

TREBALL DE RECERCA

LES ALTERNATIVES BIODEGRADABLES AL PLÀSTIC

Curs: 2019-2020, 2n Batxillerat

Autor/a: Happy Aissel



NOTA D'AGRAÏMENTS

Vull agrair sobretot al meu pare, que ha estat qui m'ha ajudat a fer germinar les llavors d'aquest projecte, compartint experiències i aconsellant-me.

També vull donar les gràcies al meu/la meva tutor/a del treball de recerca, per realitzar perfectament la seva feina com a tutor/a orientador/a i acompanyant durant tot el treball, i a tots els professors que també m'han ajudat amb tots els dubtes sorgits.

Per últim, però no menys important, vull donar les gràcies a l'Alexandre Seguí (Director de Seguretat, Salut i Medi Ambient a la BASF de Tarragona) per haver accedit a realitzar-li una entrevista i haver dedicat part del seu temps, i a totes les persones que han respost les enquestes, esforçant-se a contribuir en aquest projecte tan enriquidor i ple d'experiències.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	5
2. ELS PLÀSTICS	6
2.1 Història	6
2.2 Què són, d'on provenen i com processem els plàstics?.....	7
2.3 Tipus de plàstics	8
2.4 Avantatges i utilitats del plàstic	8
2.5 Inconvenients del plàstic.....	10
2.5.1El petroli.....	10
2.5.2Contaminació atmosfèrica	15
2.5.3Acumulació de residus	23
2.5.4Microplàstics	26
3. ALTERNATIVES	28
3.1 La naturalesa com a exemple.....	29
3.2 Conceptes.....	30
4. PART EXPERIMENTAL.....	33
4.1 Càpsules compostables Novell.....	33
4.1.1Diari d'observacions.....	35
4.2 Creació de bioplàstics.....	47
4.2.1Receptes de bioplàstics.....	48
4.2.2Posem a prova els bioplàstics	60
5. PART SOCIAL	68
5.1 Enquestes	68
5.2 Entrevista.....	77
6. CONCLUSIONS.....	86
7. ANNEX.....	87
8. BIBLIOGRAFIA	88

“ La naturaleza no son sólo recursos a explotar ni es nuestro enemigo; es el hogar en que vivimos y la víctima inocente de nuestros hábitos y estilos de vida.”

Ignacio Dean (2019)
aventurer i escriptor

1. INTRODUCCIÓ

El meu treball de recerca tracta sobre la problemàtica actual dels plàstics i les seves alternatives. El tema (i sobretot la problemàtica) dels plàstics m'interessa molt, ja que veient la situació actual no entenc el motiu pel qual no hi ha moltíssimes més alternatives d'aquest material al mercat. Això m'ha despertat una curiositat creixent, ja que per entendre més el món del plàstic i la situació ambiental és necessària la presència de la química i la biologia, les dues ciències que més m'apassionen.

La meva hipòtesi és que han d'existir alternatives respectuoses amb el medi ambient, per aquest motiu l'objectiu principal del treball és esbrinar quins són els factors que impedeixen que les variants biodegradables i/o compostables siguin més conegudes i utilitzades que el plàstic convencional. Perquè si aquestes alternatives compleixen tots els aspectes per a no produir un impacte ambiental negatiu en el planeta però no s'estan portant a terme, vol dir que tenen algun inconvenient que no coneixem? Se'm presentarà algun d'aquests presumptes inconvenients mitjançant la creació i l'experimentació de plàstics biodegradables i/o compostables? I un altre punt important... què en pensa la població de tot aquest tema tan actual i estès?

Per a poder obtenir respostes i aconseguir els objectius proposats el primer que he fet ha sigut realitzar una recerca bibliogràfica de manera diversa: he anat a xerrades de gent especialitzada en el sector del plàstic, he llegit diversos llibres, he investigat molt per Internet i he mirat reportatges, entre d'altres. L'altra part molt important és el treball de camp. He fet un seguiment complet d'un tipus de càpsules de cafè compostables durant tot l'estiu i he creat bioplàstics de manera casolana. A més, he realitzat proves de resistència i de propietats a cada bioplàstic. També he elaborat una entrevista a un dels directors de la petroquímica tarragonina i he portat a terme una enquesta a persones de diferents edats i procedències.

El meu treball comença de manera teòrica i acaba experimentalment. Començo fent una introducció del món del plàstic convencional, per a posar-nos en context. L'apartat següent pretén explicar les diverses maneres en què es presenten els inconvenients del plàstic. A continuació trobarem la part experimental, tant pel que fa a les càpsules de cafè compostables com a la creació i experimentació dels bioplàstics casolans. Finalment mostro l'enquesta realitzada a la població i l'entrevista amb un dels directors de la BASF de Tarragona.

Espero que l'experiència de llegir el treball sigui igual d'enriquidora com ho ha sigut la seva realització.

2. ELS PLÀSTICS

Al voltant dels anys 50 del segle passat el plàstic tenia una producció anual d' 1'5 milions de tonelades, mentre que avui en dia la producció ja supera les 300 milions de tonelades. Aquest increïble augment en la seva producció vol dir que el plàstic ens ha proporcionat molts avantatges en el desenvolupament i la innovació de la societat. O no és així?

2.1 Història

Ja des de l'inici de la història l'ésser humà ha aprofitat els materials que la natura li proporcionava i que, en aquells temps, satisfien totes les seves necessitats. Amb el pas del temps, però, les necessitats van canviar, anomenant "necessitats" les activitats secundàries que realment no tenien res a veure amb la pròpia supervivència. A més, la curiositat i les ganes de descobrir de l'espècie humana van impulsar l'esforç per a crear materials capaços d'oferir els beneficis que els materials naturals no podien oferir.

L'evolució del plàstic va començar amb l'ús de materials que, sense haver d'alterar ni modificar-los, tenien propietats plàstiques, com la laca o el xiclet. No va trigar gaire quan l'ésser humà va començar a modificar químicament materials naturals com el cautxú, la nitrocel·lulosa, el col·làgen o la galalita. A partir d'aquí, es va produir una gran quantitat d'innovacions i diversitat de materials completament sintètics:

-1855: Alexander Parkes va inventar la "parkesina", avui en dia coneguda amb el nom de "cel·luloide".

-1838-1872: Es polimeritza per primera vegada el policlorur de vinil (PVC).

-1907: El químic belga-americà Leo Baekeland crea la "baquelita", el primer plàstic fabricat en sèrie completament sintètic (a partir de la reacció entre fenol i formaldehid).

A partir de la creació de la "baquelita" van començar a aparèixer moltes proves, demostracions, invents i patents de nous plàstics amb propietats molt diverses. Alguns són els següents:

-1933: Fawcett i Gibson descobreixen el polietilè.

-1935: Carothers i DuPont patenten el niló.

-1937: Primera producció comercial del poliestirè, a mans de IG Farben (Alemanya)

-1950: Apareix per primera vegada la bossa de polietilè. Es comencen a crear moltes joguines de plàstic (Lego, Barbie, etc.).

-1973: S'introdueixen per primera vegada les ampolles de tereftalat de polietilè.

- 1976: El plàstic (amb totes les seves varietats) es converteix en el material més utilitzat del món.
- 1980: Primera producció del polietilè de baixa densitat.
- 1988: Introducció dels símbols triangulars referits al reciclatge dels plàstics.
- 1990: ICI llença al mercat el primer plàstic biodegradable i accessible (Biopol).
- A partir del 2000 s'aplica la nanotecnologia a aplicacions relacionades amb els polímers.

2.2 Què són, d'on provenen i com processem els plàstics?

Els plàstics són polímers, és a dir, llargues cadenes formades per molècules més petites anomenades monòmers. Els polímers poden ser de dos tipus: naturals (midó, àcids nucleics, cel·lulosa) o sintètics (polietilè, niló, clorur de polivinil). El plàstic el trobem dintre del grup dels polímers sintètics.

Encara que avui en dia la gran majoria del plàstic es produeix a partir del petroli (que caldrà refinar per a què ens sigui útil) a causa de la seva fabricació fàcil i poc costosa, no sempre ha sigut així. Abans es fabricava a partir de resines d'origen vegetal, com la cel·lulosa (del cotó), l'oli (de les llavors) o derivats del carbó. També es va utilitzar molt la caseína, una proteïna de la llet.

Per a fabricar el plàstic s'utilitzen, sobretot, dos processos principals que formen part de la polimerització (el procés químic pel qual els reactius s'agrupen químicament entre si, creant una molècula de gran pes: els polímers): la polimerització per addició i la polimerització per condensació. La polimerització per addició és el procés pel qual la molècula del monòmer passa a formar part d'un polímer. En la polimerització per condensació, en canvi, quan la molècula del monòmer passa a formar part d'un polímer perd àtoms (normalment solen ser d'aigua). Els dos processos necessiten catalitzadors específics per a poder portar-se a terme.

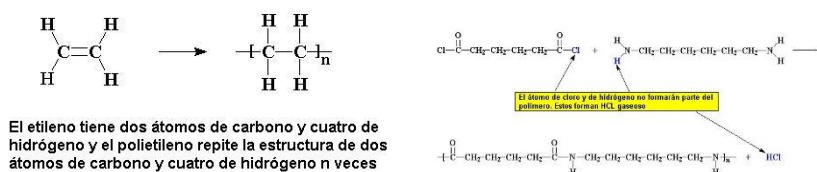


Figura 1: Processos de polimerització per addició i per condensació

Font: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/07/polimerizacion.html>

2.3 Tipus de plàstics

Existeixen molts tipus de plàstic diferents que, a més, es poden agrupar segons molts criteris diversos (segons el monòmer base, la seva reacció de síntesi, la seva estructura molecular, etc.). Tot i així, la classificació més important és la dels termoplàstics, els termoestables i els elastòmers, és a dir, la del seu comportament segons la calor.

Formen part dels termoplàstics aquells que, després de calentar-los i passar a estat líquid, modelar-los i deixar que es refredin, si els tornem a calentar es poden tornar a modelar. Aquest comportament és degut a la seva estructura lineal i poc ramificada i als seus enllaços intermoleculars, que poden ser vençuts amb facilitat per la temperatura. Són exemples de termoplàstics el poliestirè (PS), el polipropilè (PP), el policlorur de vinil (PVC), el polietilè (PE), el policarbonat (PC), el polietilè tereftalat (PET), etc.

Els termoestables, en canvi, tenen moltes més ramificacions amb fortes interaccions intermoleculars que fan que el polímer no es deformi o es trenqui per acció de la temperatura. Es poden reconèixer si, després d'haver passat pel procés de fusió i de refredament, no es poden tornar a modelar ni fondre. Alguns termoestables són el poliuretà (PUR), el politetrafluoroetilè (PTFE), les resines de polièster insaturat (UP) i el fenol-formaldehid (PF).

Els elastòmers són la classificació intermèdia entre les dues anomenades prèviament. En els elastòmers, les cadenes estan enllaçades entre sí però les forces intermoleculars són suficientment dèbils per a cedir si es produeix una pressió externa. Per tant, quan això succeeix, el material tendeix a ordenar temporalment les seves cadenes, però tan bon punt la pressió exterior desapareix, es tornen a desordenar, és a dir, el plàstic torna a la seva forma original. Formen part dels elastòmers la silicona, els cautxús naturals, el neoprè, el polibutadiè i la goma natural.

2.4 Avantatges i utilitats del plàstic

Les pròximes generacions, en els seus llibres d'història, ens estudiaran com aquells que vam viure durant l'era del plàstic. Aquells que vam fer del plàstic el material que més ràpid ha passat de no conèixer-se a ser indispensable. El material que tothom té i veu a casa seva, quan surt pel carrer, a la feina, quan va al metge, quan condueix, que el porta al damunt i, fins i tot, al seu interior.

La realitat és que aquest material ens ha ajudat moltíssim a desenvolupar-nos, oferint avenços i millores al nostre dia a dia. El seu nom ja ens ho indica; el mot plàstic prové de "plastikos", que en grec vol dir que es pot modelar. Per tant, el plàstic pot adoptar moltíssimes formes, realitzant d'aquesta manera infinites funcions. A continuació

esmentarem algunes de les múltiples funcions i millores que ha creat el plàstic, motius del seu gran èxit.

-A causa de la seva baixa densitat i lleugeresa, el plàstic que trobem als automòbils ha provocat la reducció de combustible necessari per al seu funcionament, necessitant així menys potència i energia i reduint les emissions contaminants de molts motors de vehicles.

-Eviten el malbaratament dels aliments, fan que durin més i així s'aprofitin més els recursos emprats en la seva producció.

-La facilitat de llençar-los després d'un sol ús i el seu aïllament efectiu produeixen la millora d'higiene, sobretot en el sector mèdic i l'àmbit de la medicina.

-Milloren la seguretat (per exemple en les armilles antibales i els cascs) però sobretot en el sector automobilístic (portes, cinturons de seguretat, "airbags", paraxocs, flotadors, etc.).

-Redueixen la pèrdua i el malbaratament de l'energia produïda a partir de calefaccions o d'aires acondicionats per motiu de la seva gran capacitat d'aïllament tèrmic d'edificis.

-Han contribuït al desenvolupament i la millora del sector mèdic, tant en els instruments requerits (guants quirúrgics, xeringues, bosses de sang, tubs per a transfusions, etc.) com en les innovacions i solucions mèdiques (lents de contacte, dentadures postisses, vàlvules cardíaques, substitució d'articulacions, pròtesis, etc.).

-Han ampliat les variants de l'oci (joguines, material esportiu, instruments musicals, etc.).

-Són molt útils en el sector de l'electrònica, gràcies a les seves propietats: lleugeresa, resistència elèctrica i mecànica, resistència al foc, etc.

-Protegeixen nombrosos objectes de l'aigua, dels cops, dels microbis i moltíssims problemes diaris més (carcasses per als mòbils, embalatges impermeables, embalatges per als aliments, etc.).

-Els trobem també en els sectors de la decoració i la construcció, generant millores de seguretat i eficiència, a causa de les seves propietats: llarga durabilitat, resistència a la corrosió, aïllants, flexibles, lleugers, baix cost de fabricació i instal·lació, resistència al foc, etc.

2.5 Inconvenients del plàstic

De la mateixa manera que podem enumerar els nombrosos beneficis i avantatges del plàstic, malauradament, també podem anomenar una llarga llista de problemes i inconvenients.

Com passa amb moltes invents, quan el plàstic va sortir al mercat només se'n van veure els avantatges, cosa que va fer que aquest obtingués un gran èxit. Un èxit tan gran, que va fer que tothom, en més o menys quantitat, el tingués a les seves cases, les seves vides i el seu dia a dia. És tan omnipresent que fins i tot encara avui en dia, en ple segle XXI, hi ha gent sense aigua, menjar o telèfons mòbils, però el plàstic, ja sigui de manera directa o indirecta, tothom l'ha tingut en les seves mans, convertint-nos així en una societat on prioritzem la comoditat, la rapidesa i la facilitat de les coses i les tasques que hem de realitzar, abans que la sostenibilitat i la preservació del nostre entorn.

Però com més temps passa, més visibles són els efectes del plàstic i la seva indústria. Les paraules “canvi climàtic”, “capa d'ozó” i/o “contaminació” ja no passen desapercebudes en cap conversa o debat on el plàstic n'és el tema principal.

A continuació esmentarem i explicarem la procedència i el funcionament de totes aquestes causes i conseqüències del canvi climàtic, tenint en compte que som els humans qui ho ha provocat, però oblidant-nos molts cops que també som els humans els qui més notarem els efectes, ja que tots els contaminants presents en l'aire, l'aigua, el terra i els sediments, passen a través dels organismes, és a dir, per cada nivell tròfic de la cadena alimentària, sent els humans l'esglaó més elevat, l'esglaó que més bioacumulació de contaminants pateix.

2.5.1 El petroli

El principal inconvenient del plàstic és la matèria a partir de la qual l'obtenim: el petroli. No podem buscar-ne alternatives si no en tenim clar el motiu causant. A continuació parlarem una mica de la història del petroli, explicarem com s'obté, de què està compost, com el processem per a que ens sigui útil en la nostra societat d'avui en dia i els problemes que comporta.

Què és el petroli i com ha passat a ser un factor tan essencial avui en dia?

Com bé ens indica el terme “combustible fòssil”, dins el qual agrupem el petroli, és un combustible (perquè avui en dia és la principal font d'energia que utilitzem els humans) i és d'origen fòssil, això vol dir que és el producte de la transformació de milions d'anys de

restes orgàniques, com les plantes i els microorganismes, que han quedat soterrats per capes de sediments.

Encara que avui en dia el petroli és el més important dels combustibles moderns, antigament ja s'utilitzava, encara que per a usos diferents. Els pobles dels Alcadis, els Babilonis i els Asiris ja li van trobar utilitat com a pegament per a les seves fletxes, per a incrustacions en dissenys de mosaics o per a mantenir juntes les totxanes de construcció. Els pobles que vivien a la vora dels rius van descobrir que també funcionava molt bé com a impermeable per a les seves embarcacions. Per als egipcis, tenia una gran utilitat per a preservar les mòmies i, per als indis d'Amèrica, com a impermeabilitzador, medicina i pegament.

Tot i així, va començar a ser descobert com a excel·lent combustible durant la meitat del segle XVIII. L'any 1750 es van trobar filtracions naturals de petroli cru a Nova York, Pensilvania i Virginia de l'Oest, però ja feia un temps que es trobaven amb la presència del petroli a l'hora de perforar pous per a obtenir sal i aigua. Fins llavors era considerat un destorb, fins que es va començar a vendre com a greix per als eixos de carretes l'any 1847. La seva data més important, però, és l'any 1852, quan el geòleg canadenc Abraham Gesner va descobrir que a partir del petroli i del carbó es podia obtenir querosè per a les llànties mitjançant la destil·lació. Uns anys més tard, l'any 1859, Edwin L. Drake va ser qui va iniciar l'etapa moderna de producció de petroli, perforant pous a Titusville, al nord-oest de Pensilvania. A partir d'aquell any, els diferents països van començar a adonar-se'n de la seva importància i a construir pous petrolífers.

El petroli prové de la matèria orgànica (la gran majoria són hidrocarburs i la resta són compostos de sofre, oxigen i nitrogen) que ha quedat sedimentada a les roques a causa del cicle de carboni.¹ En resum, el seu origen és el residu orgànic que ha quedat atrapat en roques sedimentàries.

¹ El cicle de carboni rep aquest nom perquè el carboni va passant constantment per les roques, l'aire, l'aigua, les plantes i els organismes, per tant, mai s'elimina del tot. Una petita part d'aquest carboni queda conservada per enterrament en diferents sediments.

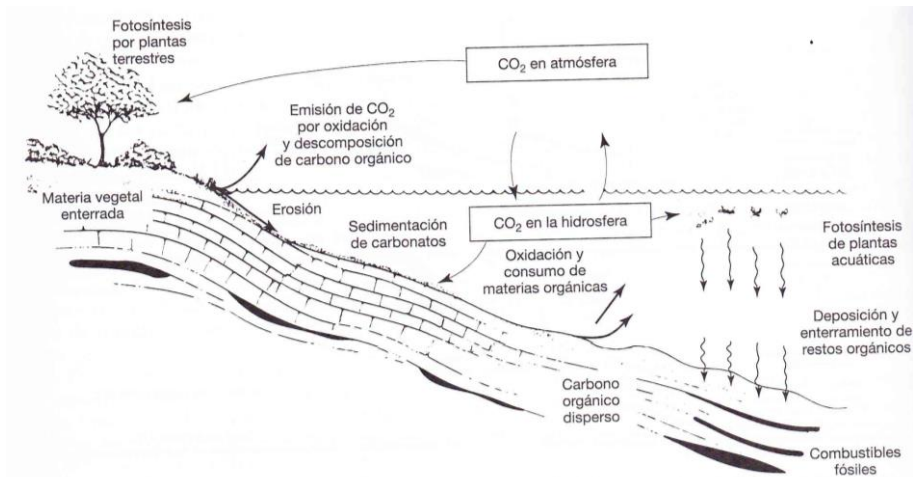


Figura 2: Cicle de carboni

Font: R. CRAIG, James; J. VAUGHAN, David i J. SKINNER, Brian. Recursos de la Tierra: Origen, uso e impacto ambiental, p.160.

Quan s'extreu el petroli de la natura encara no està preparat per a donar-ne un ús immediat. El procés de transformació i tractament pel qual s'ha de sotmetre s'anomena refinació. La part més important és la destil·lació fraccionada, que consisteix en fer bullir el petroli, a una temperatura d'uns 500°C en torres molt altes, per a separar-ne els diferents components mitjançant la captació dels seus vapors, segons les seves densitats i punts d'ebullició. A continuació, els vapors es condensen i es destil·len per a tornar a l'estat líquid.

D'aquesta manera es poden obtenir per separat els diferents components que formen el petroli, alguns dels quals són: gas metà, gasetà, propà, butà, querosè, gasolina, nafta, gasoil, fueloil, asfalts, lubricants, etc.

Inconvenients del petroli

El petroli és el combustible fòssil més important del món actual, amb una producció de 80 milions de barrils diaris tenint en compte que la taxa de consum és un milió de vegades més ràpida que la taxa de producció natural de petroli nou. Podem entendre, doncs, que aquestes xifres de magnituds inimaginables tenen greus inconvenients.

Un d'ells és l'abocament intencionat o accidental del petroli al mar. Les embarcacions petroleres són responsables de més del 12% dels vessaments de petroli (sense comptar els abocaments dels subproductes del petroli, com les 15.000 tones de xarxes de plàstic que llencen cada any als mars i oceans les embarcacions pesqueres). Degut a que els hidrocarburs del petroli són hidròfobs, és a dir, són insolubles en l'aigua, formen una capa micel·lar sobre la superfície de l'aigua, que només pot ser trencada per onades molt fortes. Per tant, aquesta capa de petroli o dels seus derivats (l'anomenada marea negra) es converteix en un aïllament que no permet l'oxigenació de l'aigua, causant, a més, la mort

de milers de microorganismes marins i aus, ja que queden atrapades en el petroli quan s'apropen a la superfície de l'aigua per a poder alimentar-se i no aconseguen lliurar-se'n, per culpa de la seva viscositat, provocant la seva mort per hipotèrmia i/o asfíxia.

