resta del cacauet, és necessària una segona separació entre el oli i el solvent emprat. Per aquesta part utilitzem el rotavapor²⁴ (figura 11 i figura 12) .

El dissolvent emprat per tot el procediment és el diclorometà (CH_2Cl_2), amb un punt d'ebullició de 40 ° C

²³ Un extractor Soxhlet és un aparell que permet fer extraccions d'una mostra sòlida amb un dissolvent líquid a reflux i en continu. El seu funcionament es base en que a mesura que es continua escalfant el matràs inferior amb una manta calefactora, el component que es vol extreure (soluble en el dissolvent i menys volàtil que aquest) es va concentrant progressivament en el matràs inferior fins a extreure's en la seva totalitat. (https://ca.wikipedia.org/wiki/Extractor_Soxhlet)

²⁴ El rotavapor és un aparell per evaporar dissolvents a pressió reduïda La dissolució es col·loca en un matràs on es fa el buit. A més, aquest matràs gira, formant-se una pel·lícula de líquid en les parets, que al presentar més superfície s'evapora amb més facilitat

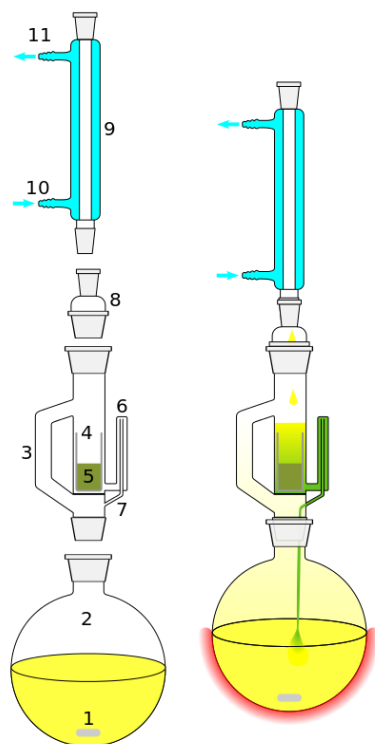


Figura 10. El muntatge del extractor

Figura 9. Representació esquemàtica d'un extractor Soxhlet

1: Agitador magnètic; 2: matràs; 3: Via de destil·lació 4: Didal 5: Sòlid 6: Sifó superior 7: Sortida del sifó 8: Adaptador d'expansió 9: Condensador 10: Entrada del circuit de refrigeració 11: Sortida del circuit de refrigeració

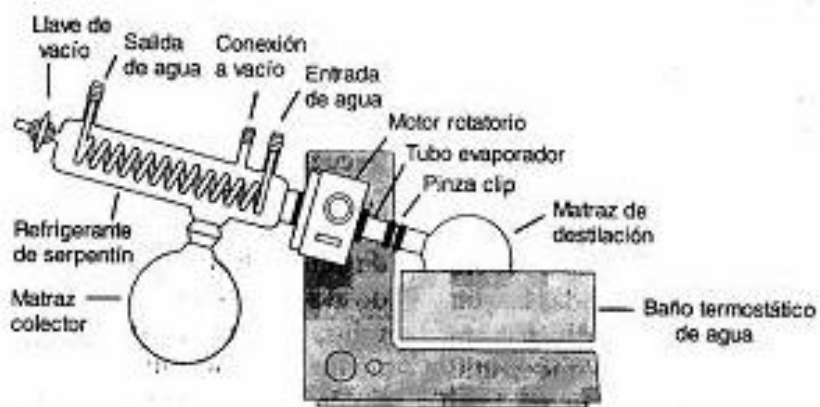


Figura 11. Representació esquemàtica d'un rotavapor



Figura 12. Rotavapor del laboratori

5.2. Procediment experimental

Per fer l'extracció hem utilitzat 72,6 g de cacauets prèviament triturats i 200 ml de diclorometà (CH_2Cl_2). El pes al final de l'extracció es de 66,47g

S'evapora el dissolvent amb el rotavapor arribant a un pes final de 24,73 g oli de cacauets. El punt d'evaporació del CH_2Cl_2 és baix i si li fem el buit és encara més baix, per tant s'evapora ràpid. L'evaporació es fa en dues fases. La primera fase és de 7 minuts i la segona de 6 minuts.

El segon cop li afegim més CH_2Cl_2 . El baló que conté l'oli es deixa en l'aparell durant 10 min per escalfar-se ja que durant la vaporització la seva temperatura baixa molt.

Afegim 200 ml de CH_2Cl_2 en el matràs rodó. Encenem la manta calefactora per escalfar el solvent, els vapors es condensaran gràcies al refrigerant i aniran caient en el didal d' extracció (paper de filtre). El vapor del solvent condensat que cau en la mostra va extraient l' oli que és soluble en aquest vapor condensat. Quan el vapor condensat amb l'oli dissolt en ell arriba al nivell del sífó, la barreja cau al matràs on es troba la resta del solvent que estem emprant. Aquest procés es repetirà durant unes hores fins que s'extregui tot l'oli

6. Fabricació del biodièsel al laboratori de l' institut

6.1. Fonament

L'obtenció de biodièsel a partir d'olis vegetals es fa en dues etapes.

La primera etapa és el condicionament de l'oli per a eliminar totes les impureses que contenen els esters triglicèrids d'àcids grassos, que són els components majoritaris i els compostos valuosos per a la preparació del biodièsel. Aquesta primera etapa comporta tres fases:

1a.- L'eliminació dels àcids grassos lliures

2a.- L'eliminació de ceres, que són esters d'àcids i alcohols de cadena llarga.

3a.- L'eliminació d'aigua

La segona fase consisteix en una transesterificació, és a dir en la conversió dels esters de glicerina dels àcids grassos en esters metàlics d'aquests àcids, que són els compostos químics que constitueixen el biodièsel.

Així doncs, el procés d'obtenció de biodièsel a partir dels olis es pot visualitzar en l'esquema de la figura xx.

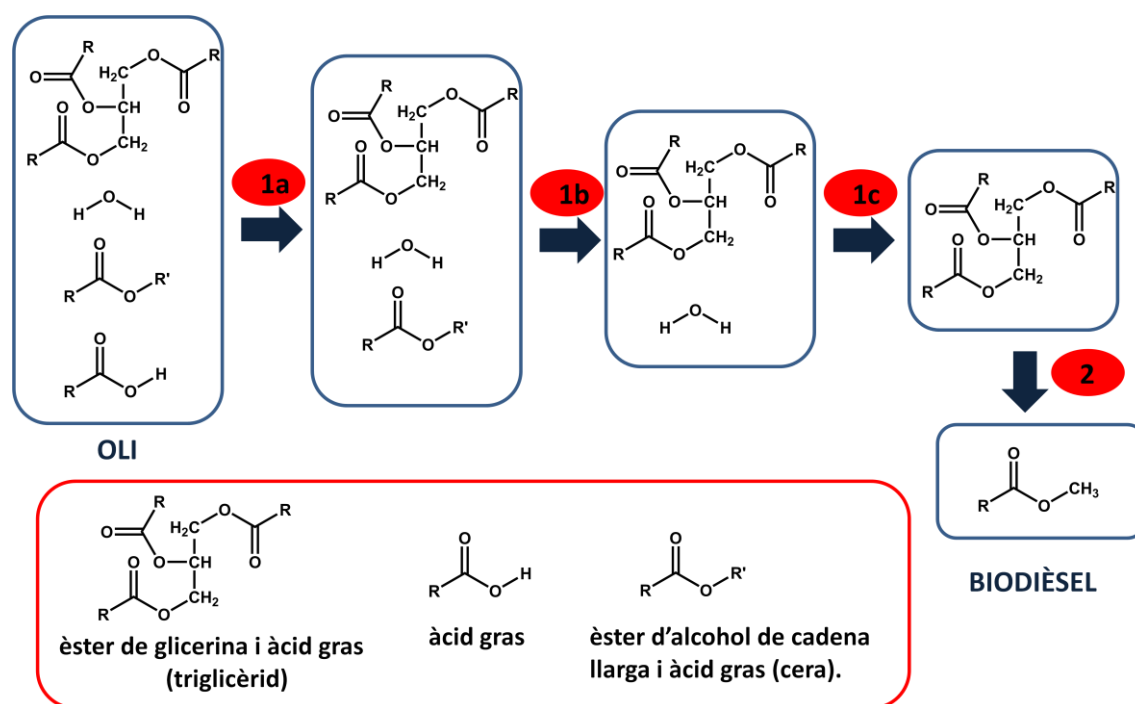


Figura 13. Esquema de l'obtenció del biodièsel

En la etapa 1a, s'eliminen els àcids grassos que són els responsables de l'acidesa dels olis. Per això es tracta l'oli amb una dissolució de NaOH, que reacciona amb els àcids per donar les seves sals sòdiques, que és el que anomenem sabons, Figura 14.

