

BIOPLÀSTICS, SÓN LA SOLUCIÓ AL PROBLEMA DEL *LITTERING*?



BIOPLÀSTICS, SÓN LA SOLUCIÓ AL PROBLEMA DEL *LITTERING*?

Pseudònim: Irene Adler

ABSTRACT

Els plàstics convencionals constitueixen la principal font de contaminació sòlida del planeta, és a dir, de brossa. La nefasta gestió d'aquests residus està tenint un impacte tant visible com invisible en el medi ambient i la societat, posant en perill la flora i la fauna dels entorns naturals i perjudicant indirectament la salut humana.

En aquest Treball de Recerca prenem els bioplàstics com una possible solució davant de la greu problemàtica mediambiental causada pels plàstics en els darrers anys. Per complir amb l'objectiu principal establert, procedim a esbrinar si es degraden amb més rapidesa que els plàstics tradicionals i per tant, si són o no una alternativa adequada a aquests. Arribar a aquesta conclusió és possible gràcies al treball de camp, el qual consisteix en sotmetre diversos tipus de bioplàstic en diferents medis naturals durant un període de temps prolongat per estudiar de manera contínua el seu estat de degradació. A més, també tenim en compte els avantatges i els desavantatges que comporten i investiguem, mitjançant una breu enquesta realitzada a nivell local, el grau de conscienciació de la població.

Paraules clau: bioplàstics, plàstics, medi ambient, degradació

Los plásticos convencionales constituyen la principal fuente de contaminación sólida del planeta, es decir, de basura. La nefasta gestión de estos residuos está teniendo un impacto tanto visible como invisible en el medio ambiente y en la sociedad, poniendo en peligro la flora y la fauna de los entornos naturales y perjudicando indirectamente la salud humana.

En este trabajo de investigación cogemos los bioplásticos como una posible solución ante la grave problemática medioambiental causada por los plásticos en los últimos años. Para cumplir con el objetivo principal establecido, procedimos a averiguar si se degradan con más rapidez que los plásticos tradicionales y, por tanto, si son o no una alternativa adecuada a estos. Llegar a esta conclusión es posible gracias al trabajo de campo, el cual consiste en someter diversos tipos de bioplástico en diferentes medios naturales durante un periodo de tiempo prolongado para estudiar de manera continua su estado de degradación. Además, también tenemos en cuenta las ventajas y las

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

desventajas que comportan e investigamos, mediante una breve encuesta realizada a nivel local, el grado de concienciación de la población.

Palabras clave: bioplásticos, plásticos, medio ambiente, degradación

Conventional plastics are the main source of solid pollution on the planet, in other words, of garbage. The disastrous management of this waste is having a visible and invisible impact on the environment and society, endangering the flora and fauna of natural environments, and indirectly harming human health.

In this research work we take bioplastics as a possible solution to the serious environmental problems caused by plastics in recent years. To meet the main goal set, we proceed to find out whether they degrade themselves more quickly than traditional plastics and therefore, if they are or not a suitable alternative to them. This conclusion is possible thanks to fieldwork, which consists of subjecting various types of bioplastic in different natural environments for an extended period of time to continuously study its state of degradation. In addition, we also take into account the advantages and disadvantages involved and we investigate, through a brief survey conducted locally, the level of awareness of the population.

Key words: bioplastics, plastics, environment, degradation

AGRAÏMENTS

Primerament voldria agrair a la meva família, tant als meus pares com a la meva germana, el seu incansable esforç i haver posat tantes ganes i interès en aquest treball com jo mateixa. També als meus avis per haver-me deixat els espais necessaris per poder realitzar el treball de camp, al meu padrí per la seva actitud crítica i professional envers la meva redacció i a la meva padrina per facilitar-me alguns dels seus contactes d'empresa i per haver-me introduït en aquest àmbit tan especial en aquests moments per a mi com és el medi ambient.