El medi marí es pot recuperar d'aquests successos, però el procediment és molt lent (sense poder evitar la mort de milers de milers d'animals), intervenint una sèrie de processos químics, físics i biològics que, segons la seva cinètica i intensitat, definiran l'impacte ambiental de l'abocament. Alguns exemples que eliminen els compostos de massa molecular petita (deixant encara els de massa molecular gran, que formaran grumolls de quitrà amb temps de vida de diversos anys) són:

- Escampament: La majoria dels components del petroli són menys densos que l'aigua, per tant, l'abocament quedarà com una capa flotant sobre la superfície. El vent i les onades n'augmenten l'efecte.
- Evaporació i dissolució: Els hidrocarburs de menor massa molecular són molt volàtils, per tant, passaran a l'atmosfera mitjançant l'evaporació, (d'aquesta manera es pot perdre fins a un 15-30% del petroli de l'abocament) i també són solubles, dissolent-se més de l'1% de l'abocament inicial.
- Sedimentació: El petroli és menys dens que l'aigua, per això es queda a la superfície, però si les gotetes de petroli s'adhereixen a partícules en suspensió més denses que l'aigua i la densitat de l'agregat és més gran que la de l'aigua marina, s'enfonsaran, causant la contaminació del fons marí.
- Dispersió i emulsificació: Quan hi ha una turbulència de l'aigua es poden crear gotetes col·loïdals o en suspensió, ja que el petroli es pot introduir en la columna de l'aigua en quantitats majors que en el procés de dissolució. Aquestes gotetes, que mesuren entre 1 µm i 1000 µm, tendeixen a moure's cap a baix per raó de la sedimentació i la difusió turbulenta. Quan l'agitació és molt turbulenta (tempesta), el procés de dispersió produeix emulsions. Aquestes gotes sedimentades, finalment, seran adherides a les superfícies sòlides o ingerides per organismes marins.
- Biodegradació: Diversos tipus de microorganismes (bactèries i fongs) són capaços de metabolitzar el petroli, és a dir, transformen i mineralitzen els components

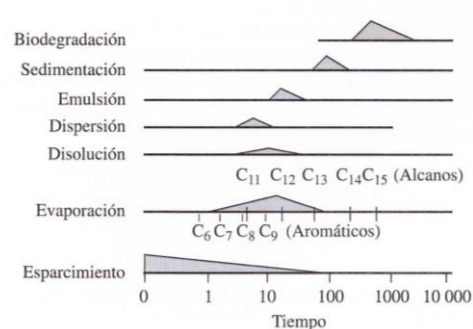


Figura 3: Seqüència i intensitat relativa de processos em un vessament de petroli a l'oceà.

Font: E. FIGUERUELO, Juan i MARINO DÁVILA, Martín. Química Física del ambiente y de los procesos medioambientales, p.551.

hidrocarbonats. No obstant, només és significativa la seva acció quan hi ha poblacions de microorganismes o fongs de l'ordre de 10^7 individus per litre.

- Fotooxidació: Amb la presència d'oxigen i la llum solar, els components del petroli es poden oxidar a través de mecanismes fotoquímics, que generen productes oxigenats, generalment més solubles que els seus precursors i en alguns casos més tòxics.

Un altre greu inconvenient de la combustió del petroli és el nombre de compostos nocius que es produeixen i que a més de destruir la capa d'ozó causen la pluja àcida i l'efecte hivernacle. Aquests contaminants són el diòxid de sofre (SO_2), ja que el sofre és un element comú als combustibles fòssils (tant el carbó com el petroli provenen d'éssers vius), el diòxid de carboni (CO_2), quan cremem combustibles fòssils el carboni que conté es combina amb l'oxigen i forma diòxid de carboni, el monòxid de carboni (CO), el diòxid i el monòxid de nitrogen (NO_2 i NO) i l'amoniac (NH_3), entre d'altres. Cal remarcar, però, que encara que la gran majoria de les emissions contaminants són d'origen antropogènic també n'hi ha d'origen natural:

Fuente	Estimaciones de	
	(Ehhalt, 1999)	(Cantrell,1999)
Rayos (tormentas)	7 ± 3	8(2-200)
Inyección estratosférica	$0,15 \pm 0,05$	0,05(0-1)
Oxidación amoniaco	3 ± 1	1(0-2)
Quema de biomasa	$7,5 \pm 3,5$	6(2-40)
Emisión de suelos	$5,5 \pm 2,2$	10(4-22)
Emisión océanos		1(0-2)
TOTAL	24	26

Figura 4: Emissió anual de NOx (Tg/any) provinents de fonts naturals

Font: E. FIGUERUELO, Juan i MARINO DÁVILA, Martín. Química Física del ambiente y de los procesos medioambientales, p.48.

A més, cada contaminant té un temps de residència (més elevat com menys reactiu sigui) i un procés de depositació (segons l'estat en que es trobin poden depositar-se en forma de gotes de neu, pluja, boira, núvols, per acció de la gravetat, per aborció/adsorció, etc.) determinats.

Per un altre costat també cal esmentar els problemes i les tensions polítiques i econòmiques que segueixen produint-se fins avui, sobretot en regions políticament inestables. La Guerra del Golf Pèrsic² n'és un gran exemple.

² L'any 1990 Iraq va amenaçar amb la ocupació de Kuwait (un petit país veí en el qual es troben el 60% de les reserves recuperables de petroli líquid del món) comportant l'augment de tensió i la por per la continuïtat del subministre de petroli des de l'Orient Mitjà. Iraq, presentint un atac per part dels aliats, va posar foc a

A més, la gran demanda de petroli, que ha anat augmentant cada any, el poder i la riquesa que aquest comporta i la competència entre molts països han fet que es produïssin nombrosos conflictes armats per a la seva obtenció, coincidint la majoria de jaciments en continents pobres com l'Àfrica o Amèrica del Sud. D'aquesta manera, els habitants d'aquests continents, que ja lluiten amb la pobresa del lloc on viuen, es veuen atacats per conflictes, contaminacions excessives de l'ambient, destrucció del paisatge, pèrdua de qualitat de vida, etc., a costa de les grans empreses i governs, que continuen guanyant riqueses excessives mentre ells s'enfonsen en la misèria sense obtindre'n res a canvi.

Per tant, podem dir que el petroli és un recurs finit però amb inconvenients infinits.

2.5.2 Contaminació atmosfèrica

Els plàstics, com hem comentat anteriorment, s'obtenen a partir del petroli. A més dels problemes ja esmentats (com l'abocament de petroli, els conflictes polítics i econòmics, etc.), també provoca greus inconvenients el mètode que utilitzem per a què els components del petroli, com la gasolina per exemple, ens siguin útils: la combustió dels combustibles fòssils. La combustió del petroli és la principal causa per la qual s'aboquen gasos i compostos en l'ambient que són contaminants, es destrueixi la capa d'ozó, es creï l'efecte hivernacle i, en general, augmenti el canvi climàtic.

2.5.2.1 *Destrucció de la capa d'ozó*

L'ozó (O_3) és una molècula inestable que fa d'escut o filtre per al nostre planeta i que absorbeix la radiació ultraviolada, UV, (entre 200-290 nm) que arriba a la superfície terrestre.

La realitat és que aquesta forma al·lotròpica de l'oxigen és bastant complicada de definir, ja que pot ser d'origen natural o antropogènic, pot ser beneficiós o perjudicial segons on es trobi, amb quins elements o compostos reaccioni, etc., per això a continuació hem realitzat un petit esquema per a resumir-ne i aclarar-ne, mínimament, la informació:

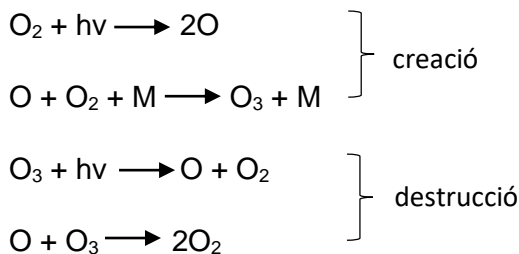
749 pous de petroli, provocant gegantescos i densos núvols de fum i grans flamarades, i va abocar aprox. 11 milions de barrils de petroli al Golf Pèrsic, representant un dels abocaments més grans de la història.

Si l'O₃ es troba a...

- **Troposfera:** Perjudicial, ja que és completament d'origen antropogènic i es crea a partir de reaccions entre contaminants humans.
- **Estratosfera:** Beneficiós, ja que és d'origen natural i s'encarrega d'absorbir la major part de les radiacions UV que provenen del Sol.

L'ozó que és d'origen natural (l'estratosfèric), es crea i es destrueix constantment mitjançant processos naturals.

Els principals mecanismes naturals de formació i destrucció de l'ozó es resumeixen en el cicle Chapman, amb les reaccions següents:



On "hv" és la radiació UV i "M", una molècula inerta (principalment N₂ o O₂) amb la funció d'emportar-se part de l'energia alliberada en la formació de la molècula d'O₃ i permetre la seva estabilització.

Per tant, podem veure que són una sèrie de processos que es porten a terme simultàniament i que tenen una vital importància.

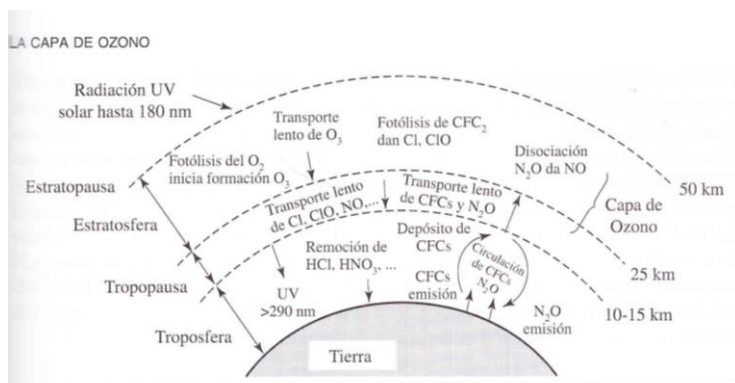


Figura 8.15. Esquema de los procesos de transporte y fotoquímicos que determinan la [O₃] en la estratosfera.

Figura 5: Esquema dels processos de transport i fotoquímics que determinen la [O₃] a l'estratosfera.

Font: E. FIGUERUELO, Juan i MARINO DÁVILA, Martín. Química Física del ambiente y de los procesos medioambientales, p.431.

L'ozó antropogènic, en canvi (i aquí és on influeixen les indústries de la combustió de petroli) , produeix una destrucció de la capa d'ozó (els anomenats forats d'ozó), per raó de les reaccions que es produeixen entre els contaminants d'origen humà (produïts per les indústries de combustió, indústries químiques, tràfic, etc.) i la radiació UV, per tant, l'ozó que es troba a la troposfera i que és d'origen humà és un contaminant secundari.

La capa d'ozó, sense tenir en compte l'acció humana, presenta períodes en els quals la quantitat d'O₃ disminueix dràsticament. Això es produeix durant els mesos d'hivern, sobretot, quan hi ha una disminució de llum solar. Després, quan arriba la primavera, torna a augmentar, produint així un cicle anual. No obstant, el que es va observar en la investigació científica liderada per Joe C. Farman a l'Antàrtida l'any 1957 va ser una disminució accelerada que no corresponia al cicle natural.

El forat de la capa d'ozó (O₃), des que va ser "descobert" l'any 1957, ha anat relacionant-se cada vegada més als termes del canvi climàtic, s'ha anat escoltant cada vegada més en debats i discussions mediambientals, s'ha fet un lloc permanent en la nostra vida actual.

Encara que realitzi una funció essencial per a la vida (protegir-nos de les fortes radiacions UV i mantenir l'equilibri tèrmic del planeta) pot ser extremadament perjudicial, afectant als humans, animals i plantes.

La disminució de la capa d'ozó comporta un augment directe de les radiacions UV que arriben a la Terra. Aquestes radiacions estan implicades en diversos processos fotobiològics i són capaces d'afectar negativament el DNA de les cèl·lules, provocant mutacions entre d'altres, inhibir el creixement de les plantes, provocar càncers de pell, afectar el sistema immunològic i molts altres efectes negatius. A més, un altre punt a esmentar és que els efectes biològics, generalment, des que són exposats a la radiació fins que se'n manifesten els efectes, transcorre un llarg període d'inducció, fet que dificulta molt la cura dels possibles problemes de salut.

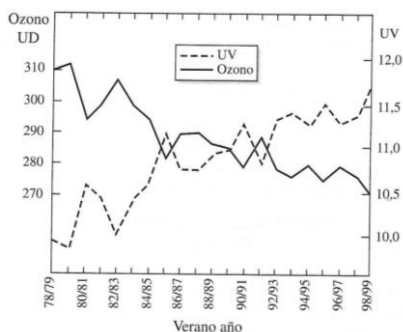


Figura 6: Relació entre els valors mitjans de la columna d'ozó i la intensitat de radiació UV als estius (desembre-febrer) de Nova Zelanda. Adaptada de (McKenzie et al., 1999)

Font: E. FIGUERUELO, Juan i MARINO DÁVILA, Martín. Química Física del ambiente y de los procesos medioambientales, p.451.

2.5.2.2 Gasos d'efecte hivernacle

Els gasos d'efecte hivernacle són aquells els quals els seus espectres d'absorció de vibració-rotació es troben en la regió espectral de la radiació IR terrestre. Són gasos atmosfèrics que absorbeixen i emeten radiació dintre del rang infraroig.

S'anomenen d'efecte hivernacle perquè realitzen una funció similar a la dels hivernacles: quan la llum solar incideix en la Terra, una part és reflectida i torna a l'espai, una altra és absorbida i la resta es queda a l'atmosfera terrestre, ja que els gasos d'efecte hivernacle impedeixen la sortida a l'espai de la radiació solar. Com més gasos d'efecte hivernacle hi hagi, més es sobrecalentarà l'atmosfera perquè podran sortir menys gasos. La gran majoria dels gasos amb aquest efecte són produïts durant el procés de combustió de combustibles fòssils com el carbó i el petroli.

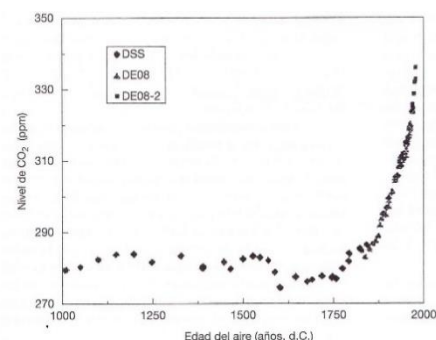


Figura 7: Nivell de CO₂ a l'aire durant un període de mil anys.

Font: Etheridge et al. (CSIRO)

Els principals gasos són els següents:

- Diòxid de carboni (CO_2): És el gas amb efecte hivernacle més important, degut a la seva llarga permanència a l'atmosfera, produït per la combustió de combustibles orgànics, la deforestació, pràctiques agrícoles agressives, etc. De forma natural, la vegetació mitjançant la respiració i els oceans per retenció, s'elimina o es reté una part del CO_2 abocat a l'atmosfera per part dels humans. Es calcula que només en la combustió de combustibles fòssils es produeixen 5'5 Pg³ C/any; la vegetació en reté uns 0'5 Pg i els oceans, 2 Pg. Es produeix, per tant, un excés de 3'2 Pg de C/any que van a parar a l'atmosfera, causant l'anomenat efecte hivernacle.⁴
- Vapor d'aigua (H_2O): El vapor d'aigua és el gas amb efecte hivernacle en major quantitat encara que la gran majoria és d'origen natural. Si les temperatures continuen augmentant, també augmentara la quantitat d'aquest (degut a la evaporació de l'aigua), la seva pressió i la seva funció: amplificar l'acció de la resta dels gasos amb efecte hivernacle.

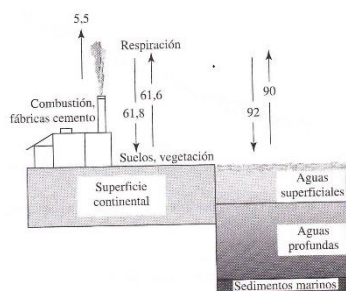


Figura 8: Contribució antropogènica al cicle de carboni. Adaptada de (IPCC, 1996).

Font: E. FIGUERUELO, Juan i MARINO DÁVILA, Martín. Química Física del ambiente y de los procesos medioambientales, p.451.

- Metà (CH_4): El metà és un gas que prové principalment de processos biològics, com la descomposició o la fermentació d'animals de ramaderia sobretot, la crema de biomassa, la mineria del carbó, el petroli, etc. Les principals vies d'eliminació d'aquest són els radicals OH, la captura dels sòls i les reaccions a l'estratosfera.
- Òxid nitrós (N_2O): Encara que en els últims 150 anys l'augment del N_2O ha sigut relativament petit, el seu efecte hivernacle equival a quasi la tercera part de l'efecte causat pel gas metà. Les fonts naturals més importants del N_2O són els oceans i

³ 1 Pg (petagram) equival a 109 tones,

⁴ Cal remarcar que aquests són càlculs realitzats l'any 1995, sense comptar l'augment constant de CO_2 que s'ha produït des d'aleshores.

els processos dels sòls tropicals, i les antropogèniques, el canvi de terres per l'agricultura, la crema de biomassa, la indústria i el bestiar.

- Ozó (O₃): Com s'ha comentat anteriorment, l'ozó és un gas amb efecte hivernacle que ajuda a mantenir una temperatura constant que permet la vida a la Terra tal i com la coneixem avui en dia, ja que la seva constant formació i destrucció allibera calor, gràcies a les reaccions exotèrmiques.
- Clorofluorocarbonats (CFCs): Abans de la seva prohibició al Protocol de Montreal van ser molt utilitzats com a refrigerants, propulsors i dissolvents, degut a la seva alta estabilitat fisicoquímica i la seva toxicitat inexistent. De totes maneres, el seu temps de residència és molt elevat, ja que no es coneixen fonts naturals que l'eliminïn.

S'ha de remarcar que sense la presència dels gasos d'efecte hivernacle la temperatura de la Terra disminuiria dràsticament, dificultant o impossibilitant la vida com avui en dia la coneixem. Per això, la presència dels gasos d'efecte hivernacle és positiva sempre i quan es mantingui en un equilibri, és a dir, sense l'acció humana desequilibradora i catastròfica que es va produir sobretot després de Revolució Industrial.

2.5.2.3 *Pluja àcida*

Quan les fàbriques, les centrals elèctriques, els vehicles que cremen carbó o derivats del petroli, etc., emeten gasos com el diòxid o triòxid de sofre (SO₂/SO₃) i òxids de nitrogen (NO_x), aquests reaccionen amb l'aigua i l'oxigen, produint HNO₃, HNO₂ i H₂SO₄, els principals causants de la pluja àcida. La pluja àcida pot arribar a tenir un pH entre 4 i 5, o inclús més petit encara, cosa que causarà l'acidificació de llacs i la mort de grans masses boscoses, amb les conseqüències que això comporta: la mort d'ecosistemes i biodiversitat.

2.5.2.4 *Canvi climàtic*

Segons l'IPCC⁵ hi ha una clara diferència a l'hora de definir "canvi del clima" i "canvi climàtic". El primer el defineix com a qualsevol canvi temporal del clima, ja sigui degut a variabilitat natural o com a resultat de les activitats de l'home, mentre que el segon, com al canvi provocat directament per l'activitat humana en alterar la composició de l'atmosfera i de la variabilitat natural.

Del canvi climàtic (és a dir, l'escalfament global) tothom n'ha sentit a parlar, i tots sabem que estem arribant als nivells més alts de temperatura que s'han produït durant tota la història. Però durant tota la història de la Terra també s'han produït cicles en els quals la

⁵ Panell Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic

Terra s'escalfai es refreda de manera natural, són períodes de pujades i baixades del clima que s'han produït des de sempre. Algunes proves les tenim en les molècules d'aire comprimit de fa milers d'anys que s'han conservat en les capes de gel més profundes de l'Antàrtida. Aquestes plataformes de gel són elements clau per a les prediccions científiques, ja que aporten nombroses dades sobre les temperatures, les precipitacions, l'atmosfera, etc., que hi ha hagut des dels inicis de la Terra i que ajuden a entendre'n les causes i conseqüències.

Llavors sorgeix una gran pregunta: l'augment de temperatures que estem patint (hem causat aprox. 1°C d'escalfament global des de l'època preindustrial) i que patirem encara més en els pròxims anys també forma part d'un dels períodes naturals d'augment de temperatures? O la causa és únicament antropogènica? Aquest és un tema de controvèrsia, utilitzat com a argument de reforç sobretot pels grans negacionistes del canvi climàtic. Està clar que podria ser un altre període natural del clima però només observant gràfiques que ens mostren la trajectòria que han seguit les temperatures mitjanes globals fins al dia d'avui, hi ha una clara relació entre l'augment de temperatures "sobtat" i que sobresurt dels altres períodes naturals de la història i l'ús desmesurat i exagerat per part de l'espècie humana en energies no renovables, combustibles fòssils, sobreproducció, etc., que comporten un directe augment de la concentració de gasos com el CO₂ i el CH₄.

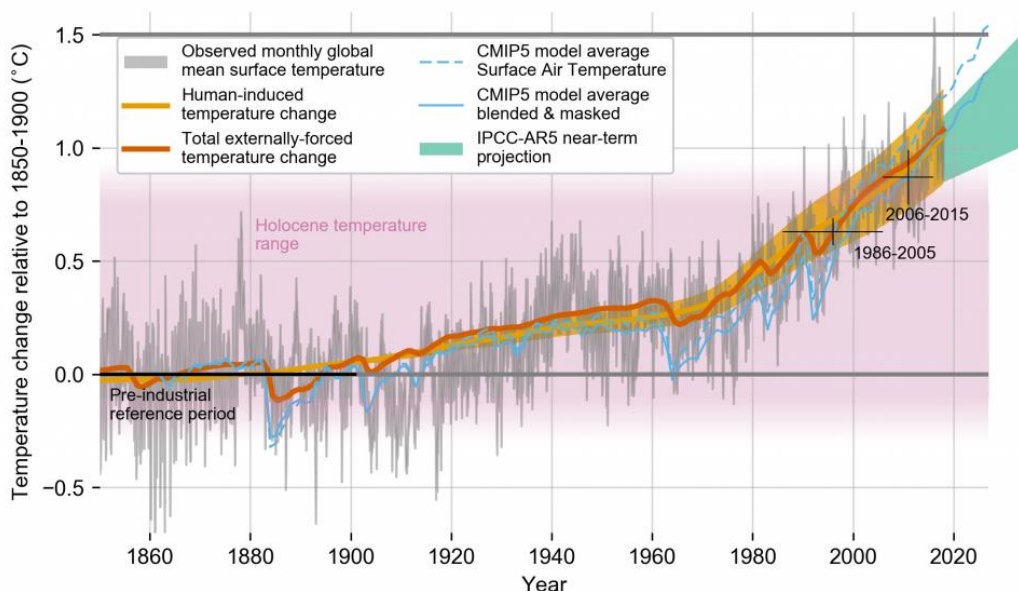


Figura 9: Variació de la temperatura des de l'època preindustrial.