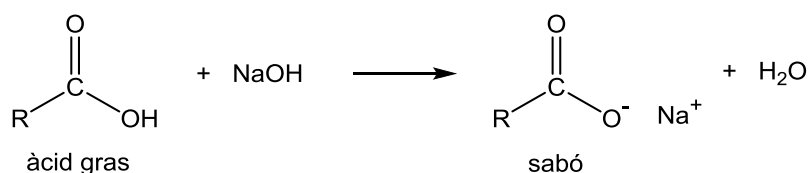


Figura 14. Formació de sabons a partir dels àcids grassos

Aquestes sals sòdiques no són solubles en l'oli i es separen en una fase diferent a la de l'oli, el que permet la seva separació.

En l'etapa 1b es separen les ceres que conté l'oli. Les ceres són esters d'àcids grassos i alcohols de cadena molt llarga: un exemple és el palmitat de hexadecanol, Figura 15.

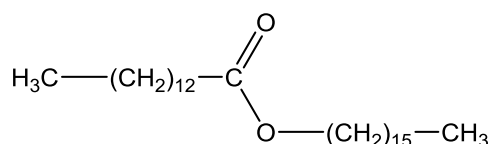


Figura 15. Estructura del palmitat de hexadecanol

Les ceres són solubles en l'oli a temperatura ambient, però precipiten a temperatures baixes. La presència d'aquestes ceres és un problema pels motors que usen biodièsel, ja que poden obstruir els injectors quan la temperatura a la que es troba el cotxe o camió baixa a l'hivern. Per eliminar les ceres es fa ús de la propietat que tenen de precipitar a baixa temperatura.

Finalment, en la darrera etapa de condicionament, 1c, s'elimina l'aigua que pugui contenir l'oli, més la que s'ha afegit a l'etapa d'eliminació dels àcids grassos. Com la temperatura d'ebullició de l'oli és molt superior a la de l'aigua, l'eliminació de l'aigua es fa per simple escalfament de l'oli a una temperatura superior als 100°C.

Un cop condicionat l'oli, s'han de convertir els esters de glicerina en esters metàlics, que són els components del biodièsel, etapa 2. Això s'aconsegueix en una reacció dels triglicèrids amb metanol, catalitzada per metanolat sòdic.

Aquest es prepara *in situ* per reacció del metanol amb NaOH. La Figura xxx mostra queta reacció pel cas d'un ester de l'àcid oleic, un component habitual de molts olis.

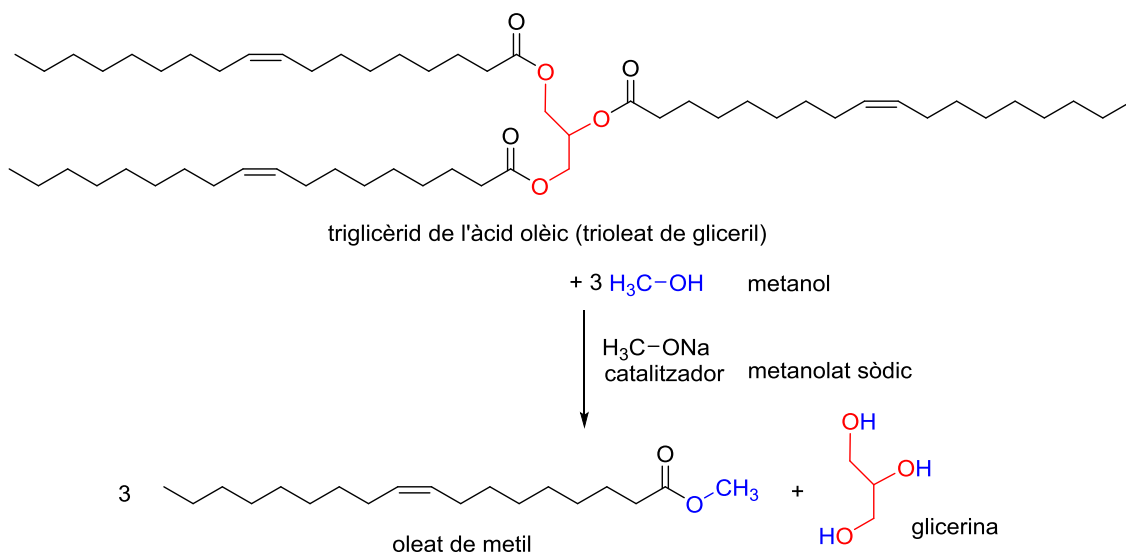


Figura xx. Reacció de transesterificació d'un ester d'àcid oleic i glicerina a oleat de metil

6.2. Procediment experimental detallat

Obtindrem biodièsel a partir de 3 olis diferents: gira-sol, oliva 1^o i usat.

PRIMERA FASE: CONDICIONAMENT DELS OLIS

Rentat (per eliminar els àcids grassos).

Per a mig litre d'oli hem utilitzat 100 mL d'aigua destil·lada i 12,5 g de NaOH. Es barregen les dues solucions i s'escalfa suaument agitant contínuament. Es deixa reposar 24h. El sabó queda en el fons del recipient. Separem el líquid per decantació amb un embut de decantació. L'oli queda lliure d'àcid.





24 h després



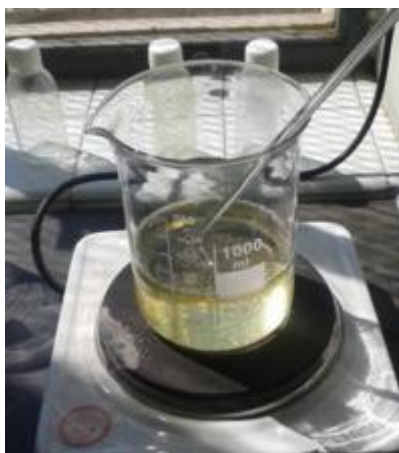
Climatització (per evitar la formació de cristalls a baixes temperatures)

Escalfem l'oli suaument, es deixa refredar a 5° C durant 24h. Es formen dues fases, la líquida és l'oli a utilitzar i la fase sòlida són els greixos saturats. Separem el líquid per decantació.





Dessecat (eliminació de l'aigua): per eliminar l'aigua escalfem a 70-80 ° C durant una hora. Al final de l'operació el líquid queda transparent.

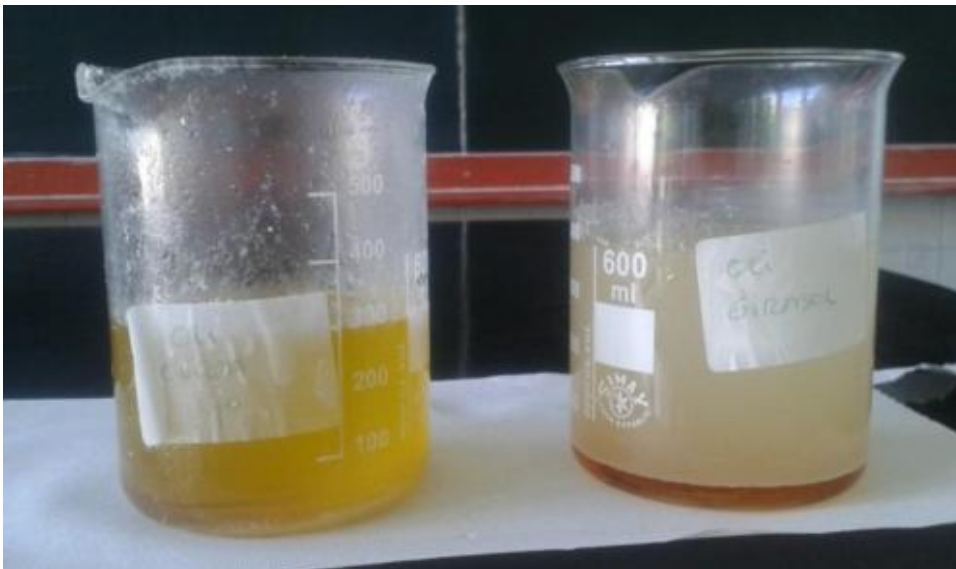


SEGONA FASE: ELABORACIÓ DEL BIODIESEL

Escalfem la quantitat obtinguda de cada oli (400 mL d'oli girasol i 300 mL d'oli oliva) amb una solució de metanolat de sodi. La dissolució s'ha format barrejant 3,5 g de NaOH amb 200 mL de metanol (reacció exotèrmica), que és la quantitat necessària per a un litre d'oli. Fent els càlculs pertinents a l'oli de girasol li hem afegit 80 mL de solució i al d'oliva 60 mL.

La barreja s'ha de fer amb molta precaució, tirant el líquid poc a poc i agitant contínuament.