També voldria valorar l'aportació de molts experts en el tema per dedicar-me el seu temps i el seu ajut desinteressat. Entre ells hi ha científics i investigadors com Ana Valera, qui em va explicar amb detall el projecte realitzat per ella mateixa i altres companys anys enrere i em va donar accés a pàgines web molt interessants per continuar amb la recerca; i Carlos Sanz Lázaro, qui no es va limitar a respondre les meves preguntes sinó que a més, es va interessar pel meu estudi, em va donar uns consells excel·lents i fins i tot es va prestar a seguir en contacte i mostrar-me les instal·lacions i el laboratori on treballa amb el seu equip si algun dia passava per Alacant.

D'altra banda, no voldria deixar-me a Mercè Mariano Geira, una gestora de residus que, tot i estar molt enfeïnada, va aconseguir fer un lloc a la seva agenda per concedir-me una entrevista; a Isabel Olesti Vidal i a David Sanchez Berenguer, els quals treballen a les plantes de compostatge situades al Baix Camp i a Camarles respectivament. A Isabel li he d'agrair el fet d'haver dedicat una estona a respondre les meves preguntes i a David, l'haver-se ofert a fer-me una visita guiada per les instal·lacions de la planta i a explicar-me de manera entenedora tot el procés de compostatge.

A més a més, em van ajudar responnent els meus correus electrònics empreses com Cove, ASOBIOCOM, Soretrac, Coverpan, Arapack, The Coca-Cola Company, Nupik i NaturePlast. Referent a aquesta última m'agradaria donar-li les gràcies especialment a Anna Klimek, qui a part de respondre una sèrie de preguntes i enviar-me documents i material amb molta informació útil sobre bioplàstics recollida per l'empresa, se'n va recordar de mi mesos més tard i ella mateixa va escriure'm per si tenia més dubtes o necessitava alguna altra cosa.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Acabant ja amb els agraïments, a Onofre Casanova Navarro li agraeixo l'interès mostrat i la seva bona voluntat al posar-se en contacte amb mi per parlar sobre els bioplàstics, ja que ell havia tractat el tema prèviament.

Per últim però no per això menys important, gràcies també a la meva tutora del treball per respondre amb tanta paciència tots els correus plens d'infinits dubtes i per acompanyar-me en aquest viatge que ha estat el Treball de Recerca.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	9
Motivació	
Objectiu general	
Objectius específics	
Hipòtesi	
Metodologia	
2. MARC TEÒRIC	11
2.1. Que són els plàstics?	11
2.1.1. Història del plàstic.....	11
2.1.2. Propietats i aplicacions	12
2.1.3. Obtenció del plàstic.....	13
2.1.4. Classificació del plàstic	13
2.2. Problemàtica actual arreu del món	16
2.2.1. L'actuació de l'home	16
2.2.2. Estat dels mars i oceans	17
2.2.3. Convivència entre la fauna i el plàstic.....	18
2.2.4. Microplàstics al cos humà	21
2.2.5. Actuació de la Unió Europea	22
2.3. El Delta de l'Ebre.....	24
2.3.1. Problemàtica actual al Delta.....	25
2.3.2. Estat del Delta a causa del plàstic	26
2.3.3. Estudi de les solucions ja proposades	27
2.3.4. Necessitat de buscar noves propostes.....	28
2.4. Que són els bioplàstics?.....	30
2.4.1. Tipus i obtenció de bioplàstic	30
2.4.2. Mercat de bioplàstic	31
2.4.3. Aplicacions per al bioplàstic	34
2.4.4. Bioplàstics compostables d'origen vegetal	35
2.4.4.1. Són tan bons com semblen?	36
2.4.5. Gestió de bioplàstic.....	38
2.4.5.1. Procés de compostatge.....	39
2.4.5.2. Problemàtica en la gestió del residu	40
2.4.6. Actuació de les empreses	41