Font: IPCC

Prediccions

Segons els informes més recents de l'IPCC, hi ha dos vies possibles per a les emissions antropogèniques si volem que no sobrepassin el límit d'1'5°C d'escalfament global. La primera és que s'estabilitzin fins a arribar a l'augment (o fins a valors inferiors) de temperatures globals d'1'5°C. La segona, que arribin fins al límit d'1'5°C i després tornin a reduir-se en un màxim de 80 anys (fins al 2100).

En cas que les emissions excedeixin el límit d'1'5°C, a més de totes les conseqüències possibles que comportarà, s'hi haurà d'afegir els possibles inconvenients de les noves tècniques d'eliminació de CO₂. Per tant, com més i durant més temps excedim la sobre capacitat del planeta, més augmentarà la dependència de futures tecnologies i pràctiques, amb les conseqüències que aquestes comporten.

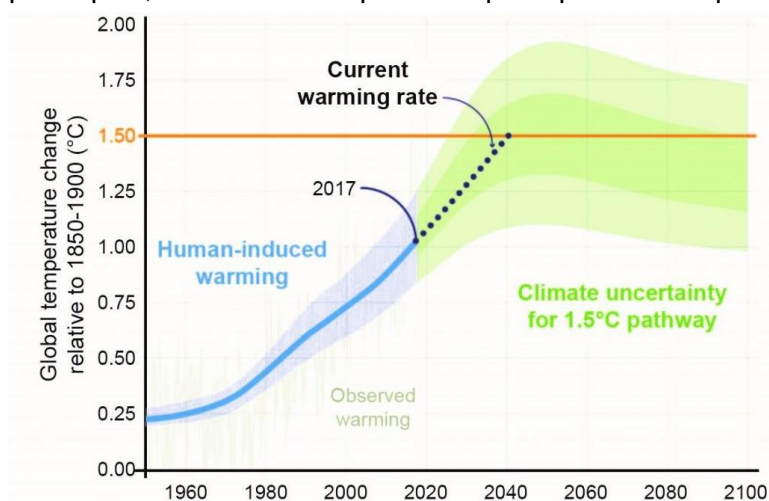


Figura 10: Predicció de la temperatura global en els pròxims anys.

Font: IPCC

Un escalfament d'1'5°C no es considera “segur” per a la gran majoria de nacions, comunitats, ecosistemes i sectors. Els impactes d'un augment d'1'5°C afectarien desproporcionadament a les poblacions desfavorides i vulnerables a través d'inseguretats alimentàries, augments de preus del menjar, reduccions de salaris, oportunitats perdudes de subsistència, impactes negatius sobre la salut i grans desplaçaments de població.

Es preveu que els impactes del canvi climàtic multiplicaran nombroses catàstrofes així com un augment desmesurat del CO₂ a l'atmosfera, plujes descontrolades, creixement dels nivells del mar, augment d'acidificació dels oceans i catàstrofes naturals, com les inundacions, sequies, onades de calor, etc. A més, també es produiran impactes als ecosistemes, variant-ne el creixement, la biomassa o la biodiversitat, provocant “reaccions” en cadena, ja que els ecosistemes es caracteritzen pel fet d'estar en relació tots els seus

components. Tampoc cal oblidar que l'ésser humà també en sortirà perjudicat en factors com l'accés a l'aigua, la salut pública, les infraestructures i el subministre d'aliments.

“L'escalfament provocat pels humans ja ha superat 1°C per damunt dels nivells pre-industrials. Durant la dècada 2006-2015, l'activitat humana va escalfar el món uns 0'87°C (±0.12°C) comparat amb l'època pre-industrial (1850-1900). Si la taxa actual d'escalfament continua, el planeta arribarà al escalfament provocat per l'ésser humà d'1'5°C al voltant de l'any 2040.”⁶

Per últim, també cal remarcar que l'any 1997 es va celebrar la Tercera Convenció del protocol de Kyoto, en el qual els països industrialitzats van aprovar objectius vinculats amb la reducció d'emissions atmosfèriques, i que es van comprometre a reduir les seves emissions d'efecte hivernacle un 8% globalment (respecte les de 1990) entre els anys 2008 i 2012. Avui en dia, però, la realitat és diferent, i aquests objectius no s'han complert. És més, l'any 2015 es va haver de fer l'Acord de París, per a que les temperatures no sobrepassessin els 2°C de sobreescaïment global (cal destacar que un any més tard, una de les potències mundials més poderoses, Estats Units, va anunciar que no participaria en l'acord).

2.5.3 Acumulació de residus

Segons Greenpeace, es calcula que l'any 2020 el nombre de tonelles anuals de residus plàstics superarà els 500 milions, fet que suposaria un 900% més que els nivells de 1980. Només a Europa, l'any 2016, es van produir 60 milions de tonelles de plàstic, i Espanya no es queda endarrere, tenint en compte que ocupa el quart lloc del rànking dels països amb més demanda de plàstic de la Unió Europea (Alemanya; 24,5%, Itàlia; 14,2%, França; 9,6%, Espanya; 7,7% i Regne Unit; 7,5%).

Totes aquestes dades tan imponents fan referència, majoritàriament, als plàstics d'un sol ús, és a dir, els plàstics que menys temps de vida útil tenen.

⁶ Panell Intergovernamental del Canvi Climàtic

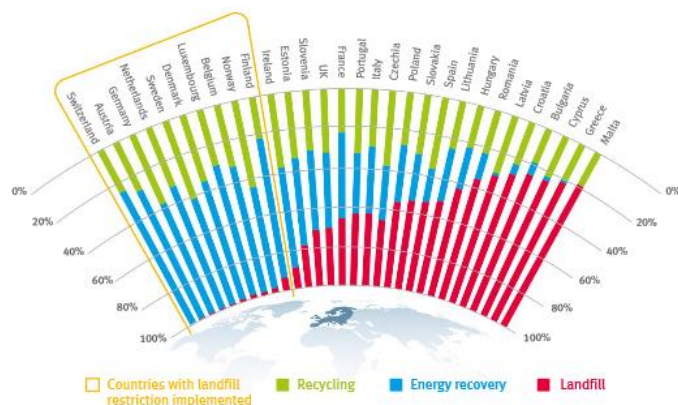


Figura 11: Taxa de reciclatge, recuperament d'energia i abocador de plàstic en la qual es destina el plàstic consumit per país l'any 2016.⁷

Font: PlasticsEurope

Des que es va començar a veure que els plàstics cada vegada més es trobaven en espais naturals, mars i oceans i qualsevol lloc que no fos un centre de recollida, va sorgir la idea del reciclatge. El reciclatge consisteix en recollir els residus plàstics i, després d'un procés de classificació, separació, esmicolatge, rentat, assecat, extrusió i un control de qualitat, poden ser utilitzats per a produir nous productes, estalviant l'energia i els recursos no renovables destinats en la seva producció i reduint-ne la contaminació visual.

Aquest problema es genera perquè els plàstics segueixen una economia lineal: produir-utilitzar-llençar. En canvi, si tots els residus plàstics seguíssin una economia circular tot aquest problema no existiria, ja que el cicle seria el següent: després de la producció dels plàstics i la fabricació de productes, el consumidor dona un ús al producte, generant així un residu. Aquest residu es pot reutilitzar o reparar, però abans o després, acabarà a les deixalles. Ara, el residu es pot reciclar químicament o mecànicament. Tot i així hi ha residus que són molt complexos de reciclar, ja que el seu reciclatge necessita grans quantitats d'aigua i/o energia, per tant, s'aprofita mitjançant la generació d'energia.

⁷ Com podem veure en el gràfic, els països amb restriccions a l'hora d'abocar residus que poden ser reciclats i reutilitzats als abocadors tenen taxes molt més altes de reciclatge i recuperació d'energia.



Figura 12: Economía circular

Font: PlasticsEurope

Però a la realitat la pràctica és molt diferent de la teoria.

A les plantes de reciclatge no tots els plàstics que hi arriben poden ser reciclats. Moltes vegades l'error es troba en la manera en que els fabricants han dissenyat l'envàs; si en un mateix objecte de plàstic es troben peces de plàstics diferents (PET i PVC per exemple), quan aquest arribi a la màquina encarregada d'identificar els tipus de plàstic, com que no estan separats, la màquina no serà capaç de fer-ne una distinció, per tant, no servirà pel reciclatge.

El que no pot ser reciclat als països europeus, sobretot, s'acaba exportant al continent asiàtic. Només en una petita illa asiàtica com Thilafushi arriben cada dia 850 tonelades de brossa, que acaba sent acumulada en abocadors i, posteriorment, incinerada, per a fer lloc per a la nova brossa. Aquestes xifres tenen sentit si es té en compte que cada turista genera una mitjana de 3kg de brossa al dia, ara pensem que arriben més d'un milió de turistes cada any...

El continent asiàtic accepta la brossa d'Europa i Amèrica a canvi de diners, és a dir, compra la brossa que els europeus i americans no podem reciclar. Però el continent asiàtic, com que té quantitats gegantesques de residus i no en porta una gestió correcta, aquests acaben als mars, contaminant les aigües, matant els animals marins i formant grans illes de plàstic. Tot això també és produït pels vessaments il·legals, els llençaments individuals de residus a les platges i l'acció dels rius i els vents que arrossegueu els residus fins al mar. Per tant, les taxes de reciclatge de cada país són enganyoses, ja que en el percentatge inclouen la quantitat de plàstic que s'incinera i la que s'exporta a Àsia, és a dir, s'inclouen les pràctiques que no corresponen al reciclatge responsable.

Les illes de plàstic són immenses agrupacions de plàstic als oceans. L'illa de plàstic més gran es va descobrir l'any 2009 i es troba a l'oceà Pacífic Nord⁸. Està formada per residus plàstics que, per l'acció de la llum solar, s'han fragmentant en trossos de la mida d'un gra d'arròs, però que mai arriben a desaparèixer, fet que dificulta encara més la seva recollida. Els plàstics s'agrupen per l'acció de les corrents marines i oceàniques que, amb l'ajuda del vent, mouen les grans quantitats de residus i les reagrupen en zones de remolins o vòrtexs. La fotodegradació dels plàstics és un problema, ja que aquests es poden desintegrar fins arribar al nivell molecular, això farà que els animals marins l'ingereixin per error, passant així a la cadena alimentària i afectant a l'ésser humà.

El 20% dels residus provenen de les embarcacions (tant per vessaments accidentals a causa de les tempestes com pels vessaments il·legals) i el 80% restant prové de l'acumulació dels plàstics a les platges o per l'acció del vent i els corrents marins. La majoria, però, prové de les nostres aigües residuals (després d'utilitzar productes amb microplàstics o de rentar roba sintètica).

Per a fer-nos una idea: es calcula que la superfície de l'illa de plàstic anteriorment esmentada és set vegades més gran que la superfície d'Espanya.

2.5.4 Microplàstics

Els plàstics, com tots sabem, poden tenir moltíssimes formes i colors, però tots són visibles per a l'ull humà. No obstant, mitjançant l'erosió de l'aigua i del vent, les altes temperatures i la llum solar, es degraden. Degradar no és el mateix que biodegradar⁹, només vol dir que es fragmenta en trossos més petits. Tan petits que no els arribem a veure però que segueixen existint, ja que mantenen la seva composició química. Aquests trossets tan petits s'anomenen microplàstics i són partícules sòlides, de mides inferiors als 5mm, que no es biodegraden i no són solubles en l'aigua. Aquesta és una de les problemàtiques del plàstic més importants, és la part que no veiem, el problema no visible.

Els microplàstics es poden dividir en dos grans grups:

D'una banda trobem els microplàstics primaris, que són els que han sigut creats original i intencionadament per a tenir aquesta mida diminuta. Són els microplàstics que molts productes que utilitzem diàriament contenen o poden contenir, per exemple: cremes d'exfoliació facial i corporal, gels de dutxa, protectors solars, roba sintètica, pasta de dents, sabons, envasos, aliments (sobretot peixos i marisc), sal, etc.

⁸ Concretament a les coordenades 135° a 155°O i 35° a 42°N.

⁹ Vegeu apartat 3.2.

De l'altra banda trobem els microplàstics secundaris, formats a partir de la degradació per processos ambientals de plàstics de mida més gran. Són microplàstics secundaris les fibres que s'alliberen a l'aigua després de rentar roba sintètica, els que contaminen els mars i oceans després de ser degradats de peces de plàstics més grans, etc.

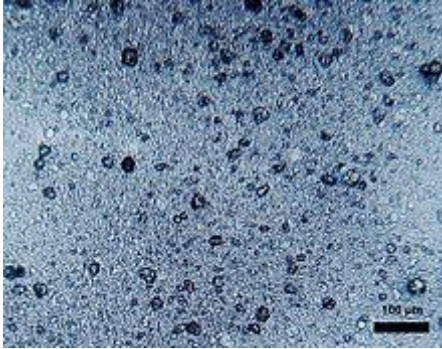


Figura 13: Microesferes de polietilè trobades en pasta de dents.

Font: Wikipedia

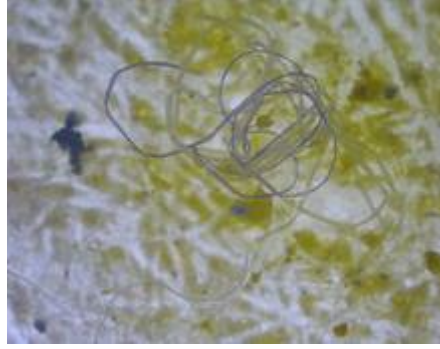


Figura 14: Fibres microplàstiques trobades a l'aigua marina.

Font: Wikipedia

Els microplàstics els podem incorporar al nostre cos a través de la respiració (si es troben en l'ambient) i/o per ingestió (si es troben en líquids o aliments), acabant als pulmons i als òrgans digestius. Una part pot ser eliminada per l'orina i els intestins però la resta romandran a la sang (la majoria són plastificants¹⁰, com els ftalats).

Un exemple molt clar de l'acció dels microplàstics és l'experiment realitzat aquest mateix any a Alemanya, pel canal televisiu i investigador "RTL", en el qual el reporter Jenkel von Wilmsdorff va voler provar en ell mateix els efectes (si n'hi havia) que podien produir-li els microplàstics durant un mes. L'experiment consistia en ingerir només aliments que estiguessin en contacte amb el plàstic, com més embolicats en plàstic millor, beure begudes d'ampolles de plàstic, ensabonar-se amb gels de dutxa que continguessin microplàstics, vestir-se només amb roba sintètica, etc. Després de quatre setmanes vivint entre el plàstic, unes proves i anàlisis de laboratori van mostrar el resultat: la presència de plastificants a la seva orina s'havien multiplicat per 200 i a la sang, per 400.

En resum; com més petits es fan els trossos de plàstic, més gran és el problema.

¹⁰ Els plastificants són additius que proporcionen flexibilitat i elasticitat al plàstic. Els més comuns i abundants són els "ftalats"

3. ALTERNATIVES

Com hem pogut adonar-nos en els paràgrafs anteriors, la naturalesa té el seu propi equilibri. Té processos de creació i destrucció, de manera que cap compost o substància hi és en una presència exagerada, totes les seves parts i mecanismes funcionen harmoniosament. Però amb la nostra presència, majoritàriament en els últims dos-cents anys, hem pogut comprovar que aquest equilibri ha estat alterat, i quan aquest fet es repeteix cada dia, realitzat per milions i milions de persones, durant molts anys, les conseqüències són desastroses.

Vivim i formem part d'un bucle constant de destrucció, el qual anem alimentant cada dia i que es va fent sempre més gros i destructiu, ja que als efectes directes dels productes contaminants hem de sumar-ne els indirectes, més difícils de quantificar, ja que no sempre són visibles. Un exemple per a poder comprovar aquest cicle destructiu és el de l'augment de la concentració de CH₄. Moltes de les fonts del gas metà (CH₄) són d'origen bacterià i si es produeix un augment de temperatures global provocarà també l'augment de la velocitat de reacció dels processos bacterians i, per tant, un augment de la concentració del CH₄. Però no tot acaba aquí, ja que la principal font d'absorció del CH₄ són els radicals OH, l'oxidant per excel·lència. L'augment de la concentració de CH₄ influirà en la concentració atmosfèrica dels OH (que disminuiran) i de CO₂ i H₂O (que augmentaran). També en són un exemple les aigües oceàniques, ja que són la principal font d'absorció del CO₂, però si pel escalfament global que es produeix per les emissions d'efecte hivernacle augmenten les temperatures, la solubilitat del CO₂ atmosfèric disminuirà, augmentant així el seu temps de residència atmosfèrica.

Per tant, podem veure que en la naturalesa tot està lligat, tots els processos depenen d'altres, de manera directa o indirecta. Tots aquests efectes són produïts per dos mecanismes: la retroalimentació positiva i la retroalimentació negativa. Encara que hi ha la presència de l'adjectiu "positiva" aquest es refereix al funcionament, no al resultat.

En el sistema de retroalimentació positiva, els efectes produïts produeixen una acumulació, un augment, és a dir, no mantenen un equilibri. És el cas del vapor d'aigua. A causa de l'escalfament provocat per l'efecte hivernacle, s'evaporarà més vapor d'aigua i hi haurà més aigua a l'atmosfera, augmentant l'efecte hivernacle (ja que el vapor d'aigua és el gas amb efecte hivernacle que provoca l'augment en la concentració d'altres gasos amb efecte hivernacle).

En el sistema de retroalimentació negativa, en canvi, el sistema estabilitza el resultat, creant així un equilibri, és a dir, el sistema respon en una direcció contrària a la senyal. És

el cas dels núvols per exemple. Els núvols provoquen el escalfament, ja que impedeixen l'escapament de la radiació terrestre (una retroalimentació positiva), però també l'impedeixen, reflectant la radiació solar a l'espai una altra vegada. S'ha comprovat que l'efecte de reflexió és més gran que el de sobreescalfament, per tant, tenen un sistema de retroalimentació negativa.

3.1 La naturalesa com a exemple

La naturalesa, com sempre s'ha dit, és savia. I a més, és l'exemple que hauríem de seguir. Si ens fixem en les seves lleis més importants podem observar que si les apliquem als nostres grans problemes actuals, com ho són tots els inconvenients del plàstic, podem trobar-hi la solució per seguir evolucionant i innovant d'una manera harmoniosa amb la Terra.

- Una de les seves lleis més importants és la del màxim aprofitament. Per exemple; al llarg de tota la cadena tròfica, els seus components es poden classificar en productors, consumidors i els que descomponen, segons quina sigui la seva funció. Els que descomponen (les bacteries) són els que tanquen el cicle, ja que s'encarreguen de transformar les restes d'altres animals i plantes mortes en matèria inorgànica, així eviten la pèrdua dels elements químics utilitzats al llarg de tota la cadena. A més, si no existissin els encarregats de descompondre, la Terra ara seria un abocador de dimensions inimaginables, ja que encara perdurarien sobre ella les restes de tots els éssers vius que van existir al planeta. Per això, el concepte "un sol ús" que tant utilitzem en la nostra societat actual, on tot té una vida útil curta i tot es llença sense parar-se a pensar on acabarà, no existeix en la natura, en la qual els excrements són fertilitzants i els cadàvers, aliment.
- El valor del "capital natural" és infinit i inimaginable. És molt difícil, per no dir impossible, calcular el valor dels ecosistemes, ja que no entenem o ni tan sols coneixem molts dels serveis que aquesta ens ofereix. Com que alguns serveis no es poden substituir amb cap tecnologia (com la producció de l'oxigen), el seu valor esdevé incalculable.
- La naturalesa està plena de cicles, com per exemple el de carboni, de nitrogen o de l'aigua. Adaptat a la nostra societat podria entendre's com una perfecta economia circular, on res es llença ni es malbarata.
- Tots els elements estan relacionats. Cap acció o esdeveniment es produeix en solitari i sense cap alteració. Tots els components dels ecosistemes, d'una manera o altra, es relacionen entre ells. Un simple canvi en el constant equilibri provoca greus conseqüències.

3.2 Conceptes

Els plàstics són universals, tothom els coneix, tothom en té i hi estem rodejats a totes hores. Però el mot «plàstic», encara que quan la majoria el sentim pensem en les seves formes més típiques com els envasos, ampolles, recipients, etc., engloba una gran classificació que, si no s'hi està familiaritzat, és molt fàcil no tenir-ne clares les diferències.

Encara que aquest treball només girarà entorn d'uns tipus determinats de plàstic, el primer que farem serà anomenar-los tots i definir-los de manera breu, per després centrar-nos exclusivament en els plàstics que volem estudiar i posar a prova.

DEGRADABLES

Que un plàstic sigui degradable és sinònim de que es trenca en fragments més petits, que redueix o perd les seves qualitats. Per tant, no vol dir que aquest desapareixi. Moltes vegades, els fabricants afegeixen aditius (que acceleren la seva degradació física) al plàstic per a que es pugui degradar en presència de la llum (fotodegradable) o es trenqui per oxidació (oxo-degradable), però el màxim resultat que es pot obtenir és que es trenqui en una pols fina o en trossets tant petits que quasi no es veuen (microplàstics).

Però mai arribarà a desaparèixer, per aquest motiu aquest terme moltes vegades és utilitzat per a fer màrketing, per a enganyar. Això provoca confusió en els consumidors, que poden consumir confondre els termes “degradable” i “biodegradable”.