Deixem reposar 24 h. En acabar s'observen dues capes: la superior de biodièsel i la inferior de glicerina i metanol)



Separem la part superior per decantació i la introduïm en un recipient de vidre



7. Anàlisi dels biodièls per cromatografia de gasos acoblada a espectroscòpia de masses.

7.1. Fonament

Els àcids grassos que contenen els esters de glicerina que es troben en els olis vegetals o animals depenen molt de l'origen d'aquests olis. Per tant, la composició dels biodièls dependrà de l'oli o greix emprat en la seva fabricació.

Alguns dels àcids grassos mes freqüents es troben representats en la Figura xx.

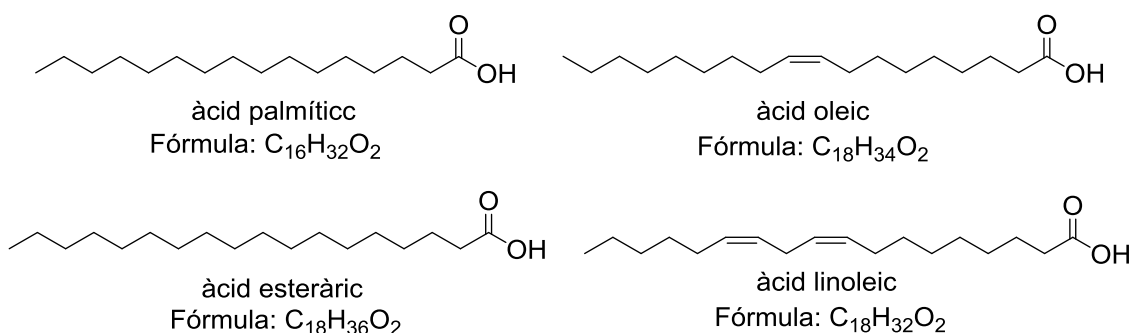


Figura xxx. Exemple d'àcids grassos comuns. Cada vèrtex representa un carboni amb els hidrògens necessaris per a completar la tetravalència.

La cromatografia de gasos (GC per Gas Chromatography en anglés) i en particular la cromatografia de gasos acoblada a espectrometria de masses (GC-MS per Mass Spectrometry) permeten identificar i quantificar la composició dels biodièls, és a dir, identificar els esters metílics dels biodièls que el componen.

La cromatografia és una tècnica que permet la separació dels productes d'una mescla. Com en qualsevol cromatografia, en la GC existeix una fase mòbil que és en aquest cas un corrent d'heli i una fase estacionària que és una columna capil·lar de 30 m de llargària i 0.32 mm de secció, recoberta interiorment d'un polisiloxà, vulgarment silicona, que es un compost polimèric amb unitats $-Si(CH_3)_2O-$.²⁵

²⁵ https://ca.wikipedia.org/wiki/Cromatografia_de_gasos

La figura 14 mostra un esquema d'un aparell de GC.

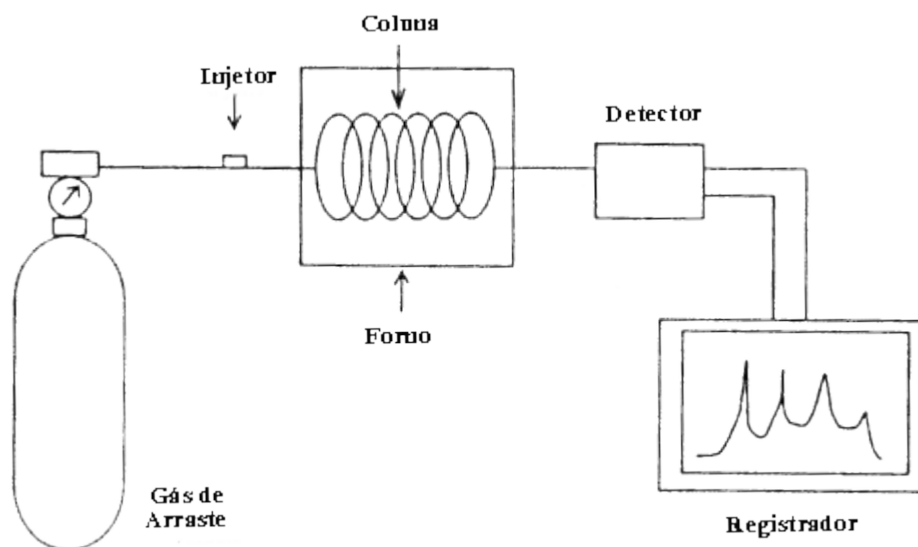


Figura 14. Esquema d'un part de cromatografia de gasos (GC)

A banda de la columna, que es troba en un forn termostatitzat, l'aparell consta d'un injector, un detector i un registre. L'injector està a una temperatura superior a la de la columna i així en injectar la mostra dissolta en un dissolvent, aquesta es vaporitza i entra en la columna en forma de vapor.

El principi de la GC és el mateix que el d'altres cromatografies. Quan la mescla de components és arrossegada per la fase mòbil, que en el cas de l'aparell de GC emprat és gas He, els components de la mescla interaccionen amb la fase estacionària i queden diferentment retinguts sobre aquesta. Això provoca que cada compost surti pel final de la columna a un temps diferent comptat a partir de la injecció de la mescla. Aquest temps, característic per unes condicions de treball concretes, es denomina temps de retenció de cada component o abreviadament R_f . El detector està disposat al final de la columna i genera un senyal per a cada component, que és proporcional a la quantitat de component present a la mostra. Finalment, el senyal es transmet al registre.

En la GC convencional és possible reconèixer els diferents components usant patrons, a partir dels quals podem saber el temps de retenció de cada compost i comparant amb els de la mescla. Així, en el cas del biodièsel hauríem de disposar de mostres pures d'esters metílics de diferents àcids grassos i

determinar el seu temps de retenció en la columna i després comparar aquests temps amb els que trobem en la mostra de biodièsel.

El GC-MS representa una avantatge, ja que el detector està constituït per un espectròmetre de masses.²⁶ Aquest és un dispositiu que bombardeja cada component que surt per la columna amb un feix d'electrons provocant l'ejecció d'un dels electrons de la molècula, que forma així un catió gasos $M^+(g)$, aquest catió és inestable i es fragmenta en un catió més petit $M_1^+(g)$ i una molècula neutre M , de manera que la suma de les masses d'aquests dos és igual a la massa de $M^+(g)$. La fragmentació o trencament de $M^+(g)$ es pot produir en diferents enllaços generant diferents combinacions de cation i molècules neutres. A la vegada, els cations produïts en la fragmentació poden tornar trencar-se generant altres cations més petits. Així, cada molècula o espècie química genera per l'impacte del feix electrònic un conjunt de cation de diferent massa, que és el que anomenem l'espectre de masses del compost, que és específic i diferent per cada compost, Figura 15

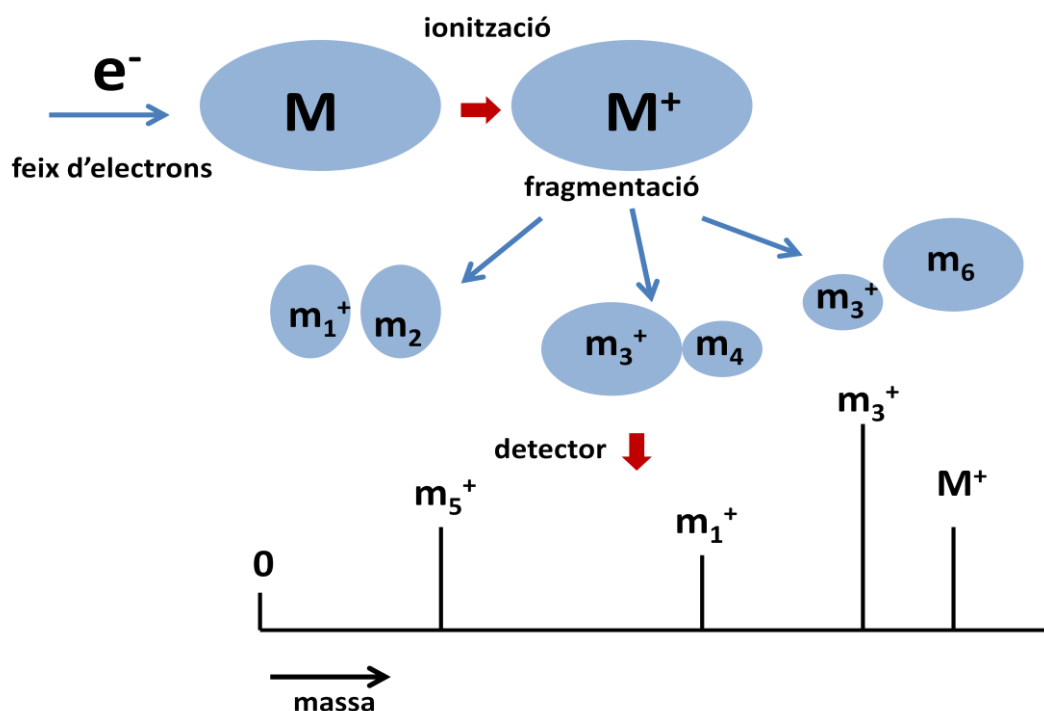


Figura 15. Esquema de la fragmentació d'una molècula en un espectròmetre de masses