2.4.7. Conscienciació de la població	43
3. TREBALL DE CAMP	47
3.1. Nivell de descomposició de diversos tipus de bioplàstic al llarg del temps	47
3.1.1. Cerca de material	48
3.1.2. Fabricació de midó de panís casolà.....	51
3.1.3. Posada en marxa	55
3.1.4. Primer mostreig als 3 mesos	58
3.1.5. Segon mostreig als 6 mesos.....	62
3.1.6. Tercer mostreig als 9 mesos.....	65
3.1.7. Resultats	68
3.1.8. Conclusions	70
4. CONCLUSIONS FINALS.....	73
Fonts documentals.....	77

1. INTRODUCCIÓ

Motivació

Tot va començar el dia del meu aniversari, quan la meva padrina em va regalar el llibre de la Greta Thunberg, la jove activista mediambiental sueca, “Canviem el món”. Fins aquell moment, jo no era conscient dels greus problemes que hi tenen lloc en el nostre planeta a causa del canvi climàtic però els emotius discursos de la Greta em van obrir els ulls. Alhora, les recents imatges dels boscos en flames del Amazonas i del huracà “Glòria”, que submergia i destruïa les costes del Delta de l'Ebre en aquell moment, emeses per les notícies van despertar en mi un gran interès per la situació. Així és com vaig decidir enfocar el meu Treball de Recerca en algun tema relacionat amb el medi ambient.

Al mateix temps, cercant per les xarxes socials, vaig fer cap a un vídeo que em va tocar la fibra sensible. Tractava d'una tortuga, rescatada per uns pesquers, la qual tenia una palleta per beure de plàstic totalment encallada dintre del nas. L'audiovisual reflectia perfectament el patiment i el dolor de la tortuga mentre li intentaven extreure el tros de plàstic del cos. Va ser llavors quan vaig adonar-me que el plàstic, un material utilitzat per tots a diari i tant necessari, és molt perjudicial per a la natura i per a tots els organismes vius que hi habiten, ja que la seva lenta degradació és la causa de la mort de moltíssimes espècies.

Enfront aquesta situació, vaig iniciar una cerca per trobar algun mètode que pogués solucionar el problema del *littering*, és a dir, de la contaminació sòlida causada majoritàriament pels plàstics i el seu impacte en el medi. Aviat, la paraula “bioplàstic” va aparèixer al meu davant. Era un concepte nou i innovador, del qual no havia sentit a parlar anteriorment. El fet que aquest material fos biodegradable em va generar certa curiositat i intriga per continuar investigant.

Quan vaig començar amb la recerca, vaig adonar-me que diversos equips de científics estudiaven els bioplàstics amb la certesa d'un futur prometedori. Alhora, presentaven problemes i aquests semblaven desconeguts per la

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

població. Davant d'això, vaig veure la possibilitat d'aprendre moltíssim sobre el tema.

Objectiu general

- Esbrinar si els bioplàstics són una bona alternativa als plàstics convencionals des d'un punt de vista mediambiental.

Objectius específics

- Aprendre més sobre el tema.
- Conscienciar de l'excessiu ús del plàstic i de la necessitat de reciclar-lo.
- Aprofundir en els efectes negatius d'aquest en el medi.
- Saber diferenciar plàstics i bioplàstics.

Hipòtesi

El nostre propòsit amb aquest treball és demostrar i poder afirmar que els bioplàstics són una alternativa eficaç als plàstics tradicionals i que el seu ús evitaria gran part dels problemes mediambientals que els plàstics convencionals provoquen.

Metodologia

Per verificar aquesta hipòtesi hem escollit cinc tipus de bioplàstics, els quals hem sotmès a tres medis naturals diferents. Un producte fabricat amb cadascun dels bioplàstics estava enterrat, un altre submergit en aigua dolça provinents del riu i l'últim deixat a la intempèrie. Durant nou mesos, hem dut a terme un seguiment del seu estat de degradació.

A més, ens hem documentat, tant a través d'Internet com de llibres i publicacions, hem realitzat múltiples entrevistes amb experts i professionals en el tema i hem fet una breu enquesta a nivell local per conèixer el grau de conscienciació de la població. Tot això ens ha permès arribar a una conclusió clara i complir amb tots els objectius establerts.