BIODEGRADABLES

Un bioplàstic és capaç de descompondre's en condicions naturals, gràcies a l'acció enzimàtica dels microorganismes, bacteries, fongs i algues, transformant-se en nutrients, aigua, diòxid de carboni i biomassa.

Quan la descomposició es produeix en presència d'oxigen (com en el compostatge) s'obté diòxid de carboni, aigua, sals minerals i biomassa, i quan ho fa en absència d'oxigen (com als abocadors); diòxid de carboni, metà, sals minerals i biomassa. En els plàstics biodegradables, els microorganismes trenquen els àtoms de carboni de la cadena de polímers, per a poder digerir-lo. D'aquesta manera, el bioplàstic podrà ser processat i podrà tornar a la natura: es converteix en part del cicle de carboni.

COMPOSTABLES

El compostatge és un procés natural de descomposició de la matèria orgànica, portat a terme per invertebrats (insectes i cucs) i per microorganismes (fongs i bacteries) per a transformar els residus orgànics en un substrat que anomenem compost. Aquest substrat posteriorment serà utilitzat com a fertilitzant i adob.

El compostatge es caracteritza pel fet de realitzar-se sota unes condicions específiques:

- a) Humitat: El grau d'humitat ha de ser òptim (l'aigua és el mitjà de transport de les substàncies solubles que serveixen d'aliment per a les cèl·lules). Si hi ha molta humitat l'aigua ocuparà els espais que hauria d'ocupar l'aire i faltarà oxigen; es produirà la putrefacció. Si la humitat disminueix, en canvi, també disminuirà l'activitat dels microorganismes que intervenen en la descomposició de la matèria orgànica.
- b) Temperatura: La temperatura depèn en bona part de l'activitat dels microorganismes, ja que aquesta augmenta si la seva activitat també ho fa. No obstant, si la temperatura supera els 70 °C ja no es produirà la descomposició, sinó la combustió i els nutrients es degradaran.
- c) Ventil·lació: El compostatge és la degradació aeròbica de la matèria orgànica, és a dir, amb la presència de l'oxigen, per tant, es necessita una correcta ventil·lació per a que es produeixi un bon procés de compostatge, ja que l'oxigen és necessari per a mantenir l'activitat microbiana.

Quan un material és compostable vol dir que es biodegrada, produint diòxid de carboni, aigua, compostos inorgànics i biomassa, és a dir, produeix compost o adob orgànic. Tot això ho fa durant un període de temps determinat i en unes condicions específiques. Això vol dir que si es llença un producte que ha estat marcat com a compostable enmig de la natura, s'acabarà biodegradant, però no compostant, ja que tardarà molt més i no ho farà seguint les condicions del compostatge. Per això també s'ha de distingir entre biodegradable i compostable, ja que un material biodegradable no vol dir que sigui compostable, però un material compostable sempre serà biodegradable.

BIOPLÀSTICS

Són aquells que es fabriquen a partir de fonts naturals i renovables. La majoria de bioplàstics són biodegradables i compostables.

En els bioplàstics hi ha una mica de polèmica: no totes les maneres de produir bioplàstics són sostenibles i/o respectuoses amb el medi ambient, per exemple; el bioetanol. Per una part tenim l'origen de la matèria prima, ja que com que prové de sucres, midons o biomassa s'hauran de fer moltes plantacions per a poder extreure'n bioplàstic, pero això també es pot interpretar com un malbaratament d'aliments sobretot. També és important tenir en compte el balanç entre l'energia consumida directament per a fer-lo amb la quantitat d'energia del producte final.

En resum, la natura ens proporciona una infinitat de recursos i, el més important de tot: la vida; sense demanar res a canvi, és per això que davant la immensa problemàtica actual a què ens estem enfrontant cada dia i amb la qual l'estem destruint, no ens falten solucions ni alternatives, només cal parar atenció al nostre entorn,

“Sólo cuando el último árbol esté muerto, el último río envenenado y el último pez atrapado, te darás cuenta que no puedes comer dinero.”

Cap de les tribus ameríndies, Noah Sealth (1786-1866)

4. PART EXPERIMENTAL

El treball de camp realitzat és la part més important d'aquest treball. La part experimental del treball consta bàsicament de dos grans blocs: la comprovació dels resultats que prometen els productes “eco-friendly” i la creació de bioplàstics casolans.

Els motius pels qual vam triar de fer la comprovació de certs productes venuts com a biodegradables i/o compostables es deuen al petit percentatge de desconfiança que ens produeixen. Certament som partidaris de la substitució del plàstic per alternatives més respectuoses però també volem assegurar-nos que aquestes ho siguin realment i compleixin la seva funció completament i no a mitges.

És per això que també hem cregut oportú poder aprendre'n més d'aquestes noves alternatives mitjançant l'experiència pròpia, és a dir, creant i experimentant amb les nostres pròpies alternatives del plàstic.

4.1 Càpsules compostables Novell

El motiu pel qual vam triar les càpsules biodegradables de cafè de l'empresa Novell és el seu lloc de procedència, ja que la multinacional BASF, que es troba a Tarragona, és qui s'encarrega de la producció de la materia primera, amb la marca comercial Ecovio, que després ven a empreses com Novell, que és l'encarregada de fabricar les càpsules.

Després d'haver buscat informació de les càpsules per Internet, a la pàgina de l'empresa Novell i a l'envàs mateix de les càpsules, ens hem trobat amb què hi ha molt poca informació i, per tant, no hem trobat el que més ens interessava: les condicions òptimes per al compostatge de les càpsules. En l'envàs només hi podem trobar les següents paraules: *“La càpsula de cafè que está a punto de tomar está compuesta a partir de sustancias renovables de maíz. La última innovación tecnológica que permite disfrutar de un café en cápsula sin que sea una acción devastadora para el medio ambiente. Todos los Componentes de la cápsula (cápsula, tapa y adhesivo) cumplen con la norma EN-13432 y están certificadas por OKCOMPOST. En condiciones óptimas de humedad, temperatura y oxígeno se degradan completamente en 12 semanas. La única cápsula que se degrada totalmente sin dejar*



Figura 4.1: Càpsules compostables Novell

Font: Elaboració pròpia



Figura 4.2: Informació dels fabricants de les càpsules

Font: Elaboració pròpia

residuos. Depositar las cápsulas consumidas en la fracción orgánica. Además, hemos elegido un café 100% ecológico de alta calidad para que sea un producto 100% sostenible.”

Això ens ha portat a pensar, ja que encara que el consumidor vulgui ser respectuós amb el medi ambient i les utilitzi, no coneix les condicions per a que el compostatge sigui òptim i realment compleixi l'ús respectuós amb el medi ambient que l'empresa promet en tan sols 12 setmanes.

Per tant, hem decidit portar a terme una sèrie de proves i controls setmanals de les càpsules per a poder conèixer el comportament d'aquestes enfront diverses condicions d'humitat, ambient, temperatura, aigua i terra. El pes net de cada càpsula és de 5'3g i el paquet està format per deu càpsules. Per a esbrinar quines són les condicions "ideals", que ens indiquen en l'envàs els fabricants sense donar-nos més informació, hem triat quatre ambients diferents i en cadascun d'ells hi hem posat tres càpsules; una sense utilitzar, una utilitzada (després d'haver-la fet servir) i una buida de café, és a dir, únicament el material compostable, per així poder aprofitar l'observació i veure si la quantitat de café i l'aparició de l'aigua (que es necessita per fer el café) influeixen en la rapidesa del procés de compostatge. Les càpsules les hem posat dins de recipients de vidre i sense tapa, per a què hi pugui entrar oxigen.

Els diferents ambients i condicions on hem ubicat les càpsules són:

-Càpsules num. 1: Exposades a temperatures altes i a la llum solar: al jardí exterior de casa, on hi toca molt el sol.

-Càpsules num. 2: Exposades a temperatures baixes: a l'interior d'una nevera, on la temperatura és més baixa que a l'exterior de casa.

-Càpsules num. 3: Submergides totalment en l'aigua, tres en l'aigua de l'aixeta i tres més en l'aigua de mar (per a veure'n el comportament si aquestes acaben en el mar, com ho fan moltíssims plàstics i residus).



Figura 4.3:
Compostadora de jardí

Font: Elaboració pròpia

-Càpsules num. 4: Col·locades dintre d'una xarxa, que puguem estirar per a observar-les, i enterrades entre la terra d'un compostador.^{11 12}

4.1.1 Diari d'observacions

El procés de documentació el durem a terme a la mateixa hora setmanalment. L'observació consistirà en una fotografia de l'estat de la càpsula, l'anotació del seu pes en aquell moment i les observacions o canvis que pateixi o no. L'observació del procés de decomposició i compostatge de les càpsules compostables "Novell" comença el dia 19 de juliol de 2019.

A més, cada setmana i a la mateixa hora, mesurarem la temperatura i la humitat, per així poder veure al final de l'observació completa en quins nivells de temperatura i humitat s'han descompost o no les càpsules.

SETMANA 1 (19 JULIOL): Avui comença l'observació. Hem col·locat cada càpsula al seu lloc i hem mesurat el pes, la humitat i la temperatura.

SETMANA 2 (26 JULIOL): En aquesta segona setmana d'observació hem pogut observar els primers canvis visibles en l'aparença de les càpsules.

En les càpsules exposades a temperatures altes veiem que en la càpsula buida es poden començar a veure uns "pelets" o "filaments" blancs molt fins al voltant d'aquesta.

En les càpsules de la nevera de moment no observem cap canvi, tret dels mateixos "filaments" blancs en la càpsula buida que les càpsules anteriors però en menor proporció.



Figura 4.4: Filaments blancs de la càpsula buida.

Font: Elaboració pròpia



Figura 4.5: Filaments blancs de la càpsula buida.

Font: Elaboració pròpia

¹¹ Cal esmentar que en un principi s'havia plantejat d'afegir una cinquena categoria de càpsules referida a la humitat. Pensant-ho bé, però, vam adonar-nos-en que, vivint en un país tan humit i càlid com Espanya i, a més, a la vora de la costa, no serviria de res, perquè la humitat variaria uns nivells molt insignificants. A més, per a la càpsula que hagués de ser observada en un ambient molt poc humit, ens caldrien càmeres i aparells molt especialitzats dels quals no disposem.

¹² Les càpsules, després d'haver estat utilitzades, han estat dos dies asseccant-se, ja que l'aigua utilitzada a l'hora de fer el café podria influir en el pes. A més, les càpsules número 3, que estan submergides en l'aigua, a l'hora de treure-les per pesar-les les deixarem assecar durant 30 minuts, ja que sinó la majoria del pes seria de l'aigua, així obtindrem un pes més fiable.

A l'aigua de les càpsules submergides amb cafè al seu interior, s'hi ha creat una pel·lícula/pell fina a la superfície. La diferència més visible entre les càpsules que estan en aigua d'aixeta i les que estan en aigua de mar és que la càpsula que està plena i sense utilitzar, en l'aigua d'aixeta veiem que l'aigua s'ha tornat més fosca, d'un color marronós, i en l'aigua de mar, en canvi, no hi veiem cap canvi de color, l'aigua segueix transparent.



Figura 4.6: Càpsules submergides

Font: Elaboració pròpia

En les càpsules del compost veiem els canvis més visibles. Observem com els insectes i la terra fresca de la compostadora hi han deixat les seves marques. En la càpsula buida, com que hi podem veure el seu interior observem un parell d'insectes petits al seu interior.



Figura 4.7: Càpsules del compost.

Font: Elaboració pròpia

SETMANA 3 (2 AGOST): Aquesta setmana els canvis no han sigut molt significants respecte la setmana anterior.

Les càpsules que estan tot el dia al sol, segueixen igual visualment, remarcant que a la càpsula buida els "filaments" blancs van augmentant poc a poc.

Les càpsules situades en la nevera no presenten cap canvi remarcable.

A les càpsules que estan tot el dia dins l'aigua, hi podem comprovar l'augment de la pel·lícula que es forma en la superfície de l'aigua, també degut a la falta de moviment i corrent d'aquesta. L'aigua de les càpsules amb cafè va tornant-se cada vegada més fosca.



Figura 4.8: Pel·lícula formada a la superfície de l'aigua.

Font: Elaboració pròpia

Les càpsules de la compostadora van augmentant les seves taques de terra i aparició de microorganismes i insectes que participen en el seu compostatge.



Figura 4.9: Càpsules del compost

Font: Elaboració pròpia

SETMANA 4 (9 AGOST): Els canvis són lents però progressius.

En les càpsules situades a plena radiació solar podem veure només canvis en la càpsula buida en forma de l'augment dels filaments blancs.



Figura 4.10: Augment dels filaments

Font: Elaboració pròpia

Les càpsules de la nevera segueixen igual que la setmana anterior, almenys a ull nu.

En les càpsules submergides en l'aigua, ja en la setmana 4, podem veure una clara disminució de la quantitat d'aigua, que s'ha anat evaporant. A banda d'aquest aspecte, l'aigua segueix enfosquint-se i creant la pel·lícula creada per la falta de moviment d'aquesta.



Figura 4.11: Càpsules submergides

Font: Elaboració pròpia

Les càpsules del compost, aquesta setmana les hem trobat més plenes de terra humida, però això depèn molt de la quantitat de materia orgànica abocada durant la setmana.



Figura 4.12: Càpsules del compost

Font: Elaboració pròpia

SETMANA 5 (16 AGOST): Segons els fabricants, ja ha passat un terç del temps de compostatge (un mes dels tres totals).

Les càpsules exposades a la llum solar segueixen fent petits canvis, però veiem que en la càpsula plena i utilitzada, la fina capa exterior s'està començant a aixecar, creiem que és degut a la tempesta que s'ha produït aquesta mateixa setmana.



Figura 4.13: Càpsula exposada al sol

Font: Elaboració pròpia

Les de la nevera són les que menys canvis visibles tenen. Segueixen igual que el primer dia.

En les càpsules de l'aigua, aquesta segueix disminuint, calculem que la setmana vinent n'haurem d'afegir-ne més.

Les càpsules del compost cada vegada estan més plenes d'insectes, alguns són fins i tot quasi impossibles d'apreciar a simple vista.



Figura 4,14: Càpsules del compost

Font: Elaboració pròpia

SETMANA 6 (23 AGOST): Les càpsules segueixen progressant, però lentament, per això no hi ha cap canvi significatiu. L'únic aspecte important és la quantitat d'aigua restant en les càpsules submergides. Com que ja s'ha evaporat una gran part de l'aigua (es pot comprovar en les marques que l'aigua estancada ha anat deixant en el recipient), hem hagut d'afegir-ne 100mL més a cada càpsula.



Figura 4.15: Càpsules submergides

Font: Elaboració pròpia

SETMANA 7 (30 AGOST): Les càpsules de la nevera no experimenten cap canvi, només hi ha els petits filaments blancs de la càpsula buida. En les càpsules de l'aigua veiem com el color ja no es l'original i la capa exterior s'arruga, i en les càpsules del compost, sempre hi ha més terra humida i insectes de tot tipus adherits, però en cap de les càpsules anteriors hi podem observar un canvi al material del recipient, és a dir, la part de la càpsula que segons els fabricants és compostable.

SETMANA 8 (6 SETEMBRE): En algunes càpsules al sol, de la nevera i de l'aigua comencem a veure que, o bé s'aixeca la capa externa de la càpsula o bé es trenca una mica la part inferior de la càpsula, fent sortir alguns grans de café. A banda d'aquest aspecte les càpsules no presenten canvis importants.



Figura 4.16: Aixecament de la capa exterior

Font: Elaboració pròpia



Figura 4.17: Part inferior d'algunes càpsules

Font: Elaboració pròpia

SETMANA 9 (13 SETEMBRE): Els canvis respecte la setmana anterior no són significatius. A l'hora de treure les càpsules del compost però, com que hem vist que hi havia molts cucs i insectes fent la seva feina i era complicat treure-los per a poder pesar les càpsules, hem decidit deixar-les en el seu lloc i treure-les quan finalitzi el període d'observació, així tots els microorganismes i insectes podran realitzar la seva tasca sense ser interromputs setmanalment.

SETMANES 10, 11 i 12 (20, 27 de setembre i 4 d'octubre): Durant aquestes tres setmanes no hi ha hagut grans canvis i com que ja ens apropem al final del període d'observació, seguirem deixant les càpsules del compost a la compostadora, sense treure-les per observar-ne el seu estat.

SETMANA 13 (11 d'octubre): Durant aquesta setmana tampoc hi ha hagut cap canvi respecte la setmana anterior. Això és un punt interessant, ja que segons els fabricants de les càpsules, aquestes ara ja haurien de ser descompostes o, si més no, en una fase ja molt avançada, i la realitat no és aquesta. Cal remarcar que les càpsules del compost hem seguit sense treure-les, ja que esperem a l'última setmana per a no alterar-ne resultats.

SETMANA 14 (18 d'octubre): No hi ha canvis significatius en l'estat de les càpsules.

SETMANA 15 (25 d'octubre): Avui finalitza el procés d'observació de les càpsules compostables Novell. A continuació hem realitzat un petit esquema per poder veure més clarament la comparació dels resultats finals respecte dels inicials.¹³

¹³ Vegeu l'annex per trobar totes les dades de cada càpsula durant el procés d'observació.

Càpsules número 1: Exposades a temperatures altes i a la llum solar: al jardí exterior de casa, on hi toca molt el sol.

Càpsules sense utilitzar:



A banda d'un lleuger enfosquiment i aixecament de la capa exterior no s'han produït canvis.

Càpsules utilitzades:



La capa exterior s'ha aixecat considerablement.

Càpsules buidades:



A banda de l'aparició de petits i fins filaments blancs no hi ha canvis significatius.

Càpsules num. 2: Exposades a temperatures baixes: a l'interior d'una nevera, on la temperatura és més baixa que a l'exterior de casa.

Càpsules sense utilitzar:



No s'ha produït cap canvi en la seva aparença.

Càpsules utilitzades:



No s'ha produït cap canvi en la seva aparença.

Càpsules buidades:



Encara que no es pot apreciar hi ha una petita aparició de filament blancs.

Càpsules num. 3: Submergides totalment en l'aigua, tres en l'aigua de l'aixeta i tres més en l'aigua de mar (per a veure'n el comportament si aquestes acaben en el mar, com ho fan moltíssims plàstics i residus).

a) Càpsules submergides en aigua d'aixeta

Càpsules sense utilitzar:



La capa exterior s'ha enfosquit notablement però si rentem la resta de la càpsula podem comprovar que la pel·lícula de l'aigua es pot treure i segueix en el mateix estat que a l'inici.

Càpsules utilitzades:



La capa exterior està més deteriorada però, igual que la càpsula anterior, si la netegem podem comprovar que la resta de la càpsula està igual d'intacta que al principi.

Càpsules buidades:



No hi ha canvis en la seva aparença.

b) Càpsules submergides en aigua de mar

Càpsules sense utilitzar:



La capa exterior s'ha enfosquit notablement però si rentem la resta de la càpsula podem comprovar que la pel·lícula de l'aigua es pot treure i segueix en el mateix estat que a l'inici.

Càpsules utilitzades:



La capa exterior està més deteriorada però, igual que la càpsula anterior, si la netegem podem comprovar que la resta de la càpsula està igual d'intacta que al principi.

Càpsules buides:



No hi ha canvis en la seva aparença.

Càpsules num. 4: Col·locades dintre d'una xarxa, que puguem estirar per a observar-les, i enterrades entre la terra d'un compostador.¹⁴

Càpsules sense utilitzar:



Podem observar que la capa exterior de la càpsula estava ja a punt de desprendre's (de color marró). A banda de la capa exterior, la resta de la càpsula només està plena de terra però igual que a l'inici de l'observació.

Càpsules utilitzades:



El que trobem enmig de la càpsula és la quantitat de cafè utilitzat que s'ha compactat. La resta de la càpsula segueix intacta (només està plena de terra).

Càpsules buidades:



Si treiem la terra podem comprovar que la càpsula té el mateix aspecte que inicialment.

¹⁴ Hem aprofitat per posar dintre de la compostadora també uns coberts de plàstic "biodegradable" industrials i així poder veure també el resultat final a l'hora d'extreure'n les càpsules. Podeu trobar-lo a l'annex.

RESULTATS DE LA MESURA SETMANAL DEL PES

A continuació hem adjuntat la taula de dades que conté el pes de cada càpsula (en grams) durant cada setmana. ¹⁵

Taula 1: Pes de cada càpsula durant 15 setmanes.

	SET. 1, 11:00h	SET. 2, 11:00h	SET.3, 11:00h	SET.4, 11:00h	SET.5, 11:00h	SET.6, 11:00h	SET.7, 11:00h
1.1.	8,33	8,51	8,48	8,04	8,51	8,5	8,56
1.2.	12,29	7,23	7,11	6,73	7,52	7,05	7,07
1.3.	2,31	2,3	2,29	2,14	2,32	2,32	2,31
2.1.	8,38	8,4	8,4	8,3	8,4	8,38	8,43
2.2.	12,97	10,5	9,15	7,97	7,4	7,33	7,32
2.3.	2,31	2,34	2,26	2,25	2,27	2,27	2,29
3.1.1.	8,31	15,52	15,53	15,19	15,28	15,31	15,21
3.1.2.	13,02	14,95	15,13	14,65	15,66	15,71	15,68
3.1.3.	2,31	2,36	2,51	2,4	2,52	2,51	2,5
3.2.1.	8,37	11,78	12,65	12,94	14,12	15,15	15,98
3.2.2.	13,81	16,11	16,1	15,63	16,39	16,94	16,84
3.2.3.	2,31	2,51	2,69	2,77	2,61	2,64	2,6
4.1.	8,4	11,26	10,9	15,63	15,7	15,57	15,49
4.2.	13,16	12,04	11,12	13,7	14,98	14,06	14,56
4.3.	2,31	2,55	2,39	2,69	2,55	2,55	2,94

	SET.8, 11:00h	SET.9, 11:00h	SET.10, 11:00h	SET.11, 11:00h	SET.12, 11:00h	SET.13, 11:00h	SET.14, 11:00h	SET.15, 11:00h
8,43	8,38	8,21	8,61	8,6	8,58	8,4	8,6	
6,93	6,96	7,12	7,06	7,03	7,01	6,94	11,55	
2,31	2,26	2,21	2,3	2,3	2,31	2,29	2,29	
8,4	8,18	7,92	8,43	8,43	8,45	8,41	8,4	
7,26	7,18	7,08	7,26	7,25	7,23	7,22	7,2	
2,31	2,25	2,22	2,31	2,3	2,3	2,3	2,3	
15,31	15,24	15,01	15,6	15,56	15,54	15,33	12,56	
15,73	15,65	15,32	15,5	15,5	15,49	15,56	12,25	
2,53	2,48	2,5	2,65	2,6	2,53	2,57	2,35	
16,93	17,4	16,2	17,58	17,55	17,51	17,72	16,34	
17,02	17,3	17,75	17,31	17,58	17,65	17,79	16,41	
2,59	2,65	2,71	2,73	2,73	2,74	2,71	2,46	
14,8							2,63	
15,17							5,89	
2,55							2,34	

¹⁵ Falten els valors de les càpsules número 4 durant les setmanes 9, 10, 11, 12, 13 i 14, ja que vam prendre la decisió de no treure-les del copost per a no interrompí el possible procés de descomposició dels microorganismes.