²⁶ <https://experimentacioliure.wordpress.com/altres-materials/introduccio-a-lanalisi-espectroscopica-al-batxillerat/espectrometria-de-masses/>

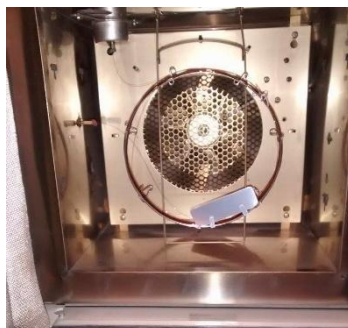
Cal fer notar que, depenent de l'estabilitat del catió inicial, és a dir el de massa igual a la molècula, aquest pic pot aparèixer o no a l'espectre de masses. Si ho fa, aquest pic, anomenat "pic molecular", és òbviament el de major massa molecular, ja que la resta provenen de la fragmentació d'aquest. Quan aquest pic molecular apareix, la identificació de la molècula acostuma a ser més fàcil, ja que coneixem la seva massa molecular. No obstant, fins i tot si no apareix, els aparells disposen d'una llibreria digital que recull centenars de milers d'espectres de masses de compostos coneguts. D'aquesta forma, utilitzant la potencia de l'ordinador que gestiona l'aparell de GC-MS, és possible en un pocs segons, identificar el compost de la mescla, per comparació de l'espectre de masses obtingut amb els que existeixen a la llibreria de l'instrument.

7.2. Procediment experimental

S'agafen uns mil·lilitres d'oleat de metil de cada mostra i es posa en un recipient petit (especial per les cromatografia de gasos) amb l'ajuda d'una pipeta Pasteur. Se li afegixen 1 o 2 mL d'un dissolvent, que en aquest cas és el diclorometà (CH_2Cl_2), el recipient es tapa i s'agita per facilitar la homogeneïtzació de la dissolució..



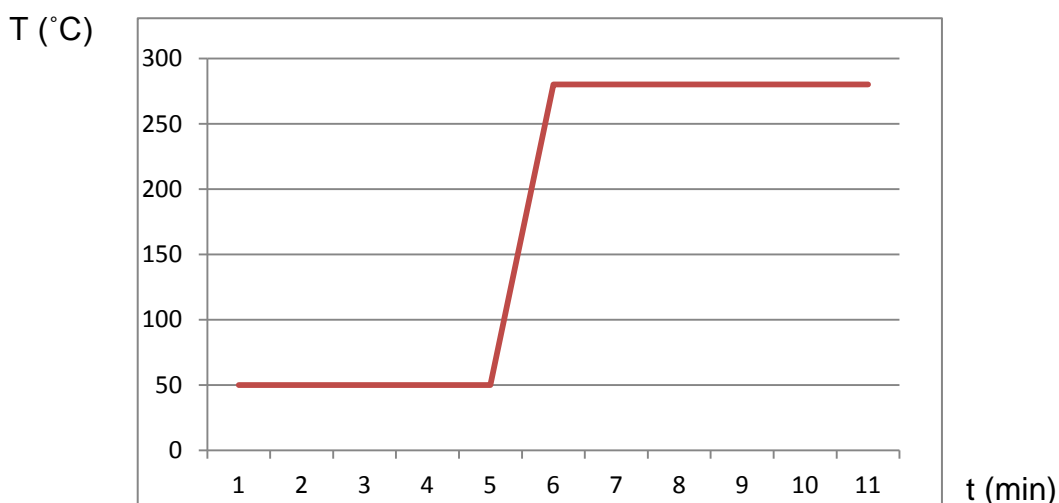
Amb una xeringa especial per a mesurar volums molt petits s'agafa 1 microlitre de la dissolució i s'injecta a l'aparell



Per analitzar els compostos (gasos) que formen el biodièsel s'ha de programar l'ordinador triant un mètode.

Per analitzar els compostos (gasos) que formen el biodièsel s'ha de programar l'aparell de GC escollint un programa de temperatures pel forn on es troba la columna. Aquesta temperatura del forn es fonamental per assegurar la separació dels components (quan més baixa la temperatura millor és la separació) i també per evitar que els tems de retenció siguin molt llargs (els temps de retenció disminueixen quan augmentem la temperatura).

El mètode emprat per a separar els components dels biodièsel és d'una temperatura inicial de 50°C que es manté durant 5 minuts. Després es puja a una velocitat de 20°C /min fins a 280°C i es manté a aquesta temperatura durant 5 min, Gràfica 6



Gràfica 6. Programa de temperatures del forn emprat per a la separació de biodièsel mitjançant GC

7.3. Anàlisi del biodièsel per cromatografia de gasos

La finalitat d'aquest mètode és poder determinar quantitativament i qualitativament els components de la mostra. Per a la caracterització dels components es pot emprar el temps de retenció, però en aquest cas s'ha fet servir l'espectrometria de masses. La proporció de cada component present a la mescla s'ha determinat a partir de les àrees dels pics corresponents.

7.3.1. Biodièsel obtingut a partir de l'oli d'oliva

DADES DE LA MOSTRA:

i1506291

NOM:

MÈTODE:

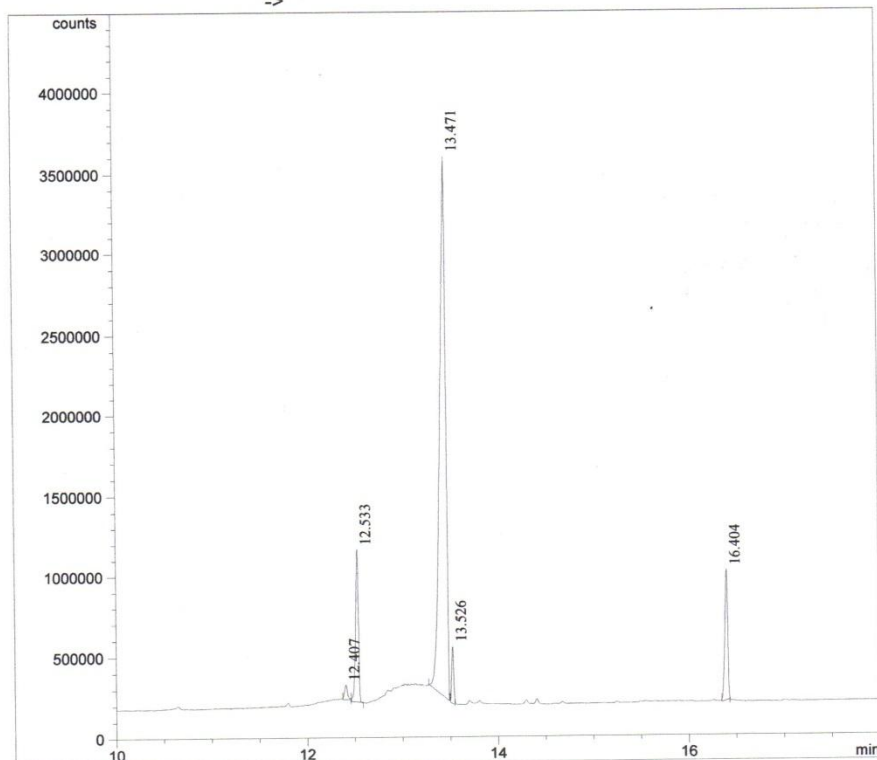
DATA D'ADQUISICIÓ: 29/06/15 12:31:36

DANI3.M

biodiesel oliva.

CH2Cl2

dani3



Peak	RT	Type	Width	Area	Area%
	[min]		[min]		
1	12.407	MM	0.037	200446.656	1.076
2	12.533	MM	0.034	1951325.250	10.473
3	13.471	MM	0.071	1.426e7	76.549
4	13.526	MM	0.024	504108.906	2.706
5	16.404	MM	0.035	1713418.375	9.196

Figura 16. Cromatograma del biodièsel d'oli d'oliva

La figura anterior mostra que hi ha cinc components importants en aquest biodièsel, tot i que un dels components suposa el 76,5% en mols del total del biodièsel. La Taula 1 recull aquestes dades i la identificació de cada pic realitzada mitjançant els espectres de masses corresponents a cada component, per comparació amb la llibreria d'espectres, tal com s'ha explicat anteriorment.