2. MARC TEÒRIC

2.1. Que són els plàstics?

Es denomina “plàstics” a tots aquells materials sintètics o semi sintètics que tenen la propietat de ser mal·leables. De fet, el seu nom prové d’aquesta plasticitat o capacitat de deformar-se sense arribar a trencar-se, que els permet ser modelats en múltiples formes i crear objectes sòlids.

També són materials orgànics, ja que les matèries primeres que s’empren per produir-los són d’origen natural, com la cel·lulosa, el carbó, el gas natural, i per descomptat, el petroli.

Tot i que s’usa la paraula “plàstics” de manera general, aquests no són altra cosa que polímers, és a dir, molècules de cadena llarga compostes per unitats més petites anomenades monòmers, que s’uneixen mitjançant el procés de polimerització.

2.1.1. Història del plàstic

Abans de la creació dels polímers, la natura era l’única font de recursos amb la qual comptava l’ésser humà per a la fabricació d’eines i estris d’ús quotidià. Però les propietats de les pedres, la fusta i els metalls no satisfien les demandes de l’home i aquests, mitjançant les seves capacitats de cerca i investigació, van començar a manipular els polímers naturals. Per tant, podem assegurar que l’ambre, l’asta natural, la goma laca i la gutaperxa són els precursors dels plàstics sintètics actuals.

Deixant enrere els polímers naturals i arribant al segle XIX, ens trobem amb el descobriment de nous polímers, com són el cautxú i el cel·luloide. El primer d’aquests es va aconseguir el 1820 al triturar i mesclar goma crua en una màquina inventada a Anglaterra per Thomas Hancock. El resultat va ser una massa que es deformava i no s’assecava a l’aire. Però aquests

inconvenients van ser solucionats accidentalment per Charles Goodyear quan ho va vulcanitzar amb sofre. Anys més tard, el 1855, l'anglès Alexander Parkes descobreix que de la barreja de nitrat de cel·lulosa i càmfora fos en resulta una massa dura que pot ser modelada prèviament. L'anomena Parkesita, en honor al seu nom. Malgrat tot, Parkes no patentava el material i és John Wesley Hyatt qui, el 1870, basant-se amb la Parkesita, crea i patentava el cel·luloide.

Per aquell temps, les reserves de marfil havien disminuït i l'empresa *Phelan & Collander* va decidir premiar amb 10.000 dòlars a aquell que fos capaç de produir un material vàlid per a la fabricació de boles de billar, que eren fetes fins al moment de marfil. El premi se'l va endur John Hyatt, gràcies al cel·luloide.

El 1909 té lloc la creació del primer plàstic sintètic termoestable a mans del químic estatunidenc Leo Hendrik Baekeland. Aquesta resina va rebre el nom de baquelita, en honor al seu creador. Va permetre la fabricació de productes aptes per a la seva venda com carcasses de telèfons i ràdios. Aquest fet va suposar un augment en la demanda per part d'una societat cada cop més consumista, estimulando la producció massiva d'objectes de plàstic.

En els anys posteriors, la investigació i la creació de nous polímers plàstics va augmentar a un ritme vertiginós, donant pas a una infinitat de productes com ara bosses, envasos, embolcalls, etc; i dels quals avui dia no podem prescindir.

2.1.2. Propietats i aplicacions

El plàstic és un material molt versàtil que, gràcies a les seves propietats i característiques, té múltiples usos i per tant, abunda en la nostra vida diària.

La baixa densitat de gairebé tots els tipus de plàstic aporta, als productes finals, molta lleugeresa. A més a més, encara que la majoria són uns excel·lents aïllants tèrmics i elèctrics, també es poden fabricar plàstics que

siguin conductors de l'electricitat. Solen ser impermeables i resistent a la corrosió i altres substàncies químiques, cosa que els fa idonis en sectors com la construcció. Alguns són transparents però, si es desitja, es poden aplicar tints i canviar el seu color. També es poden modelar fàcilment per obtenir formes diverses i permeten la integració d'altres materials per adaptar els productes finals a la seva respectiva funció.