Durant la primera setmana d'observació, el pes de les càpsules submergides en aigua i de les càpsules del compost augmenta considerablement, ja que l'aigua absorbida i la terra adherida n'alteren el resultat. Cal remarcar que durant tot el procés d'observació hi ha alguns valors que també han patit una alteració ja que, per exemple, les càpsules exposades a temperatures altes i a la llum solar, com que estaven a l'exterior de casa, quan plovia han absorbit aigua, cosa que ha augmentat el seu pes.

Quan va finalitzar l'observació vam rentar la part exterior de les càpsules, ja que moltes estaven cobertes de terra o de la fina pel·lícula de la superfície de l'aigua i donava la sensació que el material de les càpsules ja s'havia començat a degradar. El resultat va ser inesperat: realment cap de les càpsules havia patit cap canvi en el material, que seguia exactament igual que al principi.



Figura 4.18: Càpsules utilitzades en el procés d'observació.

Font: Elaboració pròpia

CONCLUSIONS DE L'OBSERVACIÓ DE LES CÀPSULES COMPOSTABLES NOVELL

Després de 15 setmanes d'observació de les càpsules en diferents condicions i ambients hem arribat a la conclusió menys esperada: només hi ha hagut canvis molt insignificants, cap càpsula presenta ni tan sols un cert grau de descomposició o compostatge.

La nostra hipòtesi era que, encara que no complissin totalment amb l'interval de temps que els fabricants prometien, hi haurien canvis significants que podien donar esperança al producte. Les càpsules en les quals més canvis esperavem eren les que estaven submergides en l'aigua i les que estaven situades dintre de la compostadora. Els resultats de cada grup de càpsules són els següents:

- A. Les càpsules número 1 (exposades a altes temperatures i la llum solar) segueixen pràcticament igual, exceptuant la càpsula utilitzada, que presenta la capa exterior aixecada.
- B. Les càpsules número 2 (situades a la nevera) són les que menys canvis han patit. La seva aparença segueix exactament igual que al principi.
- C. Les càpsules número 3 (submergides en l'aigua) només s'han cobert de la fina pel·lícula que s'havia format a la superfície de l'aigua i s'ha enfosquit la part de la capa exterior de la càpsula.
- D. Les càpsules número 4 (dintre de la compostadora) s'han omplert de terra del compost i d'insectes, cucs i microorganismes però no presenten cap canvi ni descomposició en les parets de la càpsula. Resumint; només ha "desaparegut" el cafè que es trobava a l'interior de les càpsules.

4.2 Creació de bioplàstics

Avui en dia no hi ha una ciència ni una data exacta que pugui predir la fi definitiva del petroli, però sabem que no és una font infinita, ja que encara que sigui renovable, el ritme amb que l'estem explotant (la taxa de consum és un milió de vegades més ràpida que la taxa de producció natural del petroli), ens assegura que algun dia arribarà a la seva fi.

La solució, no obstant, no és esperar l'arribada d'aquest dia per a poder aprofitar-lo al màxim mentre duri, ja que els efectes negatius i destructius que aquest està causant mai no podran fer-se reversibles, deixant greus conseqüències als ecosistemes, animals, poblacions i qualsevol tipus de vida del planeta Terra.

Per aquest motiu, vam sentir la necessitat i curiositat de crear i experimentar amb alternatives que substitueixin el plàstic convencional, de manera que puguem satisfer les

mateixes necessitats però sense destruir el medi ambient i les formes de vida que hi habiten. A continuació s'explicaran les receptes que hem seguit, les observacions que hem anat veient en cada variable i les proves que hem realitzat a cada mostra, per a poder valorar-ne les propietats que presenta cadascun.

4.2.1 Receptes de bioplàstics

El segon gran bloc de la part experimental del treball és la creació de bioplàstics casolans. Hem partit de receptes d'Internet que, després de realitzar-les, hem anat "perfeccionant" nosaltres mateixos, és a dir, variant la quantitat de determinats ingredients segons els resultats observats i el que volíem aconseguir.

En total hem creat set bioplàstics; quatre amb midó de blat de moro, un amb midó de patata i dos amb pells de fruites.

L'objectiu que pretenem assolir és la similitud de propietats d'un plàstic biodegradable amb les del plàstic convencional que prové del petroli. Per tant, les propietats que esperem dels bioplàstics (no tenen perquè coincidir totes en un, ja que cada plàstic serveix per a coses diferents) són la flexibilitat i duresa (depenent de la funció que hagin d'exercir), la solubilitat en l'aigua, la resistència i, sobretot, el grau de compostatge.

Després d'aconseguir tots els ingredients, el procediment per a formar el bioplàstic és comú per a totes les variants amb el midó de blat de moro:

Afegim i barrejem tots els ingredients en un bol fins que aconseguim una massa d'aspecte homogeni sense grumolls. Obtindrem un líquid blanquinós (si no afegim cap colorant) molt semblant a la llet. Ara, esperem a que es calenti la vitroceràmica i hi posem la cassola antiadherent al damunt. Aboquem el líquid blanquinós a la cassola i ho remenem tota l'estona amb la cullera antiadherent a foc lent. A mesura que anem remenant veiem que el líquid es va espessant i adquireix una consistència gelatinosa. Seguim remenant fins que ja no queda cap part líquida. Finalment, retirem la cassola del foc i deixem que es refredi una mica per a poder manipular-la. Aboquem la massa en una superfície antiadherent o un motlle i la deixem assecar durant una setmana aproximadament.

1. MIDÓ DE BLAT DE MORO

1.1. Recepta base

La recepta de la qual partim l'hem extret d'Internet.¹⁶

Ingredients

- 30g midó de blat de moro
- 4 cullerades d'aigua
- 1 cullerada de vinagre
- 1 cullerada de glicerina

Materials

- bol
- cassola antiadherent
- cullera antiadherent
- vitroceràmica
- superfície antiadherent (safata, paper film)
- motlles diferents

Observacions:

Després d'obtindre la massa farinosa, l'hem posat al voltant d'un got de plàstic per a que agafi la forma d'aquest. A l'hora de manipular-la i tocar-la notem una consistència farinosa i dura.



Figura 4.19: Procediment de la primera recepta de bioplàstic

Font: Elaboració pròpia

Resultats: Després de deixar-lo assecar uns dies, ens vam adonar que, a causa de la gran quantitat de midó respecte els altres ingredients, el bioplàstic havia quedat més doble i es trencava en trossos fàcilment, no era gens elàstic. Com més dies passaven i més s'assecava, perdia més flexibilitat.

¹⁶ BRICOLAJE10.COM concretament.



Figura 4.20: Resultat de la primera recepta de bioplàstic

Font: Elaboració pròpia

1.2. Seguiment de la recepta base però disminuint la quantitat de midó

Ingredients

- 10g midó de blat de moro
- 60mL d'aigua
- 5mL de vinagre
- 6'5g de glicerina

Materials

- bol
- cassola antiadherent
- cullera antiadherent
- vitroceràmica
- superfície antiadherent (safata, paper film)
- motlles diferents

Observacions: Amb aquesta variant veiem que, després de barrejar-ho tot i escalfar-ho, la massa queda més líquida i fàcil de manipular, no és tant enganxosa com la de la primera recepta, que té molta més quantitat de midó de blat de moro. Per a que no sigui sempre de color blanc i transparent hi hem afegit colorant natural, és a dir, d'espècies com el curry i el pebrot.



Figura 4.21: Procediment de la segona recepta de bioplàstic

Font: Elaboració pròpia

Resultats: El bioplàstic resultant és molt més fi i es pot doblegar sense trencar-se, ens recorda al film transparent per a embolicar entrepanes o safates de fruita i verdura.



Figura 4.22: Resultat de la segona recepta de bioplàstic

Font: Elaboració pròpia

1.2.1. Seguiment de la recepta base però afegint menys glicerina

Ingredients

- 10g midó de blat de moro
- 60mL d'aigua
- 5mL de vinagre
- 2g de glicerina

Materials

- bol
- cassola antiadherent
- cullera antiadherent
- vitroceràmica
- superfície antiadherent (safata, paper film)
- motlles diferents

Observacions: Després de seguir la recepta, hem posat una part del bioplàstic en motlles de galetes i l'altra part l'hem estès pel paper de forn, per a que ens quedi pla.



Figura 4.23: Procediment de la tercera recepta de bioplàstic

Font: Elaboració pròpia

Resultats: Després d'assecar-se el bioplàstic hem pogut observar diverses coses. La part que estava dintre dels motlles de galetes (on hi havia molta massa concentrada) va quedar molt dura i rígida i la part que vam estendre pel paper de forn va quedar desigual; on hi havia molta massa va quedar dura i on només hi havia una fina capa de massa va quedar una capa de bioplàstic molt fina i fràgil, que es trenca si es toca.



Figura 4.24: Resultat de la tercera recepta de bioplàstic

Font: Elaboració pròpia

*Aquesta recepta l'hem repetit una altra vegada, però triplicant les quantitats de cada ingredient, ja que vam poder observar que si deixàvem assecat una capa doble de massa es tornava dur i rígid, i si escampàvem una capa fina, el resultat era semblant al plàstic film, i això ens va portar a la idea de replicar les safates de plàstic de fruites i verdures que trobem als supermercats.

Resultats: Després de deixar passar una setmana per a que el bioplàstic s'assequés completament vam obtenir dos resultats. El resultat no deïtjat va ser que després d'haver-se assecat, el bioplàstic es trenca (sense ser tocat ni manipulat per ningú) en fragments més petits. El bon resultat, i el que esperàvem, és que els trossos situats dintre de la safata (vam posar-hi una capa doble i gruixuda de massa expressament) s'han tornat extremadament rígids, i la capa fina al contrari, és a dir, s'ha convertit en una capa de bioplàstic fina i fràgil.



Figura 4.25: Procediment i resultat de la tercera recepta de bioplàstic repetida

Font: Elaboració pròpia

1.2.2. Recepta base però afegint més glicerina

Ingredients

- 10g midó de blat de moro
- 60mL d'aigua
- 5mL de vinagre
- 10g de glicerina

Materials

- bol
- cassola antiadherent
- cullera antiadherent
- vitroceràmica
- superfície antiadherent (safata, paper film)
- motlles diferents

Observacions: A l'hora d'estendre la massa pel paper antiadherent ho hem fet de dues maneres (per a observar el resultat després d'assecar-se). La de l'esquerra de la fotografia és una capa més fina, hi ha menys quantitat, a la de la dreta, en canvi, hi hem posat més quantitat, és més doble.



Figura 4.26: Procediment de la quarta recepta de bioplàstic

Font: Elaboració pròpia

Resultats: Com que és la variant que més glicerina té, encara que hagi estat una setmana assecant-se encara podem notar-la com una massa molt gelatinosa i gens rígida. Ha conservat les bombolles que tenia quan l'hem estès pel paper. La part de l'esquerra és fina, flexible i transparent, també ens recorda al film transparent que trobem en molts productes alimentaris. La part de la dreta és més doble, però segueix sent flexible i es pot doblegar.



Figura 4.27: Resultat de la quarta recepta de bioplàstic

Font: Elaboració pròpia

2. MIDÓ DE PATATA

2.1. Recepta ja determinada amb midó de patata i presència d'àcid clorhídric / sulfumant (HCl) i hidròxid de sodi / sosa (NaOH)

La recepta i el procediment els hem extret d'Internet.¹⁷

Ingredients

- 1 patata
- 225mL aigua
- 3mL HCl 0'1M
- 2mL glicerina
- 1mL NaOH 0'1M

Materials

- pelador
- ratllador
- bol
- got de precipitats
- morter
- colador
- pipeta
- vareta
- paper indicador de pH
- vitroceràmica
- superfície antiadherent

Procediment: Pelem i ratllem una patata. Quan tenim la patata ratllada, hi afegim 100mL d'aigua i ho trituram amb un morter. A continuació, ho passem per un colador per a separar el líquid de la patata ratllada. Repetim aquest pas una altra vegada tornant-hi a afegir una mica d'aigua. Deixem reposar 5 minuts, per a què el midó es sedimenti al fons del got o recipient. Ara el líquid pot ser decantat, així tindrem el líquid en un recipient i el midó en un altre. Tornem a afegir 100mL d'aigua al midó i la decantem. Deixem assecar el midó de la patata durant dos dies a l'aire lliure per a aconseguir una mena de pols blanca. Aquesta és la primera part del procediment.

En la segona part, ens posem una bata, ulleres i guants de seguretat, ja que estem experimentant amb substàncies corrosives¹⁸. Mesurem 2'5g de midó de patata en un got de precipitats i hi afegim 25mL d'aigua i 3mL d'HCl 0'1M (mesurats amb una pipeta). Ho remenem amb una vareta i afegim 2mL de glicerina, tornem a remenar. Ara, hem de calentar la mescla durant 5 minuts. Comprovem el grau d'acidesa de la mescla utilitzant un paper indicador de pH. Ens sortirà d'un color taronja fosc (pH=2) que vol dir que és àcid (en aquest cas, com que hi ha molt poca quantitat d'HCl és poc àcid), per això,



Figura 4.28: Paper indicador de pH
Font: Elaboració pròpia

¹⁷ Vídeo de YouTube "Plastics from Potatoes: practical demonstration" de David Read.

¹⁸ Vegeu les fitxes de seguretat de les substàncies corrosives a l'annex.

per a neutralitzar-la, afegirem 1mL de NaOH 0'1M fins que el paper indicador de pH es torni de color taronja (pH=7), que és el punt neutre. Finalment, passarem la mescla a una superfície antiadherent i la posarem al forn a 100°C durant 1'40h.



Figura 4.29: Procediment de la recepta amb midó de patata

Font: Elaboració pròpia

Resultats: El resultat és molt semblant al del bioplàstic 1.2.2., amb la única diferència de les petites bombolletes que es creen en deixar-lo assecar, aquest bioplàstic en té menys. És molt fàcil doblegar-lo i no es trenca, es trenca o es ratlla només si el ratllem amb algun instrument punxant o hi apliquem força per realitzar l'acció de trencar-lo.



Figura 4.30: Resultat de la recepta amb midó de patata

Font: Elaboració pròpia

Després d'haver realitzat la recepta la primera vegada vam adonar-nos que la quantitat obtinguda no era suficient per a després poder realitzar les proves de resistència. Per això, vam tornar a fer-la, duplicant les quantitats. El que volíem remarcar és que vam tenir un petit problema a l'hora de calentar el recipient de vidre amb la mescla. Com que el vidre va estar en contacte directe amb la flama durant uns segons, aquest va esclatar. Vam tenir sort, ja que el vidre no es va fragmentar en molts trossets, només es va separar el fons del recipient de la resta i, a més, portàvem roba, guants i ulleres de seguretat.



Figura 4.31: Accident després d'estar en contacte el vidre amb la flama

Font: Elaboració pròpia

3. COMPONENTS ORGÀNICS

Als dos últims bioplàstics hem afegit pells de fruites per comprovar si la presència de components orgànics que són fàcil i ràpidament descomposats en un compost també accelera la descomposició del bioplàstic en conjunt.

3.1. Recepta ja determinada amb pell de mango

La recepta l'hem extret d'Internet.¹⁹

Ingredients

- 1 tassa d'aigua
- 30g midó de blat de moro
- 1 cullerada de vinagre blanc
- 1 cullerada de glicerina
- Pell de mango

Materials

- bol
- cassola antiadherent
- cullera antiadherent
- vitroceràmica
- batidora
- superfície antiadherent (safata, paper film)
- motlles diferents

Observacions: Seguim el mateix procediment que en les altres receptes i, quan tenim la massa ja escalfada i amb els quatre ingredients barrejats, la deixem refredar uns minuts. Mentrestant, en una batidora, batirem les pells d'un mango junt amb una tassa d'aigua. En acabar, ho batirem tot junt (la barreja de pells i aigua i la massa de bioplàstic). Ho estenem en un paper o motlle antiadherent i ho deixem assecar.



Figura 4.32: Procediment de la recepta amb pells de mango.

Font: Elaboració pròpia

¹⁹ www.Bioguía.com

Resultats: Com en altres intents, el bioplàstic no es manté compacte, sinó que es fragmenta en petits trossos, però que segueixen sent rígids. El tros que era originalment una capa fina de massa, en canvi, ens ha sorprès positivament, no s'ha fragmentat tant i té una textura semblant al plàstic film.



Figura 4.33: Resultat de la recepta amb pells de mango.

Font: Elaboració pròpia

3.2. Recepta determinada amb pells de plàtan

Aquesta recepta l'hem extret d'Internet.²⁰

Ingredients:

- 100g pell de plàtan
- 250mL aigua
- 50ml vinagre
- 5 culleretes canyella
- 5 culleretes mel

Materials

- bol
- colador
- cassola antiadherent
- cullera antiadherent
- vitroceràmica
- batidora
- superfície antiadherent (safata, paper film)
- motlles diferents

Observacions: Tallem les pells de plàtan en trossets petits i els posem a la batidora juntament amb 250mL d'aigua. Passem la mescla líquida a una cassola i la calentem fins que comencem a veure que comença a bullir. Amb l'ajuda d'un colador, colarem la mescla per a eliminar l'excès d'aigua. A la mescla sòlida que ens queda hi afegim el vinagre, la canyella i la mel, i ho barrejem fins que

²⁰ "ALPproject-Bio-plastic from banana peels".

s'integrin tots els ingredients. Estenem la mescla final en un paper antiadherent i la fem assecar al forn durant una hora a una temperatura de 40°C. Després d'haver passat aquest temps ho deixem assecar a temperatura ambient durant una setmana.



Figura 4.34: Procediment de la recepta amb pells de plàtan.

Font: Elaboració pròpia

Resultats: A simple vista dóna la sensació de ser fràgil i de trencar-se en qualsevol moment. Però si el toquem podem comprovar que el podem doblegar i no es trenca. Encara així, si l'intentéssim trencar per la meitat no ens costaria gens, però si només el dobleguem, sí que aguanta.

Aquesta recepta m'ha sorprès, ja que bàsicament està constituït de pells de plàtan, que al nostre dia a dia només considerem com a residus i que, per tant, no tenen cap ús. Com que és matèria orgànica, segurament només li podrem donar un ús curt abans que els microorganismes apareguin i actuïn. És per això que ens venen a la ment molts objectes fets de plàstic d'un sol ús que podrien ser substituïts per aquesta variant.

A més, si en un futur es portéssin a terme les variants biodegradables i a nivell mundial, aquesta seria la variant que menys impacte provocaria, ja que pràcticament només està formada per aigua i residus (les pells de plàtan), per la qual cosa no s'haurien de cultivar massivament terres per a fer créixer el blat de moro o la patata, com passaria amb les variants del midó de cadascuna.



Figura 4.35: Resultat de la recepta amb pells de plàtan.

Font: Elaboració pròpia

4.2.2 Posem a prova els bioplàstics

Per a posar a prova els diferents bioplàstics, els hem sotmès a diverses proves, que qualificarem amb mots quantitatius (molt, bastant, mig, poc, gens) segons si el bioplàstic determinat compleix amb propietat determinada.

Abans de tot, però, volem aclarir que com que són proves que realitzem a casa no tenim determinats aparells especialitzats (com per exemple les màquines per a determinar la duresa d'un material) i ho hem ajustat tot per a que sigui factible a nivel casolà. A més, hi ha algunes proves de propietats, com la de la conductivitat elèctrica, que per motius de seguretat i falta de material especialitzat no ens és possible realitzar.

Les diferents proves a què sotmetrem els bioplàstics, juntament amb la seva explicació, queden resumides en l'enumeració següent:

- A. Duresa:** La duresa d'un material ens indica la resistència que té aquest enfront diverses deformacions i /o alteracions. Per tant, la prova consistirà en intentar ratllar, perforar i moldejar la mostra per determinar si aquesta és dura o tova.
- B. Fragilitat:** La fragilitat ens indica si el material es trenca fàcilment o no quan es golpeja. La prova consistirà en llençar la mostra contra el terra des d'una determinada altura. Si es trenca serà fràgil, si no, serà tenaç.
- C. Flexibilitat:** La flexibilitat d'un material consisteix en la facilitat d'aquest per a doblegar-se sense trencar-se. La prova consistirà en intentar doblegar la mostra i observar-ne el comportament per a determinar si és flexible (es doblega fàcilment), rígid (no es doblega fàcilment) o elàstic (si es doblega pot recuperar la seva forma inicial).
- D. Resistència tèrmica:** Sotmetrem els diversos bioplàstics a diverses temperatures durant un determinat període de temps.
- E. Solubilitat:** Agafarem una mostra de cada bioplàstic (amb mides semblants) i els submergirem en aigua durant 14 dies.
- F. Resistència al pes extern:** Col·locarem les mostres dels bioplàstics de manera que en el seu centre hi puguem carregar diverses quantitats de pes i així comprovar les màximes quantitats de pes que cada bioplàstic pot suportar.
- G. Biodegradabilitat:** Com que disposem d'una compostadora, enterrarem una mostra de cada bioplàstic (amb mides semblants) i després de diverses setmanes els desenterrarem per a realitzar una observació del seu estat i aspecte físic.