R _f (min)	% (mol)	Identificació per MS
12,407	1,0	Palmitat de metil (C ₁₇ H ₃₄ O ₂)
12,533	10,5	Àcid oleic (C ₁₈ H ₃₄ O ₂)
13,471	76,5	Oleat de metil (C ₁₉ H ₃₆ O ₂)
13,526	2,7	Àcid esteàric (C ₁₉ H ₃₈ O ₂)
16,404	9,2	Solanesol (C ₄₅ H ₇₄ O)

Taula 1. Composició del biodièsel obtingut a partir d'oli d'oliva

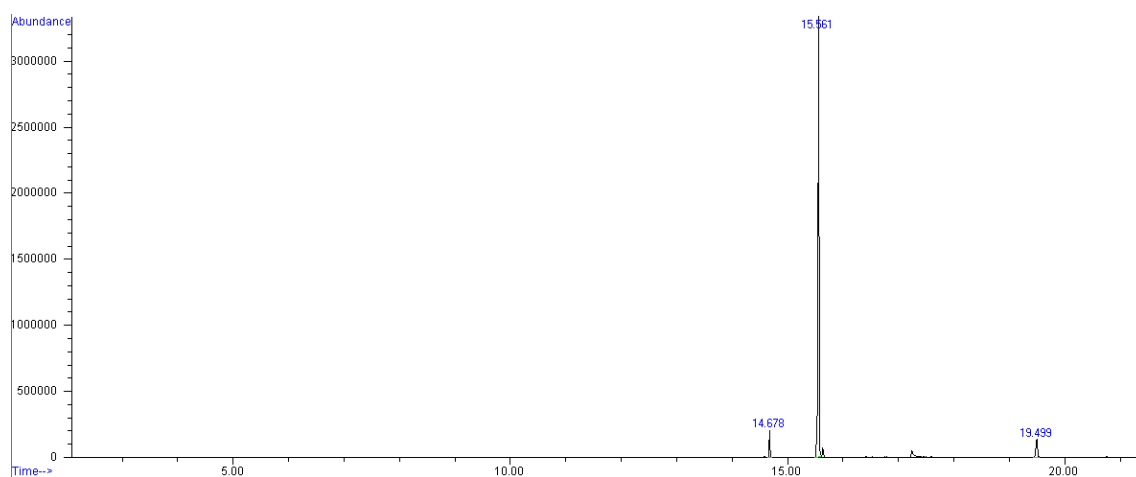


Figura 17. Espectre de masses del biodièsel de l'oli d'oliva

A títol d'exemple es mostren en la Figura 18, l'espectre de masses del pic majoritari i l'espectre corresponent del compost de la biblioteca digital de l'aparell, que ha premés la seva identificació.

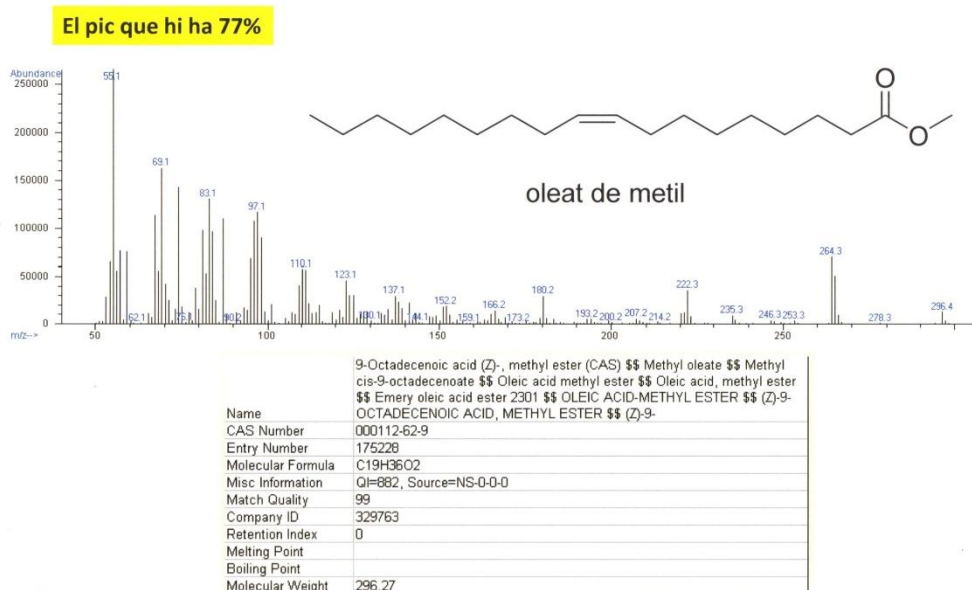


Figura 18. Espectre de masses del pic majoritari (oleat de metil)

Interpretació: El 77% de l'oli d'oliva analitzat és oleat de metil, la seva fórmula molecular és $C_{19}H_{36}O_2$ i el pes molecular és 296,27. La seguretat en la predicció del compost és d'un 99%

També analitzem el compost de percentatge 1% i segons l'espectre deduïm que es tracta de palmitat de metil, de fórmula molecular $C_{17}H_{34}O_2$ i pes molecular 270,26. La seguretat en la predicció del compost és d'un 97%

Caracterització per espectroscopia de masses

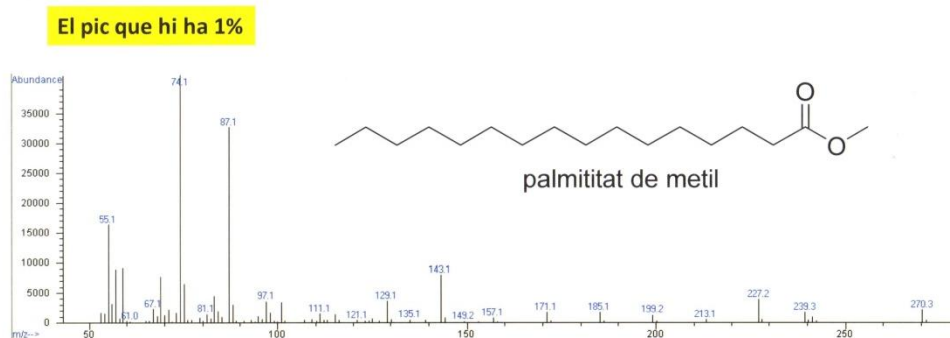


Figura 19. Espectre de masses del pic majoritari (oleat de metil)

Name	Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) \$\$ Methyl palmitate \$\$ Methyl hexadecanoate \$\$ Methyl n-hexadecanoate \$\$ Uniphat A60 \$\$ Metholene 2216 \$\$ Palmitic acid methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ PALMITIC ACID-
CAS Number	000112-39-0
Entry Number	153608
Molecular Formula	C17H34O2
Misc Information	QI=900, Source=NS-0-0-0
Match Quality	97
Company ID	329102
Retention Index	0
Melting Point	
Boiling Point	
Molecular Weight	270.26

7.3.2. Biodièsel obtingut a partir de l'oli de gira-sol

DADES DE LA MOSTRA:

i1506302

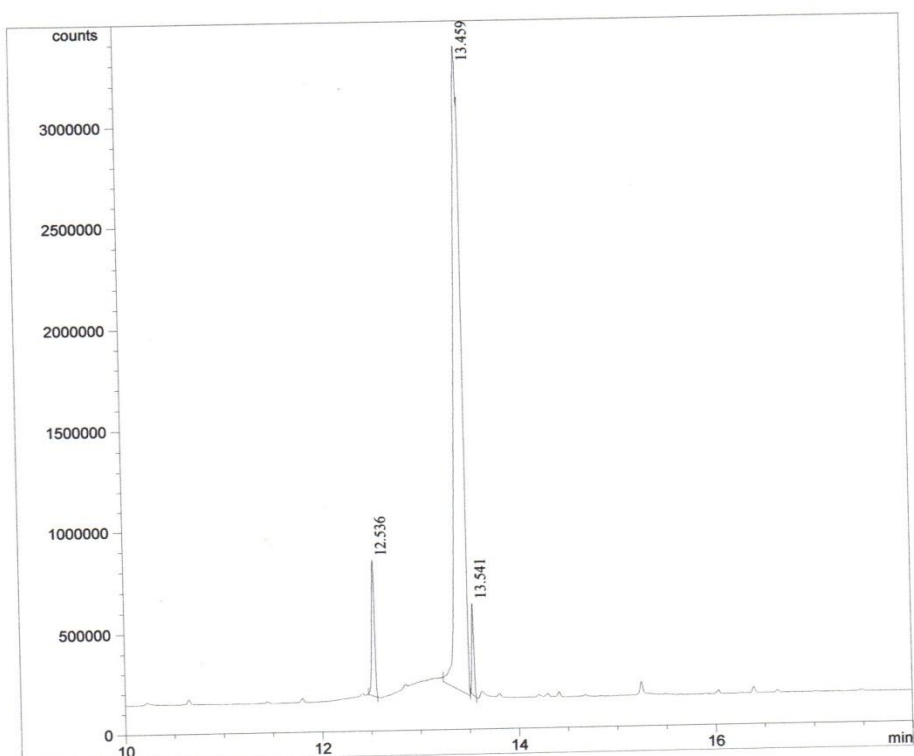
NOM: MÈTODE:

DATA D'ADQUISICIÓ: 30/06/15 12:36:41

DANI3.M

biodiesel. girasol

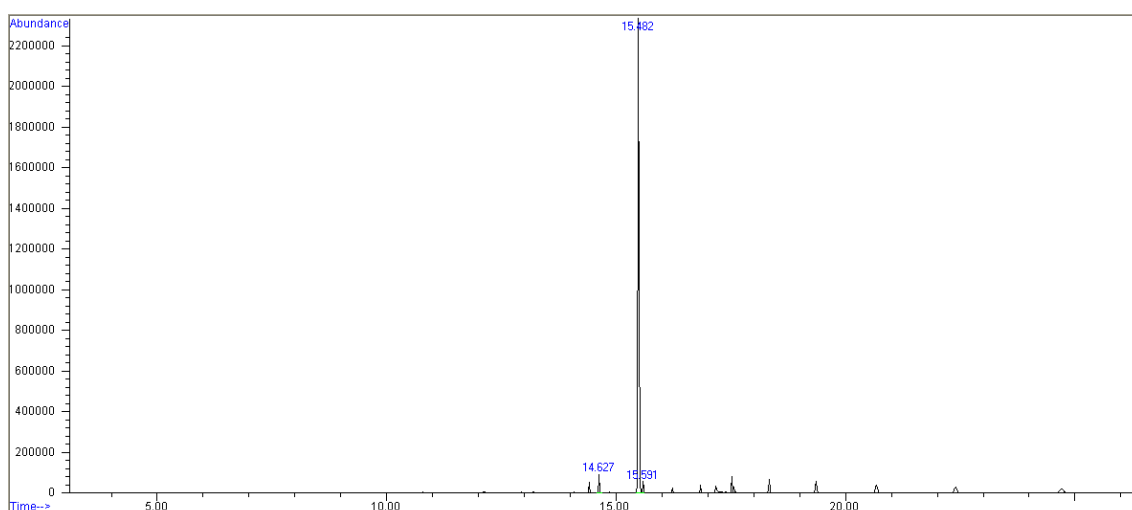
CH2Cl2



Peak	RT	Type	Width	Area	Area%
	[min]		[min]		
1	12.536	MM	0.033	1349736.625	6.777
2	13.459	MM	0.093	1.790e7	89.865
3	13.541	MM	0.024	668766.500	3.358

Figura 20. Cromatograma del biodièsel de l'oli de gira-sol

Figura 21. Espectre de masses



peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	14.627	2215	2224	2240	M	91616	943792	2.68%	2.554%
2	15.482	2382	2389	2403	M2	2344073	35260989	100.00%	95.431%
3	15.591	2404	2410	2418	M2	54576	744395	2.11%	2.015%

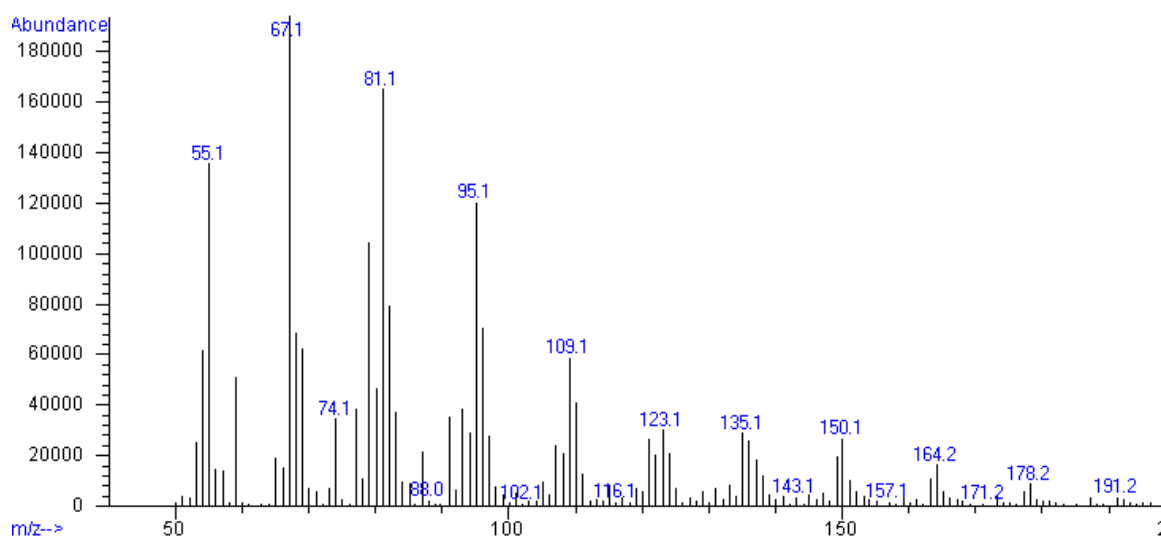


Figura 21. Espectre del pic en el minut 15.482

Name	8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester (CAS) \$\$ METHYL 8,11-OCTADECADIENOATE
CAS Number	056599-58-7
Entry Number	173618
Molecular Formula	C19H34O2
Misc Information	QI=894, Source=NS-0-0-0
Match Quality	99
Company ID	298923
Retention Index	0
Melting Point	
Boiling Point	
Molecular Weight	294.26

R _f (min)	% (mol)	Identificació per MS
12536	6,8	Àcid palmític (C ₁₇ H ₃₄ O ₂)
13459	89,9	Linoleat de metil (C ₁₉ H ₃₄ O ₂)
13541	3,4	Acid esteàric (C ₁₉ H ₃₈ O ₂)

Taula 2. Composició del biodièsel obtingut a partir d'oli de gira-sol

7.3.3. Biodièsel obtingut a partir de l'oli usat

DADES DE LA MOSTRA:

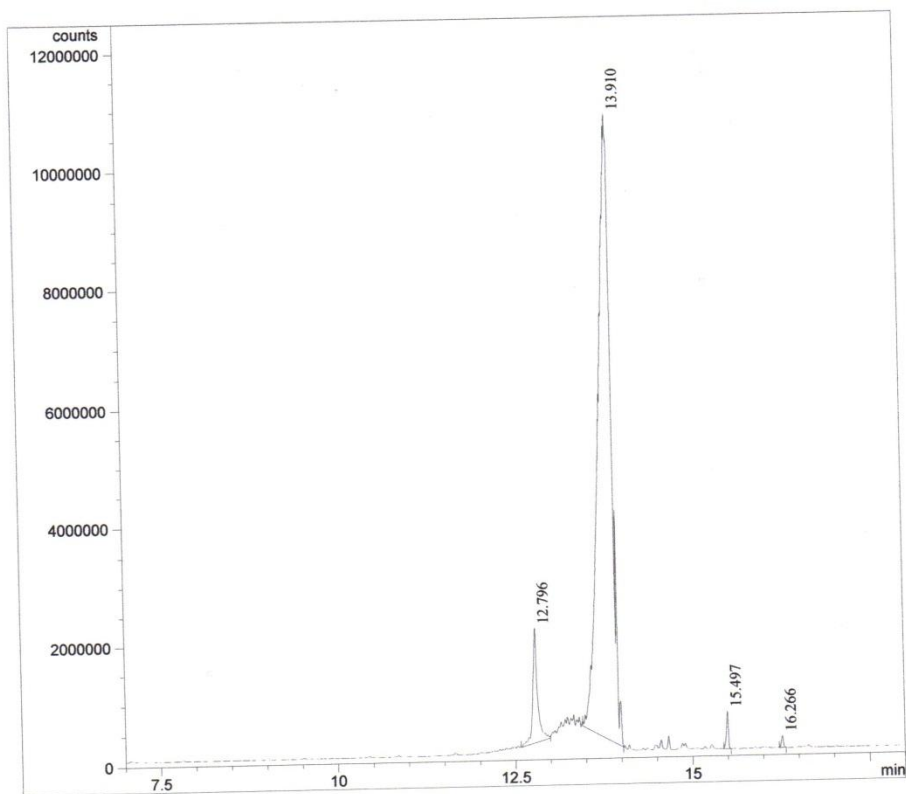
i1507021

NOM: MÈTODE:

DATA D'ADQUISICIÓ: 2/07/15 14:09:10

DANI3.M

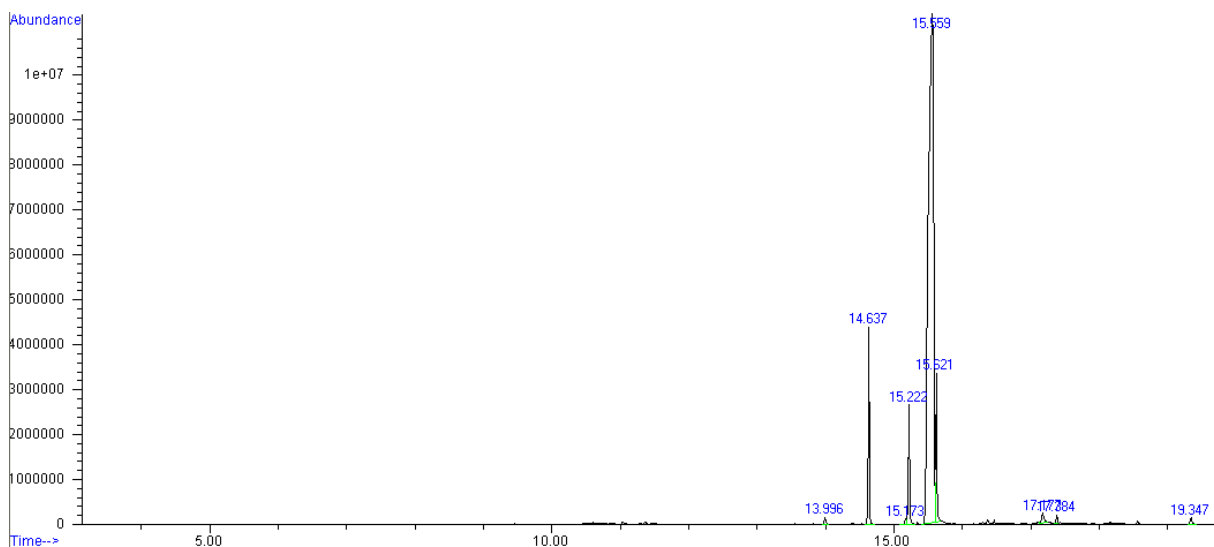
oli usat



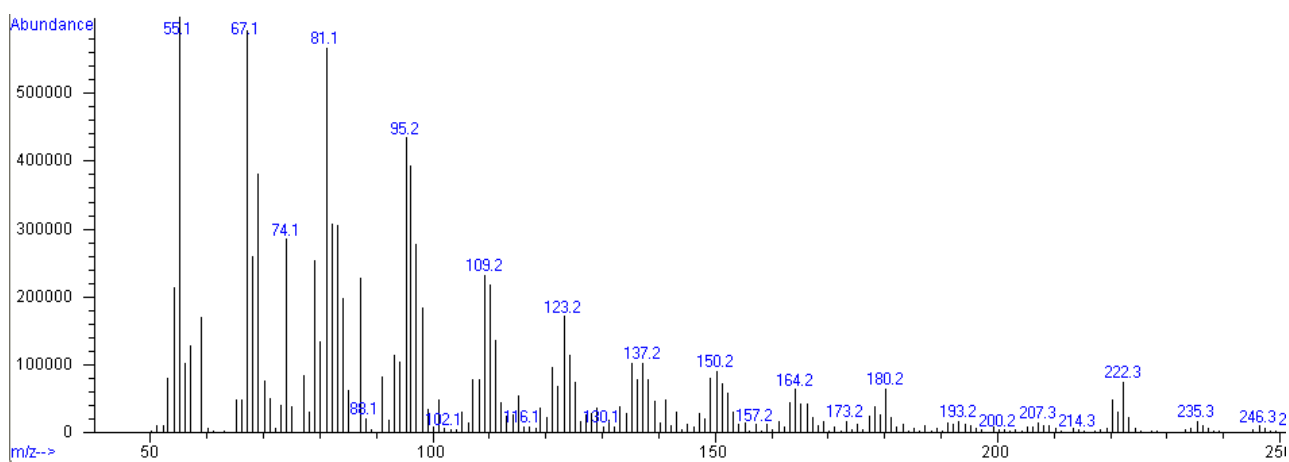
Peak	RT	Type	Width	Area	Area%
	[min]		[min]		
1	12.796	MM	0.076	8784635.000	6.259
2	13.910	MM	0.205	1.300e8	92.611
3	15.497	MM	0.032	1193841.250	0.851
4	16.266	MM	0.033	392637.719	0.280

Figura 22. Cromatograma del biodièsel obtingut a partir de l'oli usat

Figura 23. Espectre de masses de l'oli usat



peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. %	% of max.	% of total
1	14.637	2216	2226	2236	BB	4118568	44120233	7.30%		6.098%
2	15.222	2324	2339	2352	BB	2585646	32666992	5.41%		4.515%
3	15.559	2375	2404	2412	BV 6	11299622	604104575	100.00%		83.498%
4	15.621	2412	2416	2435	VB	3236392	42602905	7.05%		5.888%



Name	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester (CAS) \$\$ Methyl linoleate \$\$ METHYL CIS-9,CIS-12-OCTADECADIENOATE \$\$ Methyl octadecadienoate \$\$ Linoleic acid methyl ester \$\$ Linoleic acid, methyl ester \$\$ Methyl cis,cis-9,12-octadecadienoate \$\$ Methyl 9-ci
CAS Number	000112-63-0
Entry Number	173647
Molecular Formula	C19H34O2
Misc Information	QI=1000, Source=W-8-222-16, WLN=6U3U8VO1 -CC
Match Quality	99
Company ID	77304
Retention Index	0
Melting Point	
Boiling Point	
Molecular Weight	294.26

Espectre del pic majoritari en el minut 15.559

R _f (min)	% (mol)	Identificació per MS
12796	6,3	Àcid palmític (C ₁₇ H ₃₄ O ₂)
13910	92,6	Àcid oleic (C ₁₉ H ₃₆ O ₂)
15497	0,85	Linoleat de metil (C ₁₉ H ₃₄ O ₂)
16266	0,28	Àcid esteàric (C ₁₉ H ₃₈ O ₂)

Taula 3. Composició del biodièsel obtingut a partir d'oli usat

CONCLUSIONS

8. Conclusions

El meu objectiu principal en aquest treball era obtenir biodièsel a partir de diferents olis i analitzar-los per tal de conèixer la seva qualitat.

He elaborat tres productes a partir d'oli d'oliva d'1^o, oli de gira-sol i oli usat. També vaig intentar fabricar-ne un a partir d'oli de cacauet però no el vaig poder analitzar perquè es va saponificar, per tant al laboratori de la UAB he pogut analitzar tres mostres elaborades a l'institut.

Podria resumir les conclusions més rellevants assolides a partir del treball en els punts següents:

- El biodièsel representa una alternativa als altres combustibles fòssils amb avantatges significatives però amb algun inconvenient tal com he citat a la memòria del treball
- El procés de preparació i anàlisi del biodièsel és relativament simple si es disposa de l'equipament adient comparat per exemple amb una instal·lació petroquímica
- El fet de poder obtenir biodièsel a partir d'oli usat m'ha fet pensar en l'avantatge que això suposa pel fet de conscienciar a la gent en el reciclatge.
- És molt important disposar d'aparells que permetin identificar substàncies
- M'ha fet reflexionar sobre el dilema que ha sortit a alguns documents que he llegit. Aquest dilema es tracta del com fer servir el conreu de oleaginoses, si per a alimentar a la població o per a produir energia. Per exemple, el conflicte que es dona al Brasil on diversos boscos van ser desforestats amb la finalitat de cultivar aquestes plantes dedicades a la producció del biodièsel
- Ara per ara, el biodièsel no pot reemplaçar els combustibles fòssils, però podria ser una alternativa molt interessant en alguns països

Respecte de les conclusions en l'elaboració del treball valoro com a molt positiva l'experiència viscuda durant el mes de juliol a la Universitat Autònoma de Barcelona, fet que em va iniciar en el coneixement científic des d'un punt de

vista pràctic i també va permetre que em relacionés amb estudiants i professors universitaris ajudant-me en la meva orientació professional.

També he après que l'organització és molt important, s'ha de treballar d'una manera constant i no deixar-s'ho tot pel final tot i que a segon de batxillerat amb els exàmens és una mica difícil.

Respecte de la bibliografia a la part teòrica he utilitzat principalment informació d'internet, ja que no he trobat cap llibre que tracti només de biodièsel sinó que la majoria parlen dels biocombustibles i el biodièsel el tenen com a un subapartat. Per a la part pràctica he utilitzat el material lliurat pel tutor de la universitat.