Totes aquestes propietats són difícils d'aconseguir amb altres elements, és per això que, el plàstic, és actualment el material sintètic més útil i eficaç. Però al mateix temps, també constitueix la principal font de contaminació sòlida del planeta, és a dir, de brossa. Per sort, el plàstic es pot reciclar, però el seu baix cost de producció fa d'aquest un camí menys desitjat econòmicament.

2.1.3. Obtenció del plàstic

Encara que, com s'ha esmentat anteriorment¹, existeixen plàstics naturals com la cel·lulosa i el cautxú, la gran majoria són materials sintètics derivats d'altres matèries primeres com el petroli, el carbó, el gas natural, la cel·lulosa i la sal comuna. Tots aquests s'han anat trobant a la natura amb molta abundància però no s'ha d'oblidar que són recursos finits i que per tant, els seus cicles de regeneració estan per sota dels ritmes d'extracció o explotació. A causa de l'actual producció massiva de plàstic, s'ha observat un descens important en els nivells de reserva d'aquests recursos durant els últims anys. La continuïtat d'aquest fet suposaria el seu esgotament definitiu.

2.1.4. Classificació del plàstic

Tots els plàstics tenen inscrit un codi d'identificació, mundialment acceptat, que ens permet classificar-los segons la quantitat de resina que tenen i per tant, diferenciar-los millor a l'hora de fer el seu reciclatge. Està representat

¹ Vegeu apartat "2.1.1. Història del plàstic".

en cada producte plàstic amb un número de l'1 al 7 envoltat pel símbol del reciclatge². A més a més, a la part inferior del símbol apareixen unes sigles que fan referència a la composició química del plàstic.

Aquest codi va ser vigent l'any 1988 gràcies al *Bottle Institute* de la *Society of the Plastics Industry* amb la finalitat de disminuir la quantitat de residus generats mitjançant un reciclatge més eficient.

1. PET (Polietilè tereftalat): Pertany al grup de materials sintètics anomenats "polièster". És el més utilitzat gràcies a propietats com la seva lleugeresa, la seva transparència i brillantor i la seva resistència tant al desgast i als productes químics com als impactes i al foc. A més a més, presenta un baix cost de producció, és fàcil d'imprimir amb tintes i és totalment reciclable i per tant, és a l'hora respectuós amb el medi ambient. El trobem principalment en ampolles i envasos, ja que al estar en contacte amb begudes i aliments ajuda a conservar l'olor i el gust.
2. HDPE (Polietilè d'alta densitat): Al igual que el PET, és fàcil de produir. També és bastant lleuger, flexible i resistent als productes químics, als impactes i a les baixes temperatures. A diferència de l'anterior, aquest és incolor i pràcticament opac. S'utilitza en productes de neteja i higiene personal com detergents i xampús, envasos de llet, suc o iogurt, bosses, cordes i xarxes de pesca entre d'altres.
3. PVC (Clorur de polivinil): Aquest és menys usat en la cadena alimentària que els anteriors a causa de la seva facilitat per soltar toxines. A pesar d'això, sí que s'empra molt en el sector de la construcció gràcies a la seva particular resistència als àcids i als agents oxidants i a la seva llarga durada. També el trobem en els sectors de transport, elèctric i mèdic. Per tant, finestres, portes, brides, canonades i revestiments de cables són exemples de productes fets d'aquest material.

² El símbol del reciclatge és conegut internacionalment com un triangle fet de tres fletxes successives formant una cinta de Möbius o Moebius. Cada fletxa representa una de les tres R del reciclatge (reciclar, reduir i reutilitzar).