DURESA, FRAGILITAT, FLEXIBILITAT

1.1. (Recepta base amb midó de blat de moro): És molt difícil ratllar-lo. Es pot doblegar però torna a la seva forma original, per tant és elàstic. No és fràgil, no es trenca fàcilment, només si fem l'acció de trencar-lo nosaltres mateixos aplicant força.

1.2. (Recepta base amb menys quantitat de midó): Si l'intentem ratllar només en veiem una petita marca, per això diem que és bastant dur. No és gens fràgil, només si fem l'acció de trencar-lo nosaltres mateixos aplicant força. El podem doblegar sense que es trenqui, torna a la seva forma original.

1.2.1. (Recepta base amb menys glicerina): És quasi impossible ratllar-lo i no es pot doblegar. Si es llença contra el terra o pateix cops no es trenca, però si fem molta força el podem trencar. És rígid; és impossible doblegar-lo.

1.2.2.(Recepta base amb més glicerina): Té facilitat per ser ratllat. No és gens fràgil, només es trenca si fem l'acció de trencar-lo nosaltres mateixos, aplicant força. Es pot doblegar perfectament i torna a la seva forma original, és elàstic.

2.1. (Recepta amb midó de patata):Té facilitat per ser ratllat. No és gens fràgil, només es trenca si fem l'acció de trencar-lo nosaltres mateixos aplicant força. Es pot doblegar perfectament i torna a la seva forma original, és elàstic.

3.1. (Recepta amb pells de mango): La part doble de massa és rígida, no es deixa ratllar i no és fràgil, només si fem l'acció de trencar-lo nosaltres mateixos aplicant força. La part fina, en canvi, sí que es deixa ratllar i perforar. Tampoc és fràgil, només es trenca si fem l'acció de trencar-lo nosaltres mateixos, aplicant força. Es pot doblegar perfectament i torna a la seva forma original, és elàstic.

3.2. (Recepta amb pells de plàtan):Té molta facilitat per ser ratllat. No és fràgil si es llença o es colpeja, només es trenca si fem l'acció de trencar-lo nosaltres mateixos aplicant força. Es pot doblegar perfectament i torna a la seva forma original, és elàstic.

RESISTÈNCIA TÈRMICA

La prova consisteix en observar el comportament de cada bioplàstic en diferents temperatures durant un període de temps de cinc minuts. Les temperatures a les quals sotmetrem els bioplàstics són a 50°C, 110°C i 180°C.

El material utilitzat és un suport amb una pinça per a aguantar els bioplàstics des d'una altura prèviament mesurada, un termòmetre i una pistola d'aire calent.

(La temperatura indicada després de les anotacions dels 180°C correspon a la temperatura aproximada de cada bioplàstic en acabar l'experiment.)



Figura 4.36: Material emprat per a la prova

Font: Elaboració pròpia



Figura 4.37: Mostres dels bioplàstics

Font: Elaboració pròpia

Taula 2: Resultats de la prova tèrmica

	1.1.	1.2.	1.2.1.	1.2.2.	2.1.	3.1.	3.2.
50°C	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
110°C	Igual	Lleu flexió	Color groguenc i lleu curvatura	Aparició de bombolles internes blanques, deformació	Igual	Igual	Inici de fragmentació.
180°C	Igual (65°C)	Canvi de color a negre, olor a cremat, curvatura notable (85°C)	Mínima aparició de bombolles internes blanques (60°C)	Augment de bombolles internes blanques i ressecació (75°C)	Igual (85°C)	Mínim enduriment i enfosquiment (60°C)	Fragmentació extrema

Aquest és l'aspecte final de cada bioplàstic:



Figura 4.38: Resultats de la prova tèrmica (per ordre de la taula)

Font: Elaboració pròpia

Resultats:

Com podem comprovar, el 1.1., 1.2.1. i 2.1. són els que millor han resistit a la temperatura, incloent-ne la més alta, de 180°C, mantenint-se pràcticament igual. El 1.2., en canvi, s'ha endurit i ha canviat el color de taronja a marró, també feia pudor de cremat. El 1.2.2., tampoc ha variat gaire, exceptuant les bombolles internes, petites i blanques. El 3.1.s'ha tornat més dur i el seu color també s'ha enfosquit. Per últim, el 3.2. l'hem hagut d'excloure de la prova abans d'arribar a la temperatura màxima, ja que com que és tant fi i lleuger, l'energia calorífica el feia "volar" i per tant, no ha resistit la prova. Després de treure-lo el seu color també s'havia enfosquit una mica i només tocant-lo ja es fragmentava en trossets més petits.

SOLUBILITAT

La prova de la solubilitat consisteix en posar una petita mostra de cada bioplàstic en diferents gots i omplir-los amb aigua. La prova la farem amb aigua tèbia i amb aigua calenta, bullint. Deixarem passar unes dues setmanes i els anirem observant, també caldrà reomplir una certa quantitat d'aigua degut a l'evaporació d'aquesta i, en el cas de l'aigua calenta, retirar i canviar l'aigua per més de calenta, ja que es refreda. Després d'aquestes dues setmanes, amb una cullereta, anirem remenant l'aigua i tocant el bioplàstic, per veure si es trenca, es dissol o cap de les dues coses.

Resultats:

(aigua tèbia)

Després de dues setmanes, òpticament no hi veiem grans canvis. Tots s'han tornat més tous, però en remenar-los amb la cullereta només alguns es trenquen en fragments relativament grans. També hem de destacar la presència de floridura en alguns bioplàstics. Com que el resultat no s'aproxima a l'esperat (la fragmentació en trossos molt més petits i la possible solubilitat), hem afegit 60ml més d'aigua a cada mostra i els hem deixat un temps més per veure si s'observen més canvis.

Cinc setmanes més tard l'aspecte dels bioplàstics és el següent:

Podem comprovar que, sobretot en el 3.1. i el 3.2., hi ha una presència important de floridura, ja que aquests són els que estaven compostos de matèria orgànica (mango i plàtan).



Figura 4.39: Resultats dels bioplàstics en aigua tèbia

Font: Elaboració pròpia

(aigua calenta)

En total, hem canviat l'aigua calenta, que ja s'havia refredat, per aigua més calenta 4 vegades.

Resultats:

Tots es tornaven més tous després d'afegir-hi per primera vegada l'aigua calenta i al tercer cop, si els tocavem amb la cullereta es fragmentaven en trossos més petits.

Després de les dues setmanes el resultat és el següent:



Figura 4.40: Resultats dels bioplàstics en aigua calenta

Font: Elaboració pròpia

Com podem observar, el bioplàstic ja fragmentat i estovat s'ha sedimentat al fons del got. A més, en alguns (com el 1.2. o el 1.2.1.) ja hi ha floridura. Alguns bioplàstics, com el 1.1. o el 3.1., s'han dissolt més que el 1.2.1., el 1.2.2. o el 2.1., dels quals encara en podem distingir els fragments.

Com que els bioplàstics s'han sedimentat al fons dels gots ens faciliten la separació de l'aigua, que realitzarem per mitjà de la decantació. Un cop decantats, ens queda el següent:

Per últim, com que és materia orgànica, ho hem llençat a la compostadora, per a què la degradació sigui completa.



Figura 4.41: Restes dels bioplàstics després de la decantació

Font: Elaboració pròpia

Conclusió de la prova de solubilitat:

Després de dues setmanes hem vist que els bioplàstics que estaven en aigua freda només s'han tornat tous, mentre que els que estaven en aigua calenta, en canvi, només tocant-los ja es fragmentaven i mig dissolien, per tant, la temperatura de l'aigua és un factor important per a la seva degradació, que augmenta proporcionalment amb la temperatura.

RESISTÈNCIA AL PES EXTERN

La prova per a comprovar la resistència que té cada bioplàstic al pes extern consistirà en el següent; fixarem cada bioplàstic en un suport, subjectat per dues pinces, i, al mig d'aquest, hi col·locarem dues peces, prèviament mesurades i de diferent massa.

Cal esmentar, però, que aquesta prova no ens serà apta per a tots els set tipus de bioplàstic que hem creat, ja que el "problema" que hem tingut a l'hora de crear-los ha sigut el seu procés d'assecamment. Com que no tenim la maquinària ni les tècniques especialitzades, quan deixàvem assecar la massa del bioplàstic, aquesta es reduïa a trossos més petits i es fragmentava, és a dir, només un parell de bioplàstics s'han assecat sense trencar-se, mantenint-se en una sola peça. Això ens ha portat a pensar que, amb la maquinària especialitzada per a les tècniques de fabricació (extrusió, injecció, motlles, etc.) del plàstic convencional, es poden aconseguir bioplàstics uniformes, amb formes concretes, per a diverses funcions, etc., és a dir, es podrien aconseguir resultats molt més semblants als del plàstic convencional.

Per tant, coneixent ara la nostra limitació a l'hora d'haver creat els bioplàstics, realitzarem la prova només als bioplàstics 1.2.2., 2.1., 3.1. i 3.2., aplicant-los primer una peça de 190g i després una altra de 440g. Al costat del número de cada bioplàstic hem

afegit el valor de la seva espessor, ja que d'aquesta també en depèn la resistència al pes extern.

Els resultats aconseguits són els següents:

Taula 3: Resultats de la prova de resistència al pes extern.

	190g	440g
1.2.2. (0'5mm)	resisteix	resisteix
2.1. (1mm)	resisteix	resisteix
3.1. (0'2mm)	resisteix	resisteix
3.2. (1mm)	no resisteix	no resisteix



Figura 4.42: Prova de resistència al pes extern

Font: Elaboració pròpia

Conclusió de la prova de resistència al pes extern:

La conclusió que traiem d'aquesta prova és que, excepte el bioplàstic 3.2. (que ja de per si té una textura totalment diferent), tots els bioplàstics resisteixen, a sobre seu, pesos d'un mínim de 500g.

BIODEGRADABILITAT

La prova de la biodegradabilitat dels bioplàstics en una compostadora de jardí consisteix en agafar una mostra de cada bioplàstic de mides semblants i col·locar-les en una petita xarxa en forma de bosseta, d'aquesta manera els forats de la xarxa són prou grans per a permetre l'entrada d'insectes i microorganismes i prou petites per a impedir que en surtin els bioplàstics. Traurem la bosseta de la compostadora per a la seva observació després d'un període de cinc setmanes.



Figura 4.43: Bioplàstics i xarxa necessària per a realitzar la prova de biodegradabilitat

Font: Elaboració pròpia

Resultats:

Després de transcórrer les cinc setmanes el resultat ha sigut molt positiu: dintre de la xarxa no quedava cap resta ni senyal que ens mostrés que anteriorment hi havia hagut algun material a l'interior; els bioplàstics han sigut descomposats totalment. Cal dir que sí que ens esperàvem un resultat positiu en la prova de biodegradabilitat, ja que els bioplàstics estaven tots fets de matèria orgànica (midó de patata, midó de blat de moro, pells de fruita, aigua, vinagre, glicerina, etc.).

Taula 4: Resultats de les propietats de cada bioplàstic

	DURESA	FRAGILITAT	FLEXIBILITAT	RESISTÈNCIA TÈRMICA	SOLUBILITAT	RESISTÈNCIA AL PES EXTERN	BIODEGRADA BILITAT
1.1.	molt	gens	elàstic	molta	molta	---	molta
1.2.	bastant	gens	elàstic	poca	poca	---	molta
1.2.1.	molt	gens	rígid	bastant	bastant	---	molta
1.2.2.	gens	gens	elàstic	bastant	poca	molta	molta
2.1.	gens	gens	elàstic	molta	bastant	molta	molta
3.1.	molt/gens	gens/gens	rígid/elàstic	bastant	molta	molta	molta
3.2.	gens	gens	elàstic	gens	bastant	gens	molta

5. PART SOCIAL

Per a realitzar un treball que tracta sobre les alternatives del plàstic, sobretot, és indispensable saber la opinió de la societat, saber què en pensen els experts en el tema, la gent que treballa amb els plàstics, etc. És per això que a continuació trobareu l'enquesta realitzada a la població i l'entrevista a un dels directors de BASF de Tarragona.

5.1 Enquestes

La societat forma una part molt important de la problemàtica que comporta el plàstic. Cadascú de nosaltres, els consumidors, tenim un poder molt important, ja que votem i decidim amb els diners que investim. És per això, que és fonamental afegir una enquesta al treball per incloure l'opinió de la ciutadania.

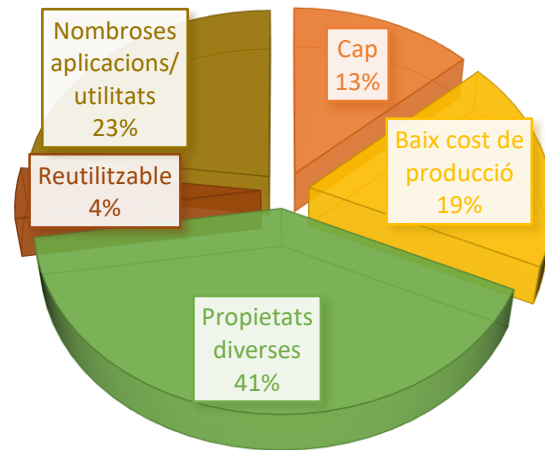
Hem realitzat una enquesta a un conjunt de 150 persones de diverses edats (entre 12 i 79 anys) i escollides a l'atzar, sense tenir en compte el sexe, el nivell de formació, etc. S'ha portat a terme a través d'Internet, utilitzant el programa d'enquestes incorporat al Drive.

A més, com que volíem saber també el que pensen les persones d'altres països propers a Espanya, com Itàlia i Alemanya, l'hem escrit en quatre idiomes (català, castellà, italià i alemany), ja que així podem tenir una idea més global i veure també si aquesta varia en funció del país.

ENQUESTA SOBRE LES ALTERNATIVES AL PLÀSTIC

- Sabries dir els avantatges del plàstic?

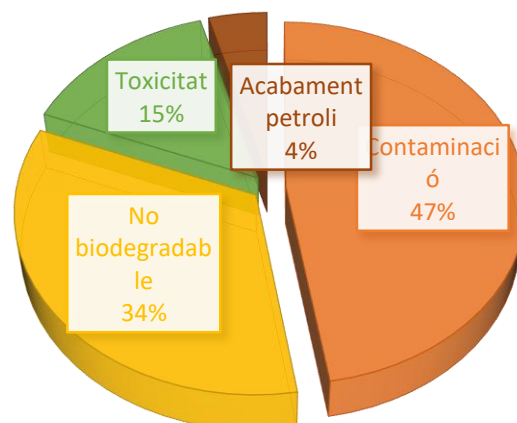
Gràfic 1:



Una part bastant reduïda dels enquestats pensa que el plàstic no té cap avantatge, en canvi, una part més significativa creu que té nombroses aplicacions i activitats, sobretot en el nostre dia a dia. Una altra opinió relativament freqüent és la del baix cost de producció i de vendes del plàstic, i l'avantatge més anomenat són les diverses propietats que té el material (lleugeresa, durabilitat, comoditat, higiene, resistència). La resposta menys abundant és la del reciclatge.

- I els inconvenients?

Gràfic 2:

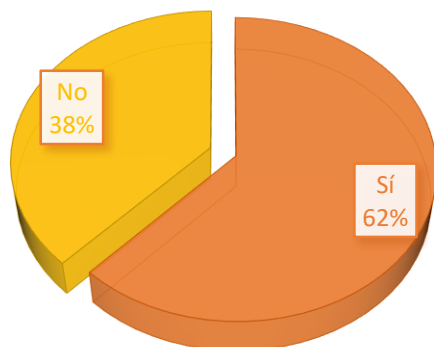


Com podem veure clarament, gairebé la meitat de les persones afirmen que la contaminació i l'acumulació de residus és el major inconvenient del plàstic, un percentatge molt alt diu que ho és la no-biodegradabilitat del material i, en menors

proporcions, molts pensen que ho és la toxicitat (tant en persones com en animals i ecosistemes), l'acabament del petroli i l'aparició de microplàstics.

- Creus que els plàstics seguiran sent el material més utilitzat en els pròxims anys?

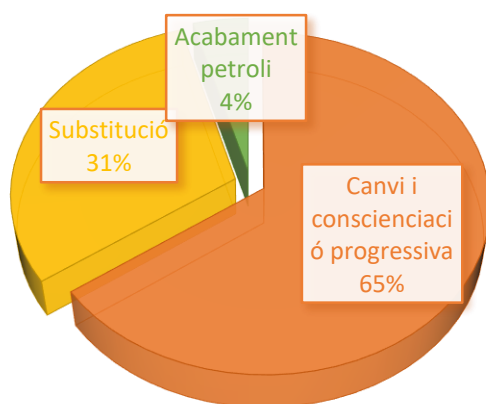
Gràfic 3:



Es pot observar clarament com la majoria de la gent pensa que en els pròxims anys el plàstic seguirà sent el material més utilitzat.

- Si la resposta anterior és no... Per què?

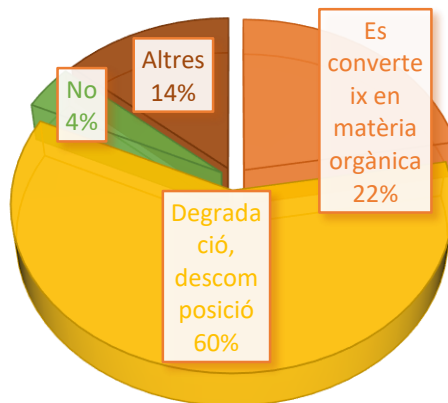
Gràfic 4:



El 65% de les persones que han dit que els plàstics no seran el material més utilitzat en els pròxims anys tenen una actitud positiva: pensen que el motiu serà el canvi i la conscienciació progressiva, tant per part dels consumidors com per part de les empreses i les indústries. El segon motiu és la confiança en la creació i substitució del plàstic per alternatives més respectuoses i l'últim, i el menys anomenat, l'acabament definitiu del petroli que acabarà amb la producció del petroli.

- Sabries definir el terme “biodegradable”?

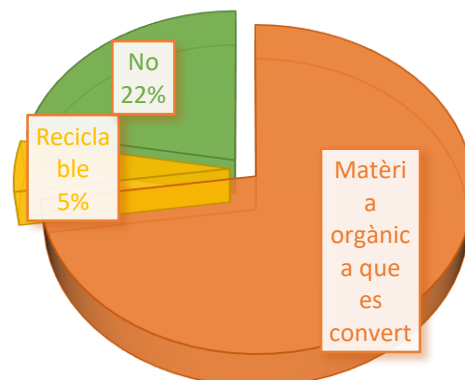
Gràfic 5:



La definició més freqüent es veu clarament representada en el gràfic: que es pot degradar o descompondre (alguns han afegit que ho fa durant quantitats de temps i condicions meteorològiques determinades). La segona definició més freqüent és que es pugui convertir en matèria orgànica, que passi a formar part de la terra en forma d'elements més naturals. També hi ha hagut un petit percentatge de gent que no ha sapigut definir el terme i un altre una mica més gran, l'ha definit dient que es “desfà” o es “recicla”, paraules que ens donen a entendre que realment no coneixen el veritable significat de “biodegradable”.

- I “compostable”?

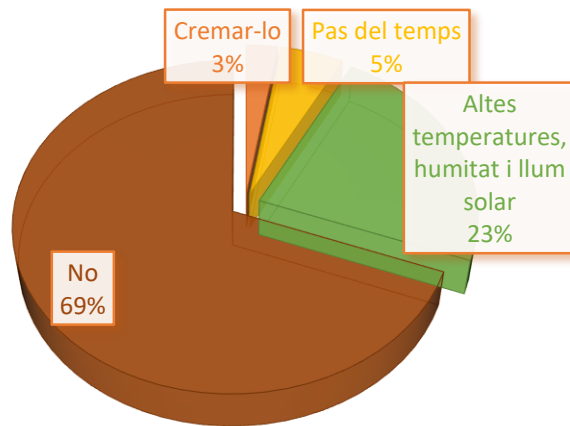
Gràfic 6:



La majoria de la gent defineix el terme “compostable” de la manera següent: que es converteix en adob / compost i pot servir com a fertilitzant per a les plantes. Una quarta part aproximadament no el sap definir i una minoria el relaciona amb la paraula “reciclable”.

- Coneixes les condicions òptimes per a que un bioplàstic realment es degradi?

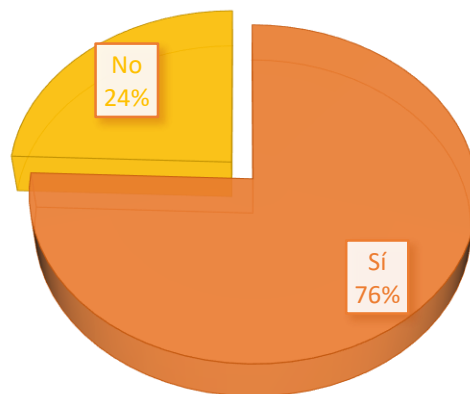
Gràfic 7:



La resposta majoritària ha sigut el desconeixement total de les condicions òptimes per a que un bioplàstic es degradi realment. Una quarta part ha anomenat les altes temperatures, la humitat i la llum solar, una minoria ha dit que ho és la crema / combustió d'aquest i un 5%, el pas del temps.

- Compres productes fets amb materials compostables / biodegradables?

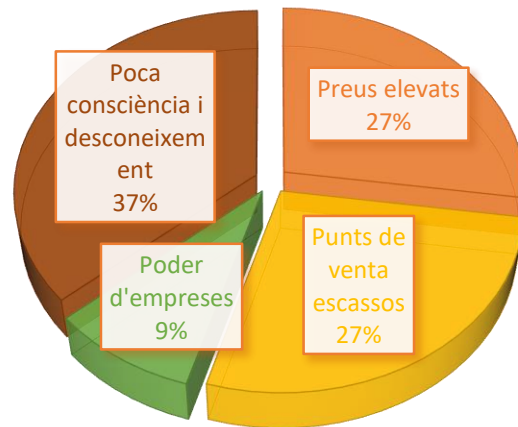
Gràfic 8:



Segons les respostes de la ciutadania, només una quarta part de les persones afirma que no compren productes fets amb materials compostables o biodegradables.

- Si la resposta anterior és no... Per què?