M'hagués agradat utilitzar com matèria primera oli de cacauets amb la finalitat de comparar el seu procés amb el dels altres olis però no he pogut per motius de temps.

Com sempre hi ha coses que no he pogut però que m'hagués agradat com per exemple fer una investigació més extensiva sobre el biodièsel, elaborar algun apartat dedicat als altres biocombustibles , fer unes enquestes, en el meu institut, sobre els hàbits del reciclatge a les llars i elaborar una estadística. estudiar la viabilitat del biodièsel per a substituir al dièsel, comparar el cost de procés de fabricació d'ambdós combustibles... però penso que tot això poden ser idees per a futurs treballs de recerca.

Animo a qualsevol persona que estigui buscant un tema pel seu treball de recerca que continuï aquest , i que pot disposar del meu contacte per a qualsevol aclariment o ajut.

BIBLIOGRAFIA

9. Bibliografia

Pàgines web

http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_quickfaq&view=items&cid=4%3Afaq-biocombustibles&id=4%3Aicuales-son-las-ventajas-y-las-desventajas-de-usar-biodiesel-en-lugar-de-diesel&Itemid=181

[última consulta el 07/08/2015]

<http://www.berkeleybiodiesel.org/efficiency-biodiesel-fuel.html>

[última consulta el 07/08/2015]

<http://www.emol.com/noticias/tecnologia/2011/09/13/503190/murio-inventor-del-biodiesel-dejando-como-polemica-herencia-conflicto-entre-ambiente-y-alimentos.html>

[última consulta el 07/08/2015]

<https://www.youtube.com/watch?v=iSFm-sFS11s>

[última consulta el 07/08/2015]

<https://www.youtube.com/watch?v=e8RzUUNBBEQ>

[última consulta el 07/08/2015]

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lhr/gonzalez_r_m/preliminar.pdf

[última consulta el 13/08/2015]

<http://www.statista.com/statistics/271472/biodiesel-production-in-selected-countries/>

[última consulta el 13/08/2015]

www.recerca.cat

[última consulta el 23/08/2015]

www.biodiesel.wordpress.com

[última consulta el 23/08/2015]

www.editorialterracota.com

[última consulta el 23/08/2015]

<http://www.expur.ro/ro/biodiesel>

[última consulta el 01/09/2015]

<http://jurnalul.ro/bani-afaceri/economia/motorina-din-gradina-romania-produce-deja-sute-de-mii-de-litri-de-biodiesel-8060.html>

[última consulta el 01/09/2015]

<https://ro.wikipedia.org/wiki/Biodiese>

[última consulta el 01/09/2015]

<http://www.naturalist.ro/viata-si-sanatate/biodieselul-si-implicatiile-ecologice-1/>

[última consulta el 22/09/2015]

<http://ellenamihaela.blogspot.com.es/2011/10/energii-alternative.html>

[última consulta el 22/09/2015]

<http://www.evz.ro/tag/combustibili>

[última consulta el 10/10/2015]

<http://xtec.gencat.cat/ca/curriculum/batxillerat/treballrecerca/>

[última consulta el 19/10/2015]

<http://www.xtec.cat/iesfortpius/depart/energetico.htm>

[última consulta el 28/10/2015]

<http://www.rosariobioenergysa.com/novedades/la-produccion-y-exportacion-de-biodiesel-subio-y-sus-ventas-internas-disminuyeron>

[última consulta el 06/11/2015]

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4844914>

[última consulta el 06/11/2015]

http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/47991/PJ_20090033601.pdf?sequence=1

[última consulta el 06/11/2015]

<http://www.biodieselpain.com/que-es-el-biodiesel/#Definicion>

[última consulta el 06/11/2015]

<http://www.ersilia.org/canalrecerca/documents/treballs/biocombustibles.pdf>

[última consulta el 07/11/2015]

<http://www.biodisol.com/biodiesel-que-es-el-biodiesel-definicion-de-biodiesel-materias-primas-mas-comunes/>

[última consulta el 07/11/2015]

<http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.CRNW.ZS/countries?display=map>

[última consulta el 14 /12/2015]

<http://energyatlas.iea.org/?subject=-1076250891>

[última consulta el 14 /12/2015]

https://ca.wikipedia.org/wiki/Biodi%C3%A8sel#Situaci.C3.B3_actual

[última consulta el 16/12/2015]

http://w110.bcn.cat/portal/site/MediAmbient/menuitem.37ea1e76b6660e13e9c5e9c5a2ef8a0c/?vgne_xtoid=3a34b16187f5d210VgnVCM10000074fea8c0RCRD&lang=ca_ES

[última consulta el 21/12/2015]

<http://www.xtec.cat/~amarti/projecte/energia.html>

[última consulta el 21 /12/2015]

<http://www.xtec.cat/iesfortpius/depart/energetico.htm>

[última consulta el 21 /12/2015]

<http://scientia.ro/univers/terra/2619-combustibili-fosili-scurta-prezentare.html>

[ultima consulta el 21/12/2015]

<http://www.changingwithclimate.info/index.php/ro/resurse-educationale/surse-de-energie/fossil-fuel-sourcesro>

[ultima consulta el 21 /12/2015]

<http://www.energiialternative.net/>

[ultima consulta el 29 /12/2015]

<http://www.blogenergiasostenible.com/cuales-son-energias-alternativas/>

[ultima consulta el 29 /12/2015]

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?Temaclave=1080>

[ultima consulta el 29 /12/2015]

http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/eolica.htm

[ultima consulta el 30 /12/2015]

<http://www.geo-termia.com/blog/informacion-general/la-energia-mareomotriz.html>

[ultima consulta el 06 /01/2016]

<http://www.cega.ing.uchile.cl/cega/index.php/es/informacion-de-interes-/ique-es-la-energia-geotermica>

[ultima consulta el 06 /01/2016]

<http://www.batanga.com/curiosidades/2011/01/28/energia-geotermica-ventajas-y-desventajas>

[ultima consulta el 06 /01/2016]

http://icaen.gencat.cat/ca/pice_serveis/pice_estadistiques_energetiques/

[ultima consulta el 07 /01/2016]

http://www.infinita.eu/download.php?file=Informe%20biodiesel%20UE_abril2015_AC_65.pdf

[ultima consulta el 09 /01/2016]

<http://www.ebb-eu.org/index.php>

[ultima consulta el 09 /01/2016]

<http://www.oilworld.biz/app.php?fid=1060&fpar=0&isSSL=0&aps=0&blub=65707b39e9020b063148896592bf6f2e>

[ultima consulta el 09 /01/2016]

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics#Electricity

[ultima consulta el 09 /01/2016]

<http://www.biodieselpain.com/2007/10/24/%C2%BFcuales-son-los-paises-con-mayor-potencial-para-producir-biodiesel/>

[ultima consulta el 09 /01/2016]

http://webs.chasque.net/~rapaluy1/transgenicos/Biocombustible/Boom_Europa.html

[ultima consulta el 09 /01/2016]

<http://www.infinita.eu/>

[ultima consulta el 09 /01/2016]

http://www.biodiesel-uruguay.com/propiedades_biodiesel.php

[ultima consulta el 09/01/2016]

http://icaen.gencat.cat/ca/pice_serveis/pice_estadistiques_energetiques/

[ultima consulta el 10/01/2016]

<http://www.ebb-eu.org/biodiesel.php>

Llibres

- CAMPS MICHELENA, Manuel; MARCOS MARTÍN, Francisco. Los biocombustibles. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2008. 384 p. ISBN:978-84-8476-360-4
- CASTRO GIL, M.; SÁNCHEZ NARANJO, C. Biocombustibles. Sevilla(España): PROGENSA,1997.44 p. ISBN:84-86505-67-4

AGRAÏMENTS

10. Agraïments

Voldria agrair a totes aquelles persones que m'han ajudat durant el procés de creació i desenvolupament d'aquest treball.

En primer lloc, als meus tutors Isabel Gargallo i Joan Carles Bayón per la seva gran ajuda i orientació, perquè sense ells no podria haver estat capaç de fer aquest treball. També vull agrair als alumnes de la UAB (Miriam, Merche, Daniel, Jose, Valentina,..) que em van acompanyar i ensenyar com era la vida universitària durant la meva estada al juliol.

Vull agrair a l' institut Milà i Fontanals i a la Universitat Autònoma de Barcelona la participació i la col·laboració en el programa Argó, ja que m'han facilitat els recursos necessaris per dur a terme el treball i els animo a continuar treballant en equip.

En segon lloc m'agradaria donar les gràcies a la meva família per recolzar-me en tot aquest treball. També voldria agrair a tots els meus companys de classe i amics que m'han animat al llarg de tot aquest procés.

I finalment vull agrair als professors i voluntaris del casal AEI Raval pels consells i el suport rebut en tot moment.