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

4. LDPE (Polietilè de baixa densitat): És fàcil de produir. A part de ser un excel·lent aïllant elèctric, també és un plàstic molt flexible que s'usa amb freqüència en bosses de tot tipus, envasos de laboratori i fins i tot en joguets.
5. PP (Polipropilè): Presenta una bona resistència química, a les fractures i a l'esterilització per vapor. A més a més, té unes excel·lents propietats dielèctriques, és a dir, evita el pas de la corrent elèctrica. El seu ús és molt variat. Podem trobar-lo en envasos aptes per ser escalfats al microones o forn, raspalls, impermeables, seients d'un estadi, tubs de cablejat, etc.
6. PS (Poliestirè): Existeixen dos tipus d'aquest polímer termoplàstic: el poliestirè expandit (EPS) o més conegut com *porrexpan* i el poliestirè extrudit (XPS). El primer és un material escumós que destaca per ser un aïllant tèrmic i acústic, per la seva lleugeresa i la seva resistència a la humitat i a la compressió. A pesar dels seus múltiples usos, és freqüent trobar-lo en productes com coberts i gots d'un sol ús, recipients per cosmètics i caixes per a CD. Per una altra banda, el poliestirè extrudit, més rígid que l'anterior, és caracteritzat per la seva alta durabilitat, resistència a l'aigua, evitant així que es podreixi; i perquè protegeix del foc. Tots dos són molt emprats en el sector de la construcció.
7. ALTRES: Dins d'aquest apartat trobem una gran varietat de plàstics com són per exemple el PC (Policarbonat), l'ABS (Acrilonitril Butadiè Estirè) o el PA (Poliamida), entre d'altres. Generalment, són una barreja de diversos tipus de plàstic i com a conseqüència, són molt difícils de reciclar. Pertanyents a aquest apartat podem trobar els fars d'un vehicle i altres parts tècniques com les manetes o les pantalles dels cotxes. Dins d'aquesta categoria també estan inclosos els bioplàstics.



Imatge 1. Codis recomanats pel *Plastic Bottle Institute* per a la identificació de plàstics.

2.2. Problemàtica actual arreu del món

Segons *Greenpeace*, només el 9% de tot el plàstic que s'ha produït i consumit fins a l'actualitat a nivell mundial s'ha reciclat, el 12% s'ha incinerat, i la gran majoria, el 79%, ha acabat en abocadors o llençat al medi ambient. Si tot el plàstic es gestionés de manera correcta no existiria cap problema, però a l'hora de la veritat, aquests residus tenen destins molt diversos.

A més, no són precisament beneficiosos, ans al contrari. Les zones costaneres i la immensa majoria d'espais aquàtics es troben plens de plàstic. De fet, hi ha tantíssima quantitat que, tant els residus de major mida com els microplàstics³ o els de menor dimensió, suposen un obstacle per al creixement, el desenvolupament i fins i tot l'alimentació d'una enorme varietat d'espècies. Òbviament, també acaben dipositant-se als òrgans de l'espècie humana, degut a que constituïm l'última baula de la cadena tròfica.

2.2.1. L'actuació de l'home

Juntament amb l'aparició del plàstic va venir un augment massiu de la producció. El seu baix cost i les seves múltiples característiques donaven pas a una infinitat d'oportunitats. A més a més, és un material reciclable. Però aquest procés és molt costós i surt més a compte (a nivell econòmic) produir-ne de nou que reutilitzar-lo. És per això que, durant segles l'ésser humà ha abocat residus (plàstics i no plàstics) al mar amb el convenciment que, per les seves grans dimensions, era un abocador inescapable. Això va funcionar durant un cert temps però actualment la quantitat de residus que trobem als oceans és tan elevada que la viabilitat d'aquest ecosistema s'està comprometent greument.

Tot i que aquest és el més afectat, no només són presents en el medi aquàtic. Es poden trobar plàstics contaminant el medi ambient en

³ Es coneix com microplàstics els fragments de plàstic de menys de cinc mil·límetres.

pràcticament tots els indrets del món. Allà on mirem, hi són. Fins i tot trobem microplàstics a l'aire.

Fins que no hem arribat a l'extrem, no ens hem adonat de la gravetat de la situació. Tal i com afirma Charles Rolsky, investigador de la Universitat Estatal d'Arizona: "Hem passat de veure el plàstic com un benefici meravellós a considerar-lo una amenaça".