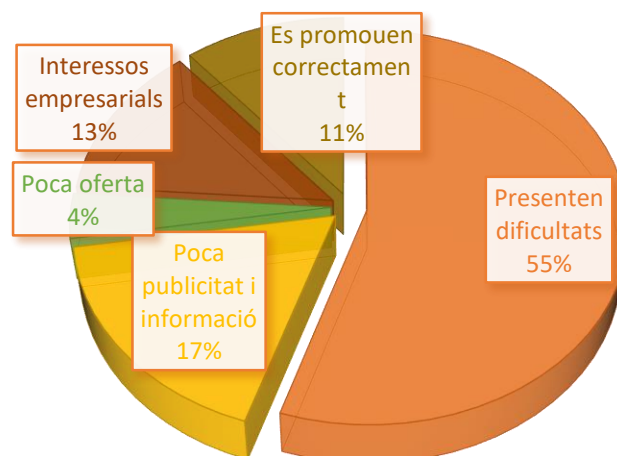
Gràfic 9:



Els motius pels quals quasi la meitat de les persones a qui hem realitzat l'enquesta diuen que no compren productes fets amb materials biodegradables o compostables són el seu elevat preu, els escassos punts de venda i la dificultat de trobar-los. Una altra resposta anomenada és el pensament que expressa que comprar-los no serveix per a res, ja que segueixen sent les grans empreses les úniques que poden produir un gran canvi. La resposta més votada, però, és la poca consciència dels consumidors i el desconeixement dels productes, és a dir, on es venen, per a què serveixen, etc.

- Creus que s'estan promocionant correctament les noves alternatives al plàstic o presenten dificultats per adquirir-les?

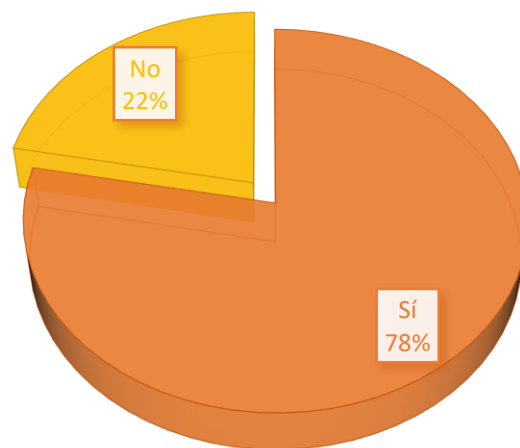
Gràfic 10:



La resposta més freqüent és l'afirmació de que presenten dificultats en general. Una majoria més petita afirma que no s'informa suficientment al consumidor d'aquests productes i no se'l motiva a comprar-los mostrant els seus avantatges de manera transparent. Una part més petita opina que els interessos empresarials són els veritables culpables i una minoria afirma que la poca oferta respecte la del plàstic convencional dificulta el canvi. No obstant, l'11% està d'acord amb que es promouen correctament.

- Et genera confiança i responsabilitat quan una marca o producte es ven com a “verd” o responsable amb el medi ambient?

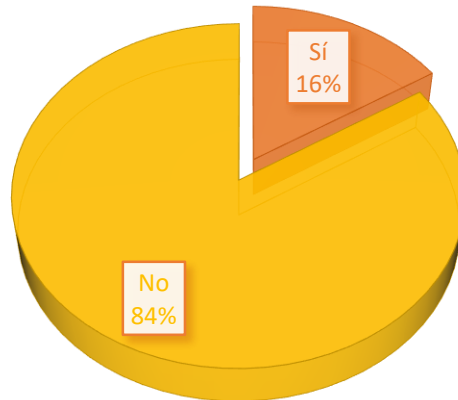
Gràfic 11:



Per més de la tercera part de les persones, el fet de comprar una marca o producte en el qual podem llegir que és “verd”, li genera una sensació de confiança cap a la marca o producte i responsabilitat envers el medi ambient. Menys d'una quarta part, en canvi, no sent una confiança plena cap al producte “*eco-friendly*”.

- Coneixes el terme “greenwashing”? ²¹

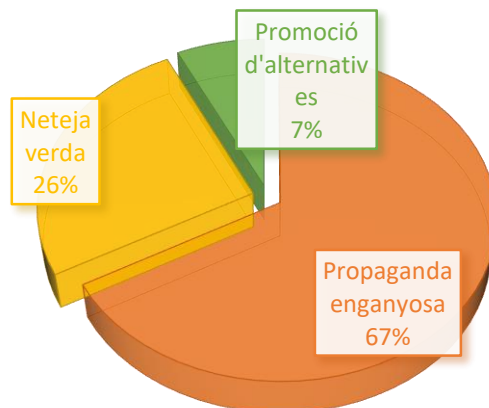
Gràfic 12:



La gran majoria de les persones a qui hem realitzat l'enquesta reconeix no conèixer o no haver sentit mai el terme “greenwashing”.

- Sabries definir-lo?

Gràfic 13:



De les persones que, en la pregunta anterior, van dir que sí que coneixien el terme “greenwashing” el 67% el coneixia realment i sabia definir-lo correctament. La resta el va definir com “la neteja verda del planeta” o com la forma de promoure les alternatives respectuoses per al medi ambient, per tant, una mica menys de la meitat de les persones no sabia realment definir-lo.

²¹ *Greenwashing* és un terme americà que s'utilitza per a descriure les tècniques de màrqueting de les empreses o partits polítics que utilitzen l'ecologisme i la problemàtica mediambiental per a augmentar els seus beneficis econòmics.

Conclusions de l'enquesta

L'enquesta ens ha servit per a confirmar la hipòtesi formulada en què afirmàvem que una gran majoria de la població no està realment conscienciada, ja sigui per sobreinformació o per desinformació. Moltes persones creuen que saben definir i coneixen els termes "biodegradable", "compostable" o "*greenwashing*", entre d'altres.

També hem pogut esbrinar alguns dels motius pels quals la gent no aposta tant per les alternatives del plàstic com pel plàstic mateix (desconfiança, preus elevats, poca informació i oferta, etc.).

La idea inicial de realitzar també l'enquesta a gent de països com Itàlia i Alemanya ha mostrat resultats variats. A Itàlia (país semblant a Espanya en quant a cultura i conscienciació) les respostes eren les mateixes que les que hem obtingut dintre d'Espanya. A Alemanya, en canvi, com que és un país que fa anys que integra mètodes com el retorn d'envasos, la recollida selectiva porta a porta, etc., les respostes han sigut més definides i coneixien els termes "biodegradable", "compostable" i "*greenwashing*".

Per últim, i les més importants, han sigut les respostes en les quals els enquestats expressaven la seva opinió sincera i els avantatges o inconvenients que tenien personalment amb el plàstic i les seves alternatives. Això ens ajuda a millorar en futures propostes o invents, ja que només es pot aconseguir un èxit total en la creació i la venda de nous materials si sabem realment el que la població pensa i necessita.

5.2 Entrevista

A continuació, hem realitzat una entrevista a Alexandre Seguí, Director de Seguretat, Salut i Medi Ambient a la BASF de Tarragona, ja que a causa del seu càrrec ens ha semblat oportú poder realitzar-li unes preguntes relacionades amb les alternatives del plàstic, avantatges i inconvenients, limitacions legals o econòmiques, etc.

Entrevista a Alexandre Seguí

- 1 Per raó del càrrec que està exercint a la BASF, m'agradaria poder fer-li una sèrie de preguntes. Em podria dir concretament quin és el seu càrrec actualment i quines funcions exerceix?**

Jo sóc responsable de Salut, Seguretat i Medi Ambient de la BASF aquí a Iberia. Iberia és una organització subregional que engloba Espanya, Andorra i Portugal, i que diguéssim, fa una gestió comuna. A part d'això també sóc responsable de Tarragona.

- 2 Vosté és llicenciat amb Grau de Química. Quins avantatges aporta o ha aportat la química?**

Sí, exactament, llicenciat de Grau vol dir que vaig estudiar cinc anys de química més un sisè realitzant un treball.

Qui està en contra de la química? Nosaltres som bioquímica. Qualsevol interacció positiva o negativa, el nostre món està fet de química. Una altra cosa és, com totes les coses, si es fa servir bé o es fa servir malament. Si la fem servir a favor de la natura, de manera sostenible, o si esquilem els recursos mitjançant la química.

- 3 Com a Director de Seguretat, Salut i Medi Ambient, coneixes la problemàtica dels microplàstics? Hi ha possibilitats d'eliminar els microplàstics de l'aigua?**

El tema dels microplàstics era una cosa d'aquelles que passa, que no coneixíem. Sabíem que hi havia plàstics, i que es llençaven i que, per tant, hi havia residus de plàstics per tot arreu. No coneixíem la problemàtica dels microplàstics i tampoc la coneixem del tot avui en dia. És un tema més mecànic que tòxic perquè de vegades es parla de la contaminació de l'aire, la contaminació de les aigües... això seria un tema en que els microplàstics són un impediment mecànic que ens molesta. Que es trobi en l'estómac d'algú no vol dir que li estigui fent mal. Amb això vull dir que els tema dels microplàstics és un tema nou, que ha saltat als mitjans de comunicació... no sabem si representa un problema o no. El que segur que representa un problema és fer servir uns recursos i fabricar una cosa que després acaba, diguéssim, malendregada. Si no ens fa mal bioquímicament ens fa mal a la vista. Fa mal a la vista i va en contra de l'economia circular, acaba en un abocador

i, encara així, no és sostenible. I si en comptes de llençar-lo a l'abocador i acaba a les carreteres o al nostres estómacs encara és pitjor.

4 Hi ha productes que contenen microplàstics (com els productes d'exfoliació facial, pasta de dents, roba sintètica, etc.). Exercirien el mateix efecte els productes si fossin substituïts per alternatives naturals?

En tot el procés productiu sempre hi ha hagut un factor d'anar substituint els materials antics pels nous. Per això es va conèixer la problemàtica, perquè fins fa molt poc aquests materials no estaven identificats com a problemàtics. Però en el moment que són assenyalats com a problemàtics, ja sigui perquè hi ha uns estudis científics al darrere o simplement perquè hi ha mala premsa, que no és el mateix una cosa que una altra, automàticament, en el nostre sistema productiu de disseny de productes això retro-alimenta i es busquen materials substituïts. El que no et puc dir ara és quins són, no conec tots els mercats com per dir "els microplàstics dels dentríficis seran substituïts per això", però el que sí puc dir-te és que en la maquinària d'una empresa com la nostra, que està activa en aquest mercat concret, els cosmètics, això és un punt més que alimenta el disseny de productes, les proves, la cadena de producció... per acabar, si realment un producte es vol substituir, substituint-lo. Hi ha una normativa que es diu "reach", que va sobre el registre, l'avaluació i l'autorització de productes químics, que precisament el que fa és que qualsevol producte que jo vulgui produir o comercialitzar a Europa hagi de passar per aquest embut, com si diguéssim, que demana moltes més proves, moltes més evidències que es demanaven abans, de forma que el producte estigui registrat i avaluat i, inclús, si el resultat mostra que fa falta dir que això en cinc anys ha de desaparèixer o que a des d'avui no es pot produir, doncs això es posa negre sobre blanc i es produeix una decisió. Vull dir, els microplàstics estan en una fase d'estudi.

5 Quins avantatges suposa la producció de plàstic convencional davant la de les seves alternatives, o quins inconvenients presenta la producció dels biodegradables?

A veure, els biodegradables són una cosa que ha arribat després, és a dir, el primer polímer que es va produir (que és la bakelita) no té res de biodegradable. Nosaltres hem anat aprenent a fer plàstics. I per què hem fet plàstics? El plàstic té unes propietats que, diguéssim, de vegades pot ser tan rígid com un metall i de vegades pot ser tan flexible com un teixit. El teixit natural requereix hectàrees de terreny, desforestació, etc. Ho dic perquè tot és una qüestió d'equilibri ecològic. Qualsevol cosa que jo vulgui posar a la cadena de producció, per al consum humà, vol dir un

consum de recursos, de matèries primeres, d'energies, residus de la planta, aigües residuals, etc. No és tan obvi que sigui un més bo que l'altre. Si ho fas amb metalls vol dir mineria, grans energies a l'hora d'extreure els metalls, els metalls també poden tenir efectes tòxics, etc. És a dir, al final, el plàstic per què s'ha imposat? Perquè és molt versàtil en les propietats, jo amb plàstic puc fer coses amb gran resistència mecànica, gran flexibilitat, puc modelar formes a costos molt baixos, etc. En els cotxes, per exemple, n'ha baixat el pes (això vol dir menys gasolina i menys gasos d'efecte hivernacle). El que vull dir-te és que el plàstic no és el dimoni, el plàstic ens ha funcionat bé fins que ens hem adonat que no sabíem reciclar-lo com Déu mana, és a dir, el que és dolent del plàstic és tot el que sigui d'un sol ús. De fet, jo diria dues coses: per fer plàstic i altres productes, partim del petroli. El petroli és un bé escàs, una matèria que no és renovable. És millor que el petroli serveixi per a la síntesi química. El petroli, encadenant tubs de carboni un darrere l'altre, és una obra d'art, ja que si ho haguéssim de fer en un laboratori ens costaria molt temps i diners. És molt millor fer-lo servir com a matèria que com a combustible. Fer-lo servir com a combustible és com calar foc a la Sagrada Família. Per tant, consumir petroli és un defecte del sistema. L'altre defecte és que els percentatges de reciclatge són molt baixos (encara que el plàstic seria perfectament reutilitzable i reciclable), sobretot aquí, a Espanya, en general tenim uns sistemes de reciclatge que no han aconseguit una gran col·laboració. (...)

6 Un alt percentatge dels consumidors opinen que si els productes que compren fossin d'alternatives biodegradables no dubtarien en comprar-los, el problema és l'escassa oferta i quantitat que es troba d'aquests al mercat. Quines són les limitacions pel qual les alternatives són tan escasses?

Doncs que fins fa molt poc no era un valor en el mercat que el plàstic fos compostable. Si el fet de que tu posis en el mercat una cosa que és compostable i al costat una que no ho és, i no té una diferenciació de mercat, per més que tu vagis apostant pel compostable i la gent segueix comprant el que no és compostable perquè és el de tota la vida, doncs no entra al mercat. És a dir, les empreses químiques poden promocionar un producte i aquest producte nou és "lo últim", però mentre hi ha un baix volum de producció per tant el preu és més elevat, fins que no té un volum determinat el costos fixos no s'igualen amb els de l'altre. Llavors perquè penetri en el mercat hi ha d'haver una voluntat positiva en el mercat d'afavorir aquell producte. No sé si t'hi has fixat però el valorar si un producte és sostenible o no, no és senzill, perquè no has de mirar només la cara del producte i dir si m'agrada o no m'agrada sinó que ho has de mirar des que és matèria primera, totes les energies

que consumim, si els residus que genera són molts o els reciclen, els que hi ha en l'ambient, etc. És a dir, des del que se'n diu el cicle de vida. El cicle de vida contempla tot el que es necessita per posar un producte al mercat, inclús la seva aplicació futura; com s'aplica, si això consumeix recursos i al final com s'elimina. Hi ha una altra manera de mirar-se els productes que és: al llarg de tota la cadena de producció quina és l'empremta de carboni que deixa en el sistema, pensant ja en el tema del canvi climàtic. És a dir, equivalents del diòxid de carboni; qualsevol cosa que tingui un efecte hivernacle en l'atmosfera. Llavors, la BASF té un sistema; com que això és molt complicat d'explicar perquè són moltes variables a la vegada, ha trobat una manera de dividir els productes en quatre. Aquests productes són: els que estan en perill d'extinció (els "*challenged*"); que la venta ja sap que a la que troba un producte d'aquests ha d'intentar eliminar-lo o oferir un substitut. Després hi ha els "*performers*", que són els que són de tota la vida i estan molt establerts, que tenen un impacte al medi ambient més o menys neutral, llavors hi ha els d'innovació, que s'anomenen "*transitioner*" i els "*accelerator*", que els de vendes saben que han de promoure, han d'oferir, han d'explicar per què estan en aquesta categoria, si per produir-los consumeixen menys recursos, perquè la seva aplicació és més sostenible, perquè són més fàcils d'eliminar, etc. És a dir, és fa una segmentació des del punt de vista de sostenibilitat proposant un ordre. Llavors, idealment, una categoria substitueix a l'anterior i a mesura que van desapareixent els "*challenged*", la segmentació es va corrent una mica, és a dir, sempre hi ha compostos que per noves evidències o per l'ús del mercat perden la categoria, llavors és un escenari de millora contínua. Però serveix sobretot per què qui té en mans la decisió d'oferir-te un producte A o un producte B, sàpiga que A és millor que B i el perquè. I això no és només perquè sigui biodegradable, sinó que és tota la història del producte: què m'ha costat a mi en sostenibilitat fer aquets producte i com és la seva aplicació i eliminació posterior. No sé si m'he enrotllat molt però jo crec que és important perquè de vegades la premsa és una mica simplista; "oh, els plàstics compostables!", però si un plàstic compostable és tan compostable que quan està protegint una fruita es fa malbé abans d'hora, perquè un plàstic compostable és un plàstic que es fa malbé, no està fent la seva funció. Si les fruites s'emboiquen en plàstic és perquè es mantenen amb el grau de maduració i no segueixen madurant i es conserven potser una setmana més i no s'han de llençar, però si el plàstic es fa malbé abans que la fruita no estem fent la feina.

7 Podries dir per què no hi ha o hi ha tan poca producció de plàstics biodegradables i compostables veient la situació actual?

Hem començat fa poc, és a dir, si és una tendència de mercat i aconseguim que tinguin la durabilitat suficient com perquè facin la seva feina, i l'han de fer igual de bé que els altres, i després la societat, que això també és una pressió en contra, no som capaços de... és a dir, un metall no és biodegradable; si tu llences una llauna de CocaCola per la finestra el cotxe doncs allà es quedarà fins que es rovelli, que trigarà bastant temps. Llavors, tot allò que no és biodegradable ha de tenir un canal correcte de reintegrar-lo en la cadena de producció i si no hi ha més remei, d'eliminar-lo com Déu mana. Vull dir, una part és responsabilitat de la societat.

8 Es parla molt de la contaminació que pateixen els aliments en contacte amb els plàstics, s'evitaria aquesta contaminació utilitzant plàstics biodegradables?

Mmm, no necessàriament. Això sí que és un tema que es coneix de fa molt temps i fa molt temps es va posar una categoria de productes que era la de productes en contacte amb els aliments, que hi ha uns requisits molt més exigents que no pas amb la resta. El plàstic és una cosa inert que no s'absorbeix, el problema venia dels aditius, en particular dels ftalats, que es fan servir com a plastificants per a donar flexibilitat i que tenien una migració des del plàstic fins al producte, i en els ftalats s'ha demostrat que són mutagènics, tòxics, etc. En petites dosis en llarga exposició tenen efectes sobre el fetus, efectes sobre la reproducció, la fertilitat, etc. Aquests productes, gràcies al "reach", ja no estan als plàstics, en cap dels plàstics, i molt menys en els que estan en contacte amb els aliments. I altres aditius que podien tenir efectes similars han desaparegut de la formació del plàstic. En això diria que, amb la toxicitat del que està en contacte amb els aliments, hi ha una normativa específica molt restrictiva i a més a més, el "reach" ha acabat de donar-li un cop de mà; aquests productes estan en la llista de productes prohibits.

Llavors si substituïssim els plàstics per productes biodegradables seguiria existint el problema si s'afegissin els additius.

Exacte, els additius no tenen res a veure amb el plàstic, sinó amb les propietats del plàstic; si el plàstic no té les propietats adequades i has de posar aditius perquè les tingui has de mirar molt bé quins additius hi poses.

9 La implantació d'impostos que encareixin el plàstic convencional i al mateix temps facin més barates les alternatives biodegradables milloraria la situació?

En sostenibilitat sempre un dels problemes és: el mercat ha interioritzat el cost mediambiental, és a dir, el cost real de sostenibilitat d'aquest producte? I quan dic internalitzar el cost és: si és una cosa que la llenço, no estic contemplant tot el cost.

Per ser estrictament competitius amb altres sistemes que són circulars, hauria de contemplar el cost de reciclatge. Llavors, la manera de fer això, doncs, si tu veus que en un producte li montes un sistema de reciclatge i no funciona, has de canviar de sistema de reciclatge. Moltes vegades passa perquè el senyor que no retorna l'envàs li costi diners. Si no li costa diners, depens de la seva voluntat mediambiental, i amb això de vegades no és prou. Per induir una conducta pots fer-ho fins un cert punt. Quan et queden els recalitrants o cultures on aquest nivell de conscienciació és més baix, al final has de recórrer, no a l'impost, sinó a que no respectar el medi ambient et surti car, costi diners. Llavors afavoreixes la política econòmica conductista, afavoreixes el que la gent cooperi ni que sigui per diners.

10 A BASF hi ha futurs projectes previstos que fomentin la producció d'alternatives al plàstic?

Sí, sí. Ja et dic que en el moment en que la BASF, que està en contacte amb el mercat, en el moment que el mercat té una tendència, si és una tendència en la línia correcta, que de vegades hi ha tendències que són mal informades (llavors hi ha productes per contrarestar informació), el que fas és posar-te mans a l'obra, dissenyar productes en aquesta línia, desenvolupar-los i posar-los al mercat. Pensa que des del nostre punt de vista, qualsevol diferenciació, qualsevol cosa que vulgui el mercat vol dir que el mercat està disposat a pagar el que val. Per tant sí. Una altra cosa és que nosaltres, que coneixem la complexitat de l'avaluació de la sostenibilitat dels productes, afavorim allò que nosaltres sabem que és millor amb la informació que tenim, que sol ser molta, segons la puntuació que t'he dit, aquests productes que segons la nostra informació són bons.

11 Molta gent no adopta mesures més responsables perquè pensen que el veritable poder del canvi el tenen les empreses, per tant, creuen que els canvis a nivell individual no serveixen.

Ho hem de fer entre tots. Aquí la resposta és inequívoca. Ho han de fer els polítics, i els ho recorda la Greta Thunberg²² d'una manera memorable, és a dir, hi ha d'haver la normativa adequada perquè això funcioni, hi ha d'haver l'exigència i consciència per part de la societat i, evidentment, hi ha d'haver la responsabilitat per part de les empreses. Si uns intentem jugar sense els altres no ens en sortirem. Et posaré un exemple, és a dir, la solució que no reciclem el plàstic no és fer un

²² Greta Thunberg és una estudiant de 16 anys sueca. Fa només un any va començar a deixar d'anar a classe els divendres per a manifestar-se en contra de la inacció política en una situació extremadament greu: el canvi climàtic. A hores d'ara s'ha convertit en una icona de l'activisme i ha arribat a aconseguir que més de set milions de persones es surin al carrer ed diez de vagues pel clima.

plàstic biodegradable que el puguem llençar, és a dir, que jo pugui seguir-lo llençant i que no passi res; no és la solució al problema.

12 Quines mesures pot prendre una empresa per a produir menys residus i reduir la contaminació?

Jo et puc dir que la sostenibilitat és una de les unitats en el meu departament i cada any tenim objectius per tirar endavant en el nostre àmbit, que és l'àmbit, més aviat, d'operació, d'instal·lació, de producció... Per exemple, els productes "accelerator" ara estan en aquest percentatge de ventes doncs d'aquí a cinc anys han d'estar en aquest altre més gran. Per tant, tant el sector de ventes com el d'operació com tota la companyia té clarament un objectiu en aquest sentit, i sobretot el disseny de productes cada vegada té més en compte aquest cicle complet a l'hora de dissenyar un producte. Hi ha productes que en la primera ullada pel damunt de les seves propietats els descarten per sostenibilitat. Potser és un producte que té una gran utilitat, unes grans propietats, etc. però si des del punt de vista de seguretat del medi ambient no compleix uns determinats requisits se'ls descarta. És a dir, el factor de sostenibilitat fa un parell de dècades no estava en l'equació ni en el desenvolupament del producte. Avui en dia hi és i va prenent la importància que mereix, i és inevitable.

13 Tindria més repercussió si s'implantéssin lleis de reducció d'emissions i contaminació a nivell global?

Les normatives de límits d'emissions ja hi són. Estan basades en les millors tècniques disponibles, és a dir, els gasos i les aigües residuals es tracten segons la millor tècnica disponible que hi ha en aquell moment, raonablement econòmica. Ja has fet tot el possible. Ja no es tracta directament que les fàbriques contaminin, sinó que els productes siguin sostenibles. En general, dintre d'Europa, les normatives que controlen la contaminació directa des del punt de vista d'emissions, aigües residuals, etc., ja hi són. I són les millors que puguem tenir. El que has de fer és anar incidint en la societat per aturar aquest cercle viciós.

14 Què opines sobre replantejar la manera en la que produïm i consumim?

I tant si ens ho hem de replantejar. Es parla de desenvolupament sostenible. El paradigma anterior era el creixement sostingut, perquè en economia és bo créixer; quan creixes es crea ocupació, la gent inverteix... tot va cap endavant. I es genera en la societat un clima d'optimisme, de confiança en el futur. En el moment que l'economia creix per sota d'un valor determinat, ja no diguem si la societat es contrau, la societat està en negatiu. (...) El nostre planeta, que jo sàpiga, per definició és limitat. Avui en dia es porta un registre de en quin dia de l'any hem

consumit els recursos que la Terra es capaç de produir en un any, i que cada any aquest dia és més aviat. Per tant, no només no hem millorat, sinó que a més estem empitjorant. Això vol dir que estem esquilant la Terra, estem consumint recursos que la Terra té com a reserva. El canvi de paral·lelisme ens va portar al desenvolupament sostenible, és a dir: anem a créixer però controlant com creixem de manera que això es pugui aguantar. Des d'un punt de vista matemàtic és una contradicció en termes. És millor créixer intentant minimitzar l'impacte que créixer sense tenir cap precaució. Potser és que hem de canviar el paradigma i aprendre a no créixer i viure psicològicament amb això.

15 Valdria la pena prendre exemple d'altres països, com Alemanya, que fan pagar un depòsit a l'hora de comprar ampelles de plàstic per a fomentar el seu reciclatge?

A Alemanya, com tu ja saps, per disciplina i per organització aconseguen uns resultats molt més elevats. Una part de l'èxit és la mentalització, la gent s'implica en l'economia circular, i l'altra és que han escollit sistemes millors per reciclar. Si fóssim capaços de reciclar el 95% del plàstic no estaríem parlant del que estem parlant, perquè el que s'hauria de polir seria només el 5%. El problema és quan obres una aixeta i llences una gran part, i llençar-ho és culpa de no mantenir un sistema eficaç de reciclatge però també és culpa de tots i cadascun de nosaltres, perquè no tenim la consciència adequada, en el moment que tu obres el balanç i surt molt producte per l'altre costat ha d'entrar la mateixa quantitat que surt. I aquest és el problema dels plàstics. (...)

Curiosament, quan has de posar diners al damunt les coses funcionen millor, és qüestió de trobar el sistema i de mentalitzar la gent. Si tu tens un sistema que no funciona pots seguir fent-lo servir i estirar-te els cabells, pots donar la culpa a la gent, pots intentar educar a la gent, o l'altra cosa és canviar de sistema. I si damunt no fóssim tan rucs i, com que no anem els primers, miréssim el que han fet els que anàvem primers i agaféssim exemple dels que els hi ha sortit bé probablement la cosa seria diferent. (...) Si una cosa no t'acaba de funcionar prova a fer-ne una de diferent, perquè si segueixes fent el que has fet tota la vida no et mouràs d'allà on eres.

16 La petjada ecològica que deixaria una possible producció massiva de plàstics biodegradables seria inferior o igual que la dels plàstics convencionals?

Depèn del plàstic. L'important d'un plàstic no és només que sigui biodegradable. El que sigui biodegradable potser et neteja la consciència de que encara que el llenci per la finestra ja desapareixerà. En el fons haig de mirar, aquest plàstic

biodegradable quanta energia m'ha costat fabricar-lo, si segueixo fent servir petroli o faig servir plàstic reciclat... tot això és més important que el fet que sigui biodegradable. Si jo tingués un plàstic de baixa utilització de recursos per mi seria més important que si fos biodegradable, amb la condició de que tingués uns sistemes de reciclatge i de reutilització que s'apropessin al 100%. Idealment, a mesura que de manera asimptòtica m'acosto al 100% la incidència de la quantitat addicional que produeixo per reomplir el sistema i el creixement vegetatiu són iguals. La única manera de créixer (durant un temps limitat), de mantenir el creixement i amortir la incidència del creixement en una economia creixent és que aquest creixement addicional sigui a costa de l'economia circular, que el creixement sigui absorbit per vincular les cadenes de producció perquè allò que ara és un residu sigui una matèria primera, o que l'energia residual sigui aprofitada. Un gran tema sobretot en el clima és el de la producció d'energia, que des del punt de vista climàtic té molta més incidència que no pas la pròpia fabricació de productes químics.

Conclusions de l'entrevista

Aquesta entrevista ha sigut molt enriquidora perquè hem pogut parlar amb una persona que té un càrrec elevat en una multinacional petroquímica però alhora és Director de Salut, Seguretat i Medi Ambient.

D'aquesta manera hem pogut conèixer els arguments de les dues parts de la moneda: produir únicament amb l'objectiu econòmic o produir tenint en compte l'entorn i sobretot el futur; el punt de vista de les empreses i el dels consumidors; la ciència com una gran eina per al desenvolupament sostenible i la innovació o com a gran enemiga; l'atorgament del veritable poder del canvi a les empreses o als consumidors; el manteniment de la producció de certs productes nocius per la seva utilitat o només per la seva sostenibilitat; la culpa de la inacció atorgada als governs o a la irresponsabilitat cívica, etc.

6. CONCLUSIONS

Després de realitzar el treball de recerca sobre les seves alternatives biodegradables al plàstic he arribat a les conclusions següents:

- Es confirma la hipòtesi que afirma l'existència d'alternatives al plàstic que siguin viables i no produeixin un impacte negatiu sobre el medi ambient.
- Els factors principals que impedeixen que aquestes siguin més utilitzades i venudes que el plàstic convencional són els interessos econòmics i la falta de conscienciació i demanda per part de la població i dels consumidors.
- Els plàstics compostables/biodegradables són perfectament viables i poden arribar a tenir les mateixes propietats i qualitats que el plàstic convencional, sempre i quan es tinguin a disposició els equipaments, les tècniques i la màquinaria adient. A nivell casolà es poden obtenir resultats molt positius però és indiscutible que amb les tècniques especialitzades se n'aconseguiran de molt més aproximats a la realitat.
- Molts productes que es venen amb el nom de "biodegradable", "compostable" o "eco-friendly", entre d'altres, no compleixen realment el que els fabricants asseguren. Per tant, cal anar amb compte de no caure en l'engany de les tècniques publicitàries com el "*greenwashing*".
- Un alt percentatge de la població no coneix el significat dels termes "biodegradable" i/o "compostable". Paral·lelament, el grau de conscienciació mediambiental és baix, aquest és un fet que està estretament lligat amb l'elevada desinformació i educació ambiental de la població, tenint en compte la greu situació actual.

La meva part teòrica ha estat realitzada gràcies a l'extensa recerca bibliogràfica, nombrosos reportatges, llibres, consells de professionals, etc. El treball de camp, en canvi, ha sigut fruit de moltes proves i intents. L'observació de l'estat de les càpsules compostables m'ha fet veure que no tot el que conté les paraules "compostable" o "biodegradable" realment ho és, almenys en el temps que el fabricant promet. Una part molt enriquidora també ha sigut la creació casolana de bioplàstics, ja que m'ha fet comprovar experimentalment les propietats i capacitats que tenen aquests, creant experiències i futures millores.

Volem esmentar que, en cas de noves línies de treball que facin referència a les alternatives biodegradables i compostables del plàstic, si es disposa de maquinària de producció adequada es poden obtenir resultats de bioplàstics més professionals, és a dir, que s'assemblin més als plàstics actuals.

7. ANNEX

- RESULTAT DESPRÉS D'INTRODUIR UN COBERT DE PLÀSTIC BIODEGRADABLE INDUSTRIAL EN UNA COMPOSTADORA DURANT CINQ SETMANES.

Figura 4.44: Abans i després d'un cobert biodegradable després d'estar en una compostadora



Com podem observar en la imatge, després d'estar cinc setmanes en una compostadora, el cobert té la seva forma i duresa original. Si el rentem bé podem observar que té fins i tot exactament el mateix color que al principi: no ha patit cap canvi.

Font: Elaboració pròpia

8. BIBLIOGRAFIA

LLIBRES

BRUNA, Carlota (2019). *Camino a un mundo vegano* (1ªedició). Barcelona: Penguin Random House Grupo Editorial.

CALLENBACH, Ernest (1999). *La Ecología. Guía de bolsillo* (1ªedició). Madrid: Siglo XXI de España Editores, S.A.

E. FIGUERUELO, Juan i MARINO DÁVILA, Martín (2004). *QuímicaFísica del ambiente y de los procesos medioambientales*. Barcelona: Editorial Reverté S.A.

MARTÍNEZ, Mónica; RUIZ, Miguel i VERA, José Luis (2007). *Descubrir la naturaleza. Ecología y medio ambiente* (1ªedició). Barcelona: THEMA Equipo Editorial, S.A.

R. CRAIG, James; J. VAUGHAN, David i J. SKINNER, Brian (2001). *Recursos de la Tierra: Origen, uso e impacto ambiental* (3ªedició). Madrid: Pearson Education Inc.

YARROW, Joanna. (2010). *Eco ¡lógico!: ¡Únete al debate mediambiental! Cifras y letras, pros y contras, para decidirte* (1ªedició). Barcelona: BLUME

CONFERÈNCIES

DRAKE, Joanna (24 de maig, 2019). *Una estratègia europea pels plàstics en una economia circular*. Sala d'actes del port de Tarragona.

Plastics Europe (26 març, 2019). *European Youth Debating Competition*. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.

SOLER, Anton (31 de juliol, 2019). *Ponència sobre el clima a càrrec del Dr. Anton Soler*. Ateneu Llibertari Alomà, Tarragona.

REPORTATGES

Das Jenke-Experiment: "Das Plastik in mir: Wie der Müll uns krank macht" Dir. WILMSDORFF, Jenke. RTL, 24/09/2019.

Green Seven Report 2019: Save the oceans. Dir. GÖDDE, Stefan i OELKERS, Claire. ProSieben, 16/10/2019.

DOCUMENTS ELECTRÒNICS

PA Packsys Academy, (2018). "La diferencia entre degradable, biodegradable y compostable." <http://www.packsys.com/blog/degradable-biodegradable-y-compostable/> (consultat el dia 12/06/19)

Juma, Green Pack S.A.S. (2017). "Diferencia entre biodegradable, degradable y compostable." <https://greenpack.com.co/diferencia-entre-biodegradable-degradable-y-compostable/> (consultat el dia 12/06/19)

<https://www.significados.com/organico/> (consultat el dia 13/06/19)

Wikipedia (2018). "Polimerización". <https://es.wikipedia.org/wiki/Polimerización> (consultat el dia 14/06/19)

- Plastics Europe. “¿Qué son los plásticos?” <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics> (consultat el dia 14/06/19)
- Plastics make it possible. <https://www.plasticsmakeitpossible.com/> (consultat el dia 14/06/19)
- Wikipedia. “Glicerol”. <https://es.wikipedia.org/wiki/Glicerol> (consultat el dia 24/06/19)
- VadeQuímica. “Higroscopia. ¿Qué es y qué compuestos tienen esta capacidad?” <https://www.vadequimica.com/blog/2017/01/higroscopia-que-es-y-que-compuestos-tienen-esta-capacidad/> (consultat el dia 24/06/19)
- “¿Qué es la glicerina y para qué sirve?” <https://pierdepesoencasa.com/que-es-la-glicerina-y-para-que-sirve/> (consultat el dia 24/06/19)
- Wikipedia. “Miel” <https://es.wikipedia.org/wiki/Miel> (consultat el dia 25/06/19)
- “Los materiales y sus propiedades.” http://www.edu.xunta.gal/centros/iessantomefreixeiro/system/files/Ud4_propiedades_materiales_completo.pdf (consultat el dia 25/06/19)
- Woodward. “Los materiales y sus propiedades.” <https://www.spanish.cl/ciencias-naturales/materiales-propiedades.htm> (consultat el dia 25/06/19)
- Wikipedia. “Moho.” <https://es.wikipedia.org/wiki/Moho> (consultat el dia 27/06/19)
- Centros para el control y la prevención de enfermedades. (2017) “Los mohos (hongos) en el medio ambiente.” <https://www.cdc.gov/mold/es/faqs.htm> (consultat el dia 27/06/19)
- Monografias.com. “Hongos” <https://www.monografias.com/trabajos10/hongo/hongo.shtml> (consultat el dia 27/06/19)
- “Hongos descomponedores de la materia orgánica” (2014) <https://hongosdescomponerodresmateriaorganica.blogspot.com/2014/10/el-segundo-tema-de-los-seminarios.html> (consultat el dia 27/06/19)
- Wikipedia. “Digestión anaeróbica” https://es.wikipedia.org/wiki/Digestión_anaeróbica (consultat el dia 1/07/19)
- Wikipedia. “Digestión aerobia” https://es.wikipedia.org/wiki/Digestión_aerobia (consultat el dia 1/07/19)
- Wikipedia. “Biogás” <https://es.wikipedia.org/wiki/Biogás> (consultat el dia 3/07/19)
- Compostadores. “El compost, temperatura y humedad” <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/compostar-hacer-compost/147-el-compost-temperatura-y-humedad.html> (consultat el dia 3/07/19)
- Compostando Ciencia LAB. (2018) “La humedad influye más en la actividad microbiana del compost que su temperatura” <http://www.compostandociencia.com/2018/02/la-humedad-influye-mas-en-la-actividad-microbiana-del-compost-que-su-temperatura/> (consultat el dia 3/07/19)

Jardí Botànic de Soller. "Control de la temperatura, la humedat y la ventilación"

http://www.jardibotanicdesoller.org/es/jbs.php/horticultura_y_jardineria/como_hacer_compost/control (consultat el dia 3/07/19)

Expok. Comunicació de sustentabilidad y RSE. (2009) "¿Qué es el greenwashing?"

<https://www.expoknews.com/que-es-el-greenwash/> (consultat el dia 15/07/19)

Ecología verde. "Greenwashing: qué es, cómo funciona y ejemplos"

<https://www.ecologiaverde.com/greenwashing-que-es-como-funciona-y-ejemplos-2077.html> (consultat el dia 15/07/19)

ABC Pack. "Historia de los plásticos" <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/historia-de-los-plasticos/> (consultat el dia 21/07/19)

Wikipedia. "Plástico" <https://es.wikipedia.org/wiki/Plástico> (consultat el dia 21/07/19)

The Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/> (consultat el dia 3/08/19)

Wikipedia. "Retroalimentación positiva" https://es.wikipedia.org/wiki/Realimentación_positiva

(consultat el dia 6/08/19)

Wikipedia. "Retroalimentación negativa" https://es.wikipedia.org/wiki/Realimentación_negativa

(consultat el dia 6/08/19)

Wikipedia. "Sinergia" <https://es.wikipedia.org/wiki/Sinergia> (consultat el dia 12/08/19)

Wikipedia. "Trade off" <https://es.wikipedia.org/wiki/Trade-off> (consultat el dia 12/08/19)

PEMEX. "Estadísticas petroleras agosto de 2019"

<https://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Paginas/IndicadoresPetroleros.aspx> (consultat el dia 19/08/19)

WRM Bulletin 133. (2008) "Petróleo, medio ambiente y aspectos económicos del desastre"

<https://wrmbulletin.wordpress.com/2008/08/23/petroleo-medio-ambiente-y-aspectos-economicos-del-desastre/> (consultat el dia 19/08/19)

Wikipedia. "Agujero de la capa de ozono"

https://es.wikipedia.org/wiki/Agujero_de_la_capa_de_ozono (consultat el dia 21/08/19)

"La estratosfera"

https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/CA_old/php/apuntesCA0607_Tema4.pdf (consultat el dia 22/08/19)

"Principales contaminantes"

https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/trab_alumnos/sevilla/sevilla.htm (consultat el dia 22/08/19)

Ocio magazine. (2012) "Vapor de agua, gases de efecto invernadero"

<https://www.ocio.net/estilo-de-vida/vapor-de-agua-gases-de-efecto-invernadero/> (consultat el dia 22/08/19)

Wikipedia. "Acuerdo de París" https://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdo_de_París (consultat el dia 22/08/19)

<http://www.plantasdebiomasa.net/bioetan.html>

<http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/la-sostenibilidad-del-compostaje/194-bolsas-compostables-biodegradables-oxodegradables-fotodegradables-hidrosolubles-o-reciclables.html>

<https://youtu.be/IBFMLMxGANc>

“Naturaleza de los plásticos” <http://aliso.pntic.mec.es/cm10029/PLASTICOS/Generalidades.html> (consultat el dia 29/08/19)

Ministerio para la Transición Ecológica. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/reglamento-reach/> (consultat el dia 30/08/19)

Agencia Nacional de Hidrocarburos. “Estos usos del Petróleo en la antigüedad te dejarán boquiabierto” <https://www.vix.com/es/mundo/199928/estos-usos-del-petroleo-en-la-antiguedad-te-dejaran-boquiabierto> (consultat el dia 30/08/19)

Bolívar, Gabriel. “Polímeros sintéticos: propiedades, tipos y ejemplos” <https://www.lifeder.com/polimeros-sinteticos/> (consultat el dia 2/09/19)

Elsa, Cooltra. (2016) “Agentes contaminantes de la gasolina” <https://blog.cooltra.com/agentes-contaminantes-de-la-gasolina/> (consultat el dia 4/09/19)

“Tipos de gases producidos en la combustión y sus consecuencias” https://www.as-sl.com/pdf/tipos_gases.pdf (consultat el dia 4/09/19)

AMBAR. “Microplásticos” <https://ambarplus.com/microplasticos/> (consultat el dia 7/09/19)

Tecnología de los plásticos (2012) “Polihidroxialcanoatos (PHA)” <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/10/polihidroxialcanoatos-pha.html> (consultat el dia 8/09/19)

Tecnología de los plásticos (2013) “Polimerización” <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/07/polimerizacion.html> (consultat el dia 8/09/19)

Losadhesivos.com “¿Qué es un elastómero?” <https://www.losadhesivos.com/elastomero.html> (consultat el dia 8/09/19)

Plastics make it possible (2017) “Innovations in Medical Care Made Possible by Plastics” <https://www.plasticmakeitpossible.com/whats-new-cool/healthcare/innovations-in-medical-care-made-possible-by-plastics/> (consultat el dia 13/09/19)

Wikipedia. “Isla de basura” https://es.wikipedia.org/wiki/Isla_de_basura (consultat el dia 20/09/19)

Ecología verde. (2019) “Qué son las islas de plástico y cómo se forman” <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-islas-de-plastico-y-como-se-forman-1266.html> (consultat el dia 20/09/19)

Mastrolorenzo, Jose Luis. (2013) “Reciclado de materiales plásticos” <https://www.bing.com/videos/search?q=como+se+reciclan+los+pl%C3%A1sticos&&view=detail&mid=C7F4DE3377C3AE208564C7F4DE3377C3AE208564&&FORM=VRDGAR> (consultat el dia 23/09/19)

RND. (2019) “Jenke-Experiment“ zeigt, wie Plastik uns krank macht”

<https://www.rnd.de/medien/erschreckender-selbstversuch-jenke-experiment-zeigt-wie-plastik-uns-krank-macht-6RTUJ2TW7FHODFRQJFXXZEQYZI.html> (consultat el dia 26/09/19)

Wikipedia. “Plastificante” <https://es.wikipedia.org/wiki/Plastificante> (consultat el dia 29/09/19)

BASF. “Sustainable solution steering” <https://www.basf.com/global/en/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/sustainable-solution-steering.html> (consultat el dia 3/10/19)

EARTH Green Colombia. “Principios básicos del compostaje” <http://earthgreen.com.co/aprenda-mas-pyr/74-principios-basicos-del-compostaje> (consultat el dia 27/10/19)

Anape. “Residuos de EPS para la elaboración del compost” <http://anape.es/pdf/ficha42.pdf> (consultat el dia 27/10/19)