2.2.2. Estat dels mars i oceans

Cada vegada es produeixen més productes plàstics. Quan ens desfem d'ells poden acabar reciclats, incinerats o dipositats en abocadors. Malgrat tot, aquests residus també poden acabar abandonats degut a l'acció del vent i la pluja, o simplement pel fet de no haver estat gestionats correctament. D'aquesta manera fan cap als rius o altres vies fluvials, assegurant-se així el mar com a destí final, on milions de tones de brossa són dipositades cada any.

Un cop els objectes plàstics arriben als oceans triguen entre dècades i centenars d'anys en degradar-se. És difícil assegurar amb exactitud la quantitat de temps que romandran en el medi aquàtic però es considera que la seva degradació és molt més lenta que en el medi terrestre. A més a més, aquesta degradació depèn del tipus de plàstic i de les condicions ambientals a les quals està sotmès, com per exemple la llum solar, l'oxigen i els agents mecànics. En el cas dels oceans, la radiació ultraviolada procedent de la llum solar és el principal agent de degradació del plàstic. L'onatge accelera el procés, causant que els fragments més grans es trenquin en trossos més petits, els quals anomenem microplàstics.

Mentre aquest procés es duu a terme, els corrents oceànics transporten els plàstics fins als confins més remots del planeta. Els que trobem flotant a la superfície representen menys del 15% de tots els plàstics que hi ha als oceans. La resta es troben en parador desconegut. Fins i tot, hi ha hagut científics que han trobat plàstic a l'estómac de petits animals marins que habiten les fosses del Pacífic, a més de 10 quilòmetres de profunditat.

A més a més, els corrents marins acumulen la brossa en arxipèlags flotants de més d'un milió de quilòmetres quadrats. Se'ls anomena *garbage patches* o “sopes” de plàstic i actualment se n'han identificat set. Les més recents es troben al Mar dels Sargassos, al mig de l'Atlàntic Nord; i al sud del Pacífic. També se'n coneixen una a l'oceà Índic, una a l'Àrtic i dues més a l'Atlàntic Nord i Sud. Finalment trobem la gran illa de brossa situada a l'oceà Pacífic, entre Califòrnia i l'arxipèlag Hawaià. Cal destacar que se la coneix des de fa més de seixanta anys i és la més gran del món. De fet, està creixent a un ritme tan ràpid que, segons el Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient, prompte es podrà veure fins i tot des de l'espai. La major part dels residus que formen aquestes illes són microplàstics.

Però no tots els residus plàstics fan cap a les “sopes” de plàstic. Al gel de l'Àrtic s'han anat acumulant microplàstics arrossegats des de latituds inferiors. S'estima que, a mesura que el gel es fongui, poden arribar a ser retornats a l'aigua més d'un bilió de fragments de plàstic. Els plàstics també s'acumulen a les platges d'illes remotes. Un clar exemple és l'illa Henderson, situada a més de 5.000 quilòmetres de distància dels grans nuclis de població. A pesar de romandre deshabitat, aquest territori britànic situat al sud de l'oceà Pacífic s'ha convertit en un dels llocs més contaminats del planeta. Això és degut a que acumula una enorme densitat d'escombraries antropogèniques, és a dir, produïdes per l'home, de les quals el 99,8% són plàstics.

2.2.3. Convivència entre la fauna i el plàstic

El plàstic que envaeix els oceans, rius i llacs mata milions d'animals a l'any. Hi ha constància de que afecta al voltant de 700 espècies, algunes d'elles en perill d'extinció. En alguns casos els danys són visibles. Tots hem vist, ja sigui a la televisió o a les revistes, escenes que mostren el patiment que el plàstic causa als animals: aus embolcallades i ofegades amb bosses de plàstic, peixos morts amb l'estómac a vessar d'escombraries, tortugues atrapades a les anelles de plàstic que serveixen per unir llaunes de beguda i amb la closca deformada després d'haver estat sotmeses a la resistència

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

del plàstic durant anys, foques enganxades a xarxes de pesca abandonades, crancs ermitans amb taps d'ampolles com a closca i fins i tot, cavallets de mar agarrant amb la cua bastonets de cotó en lloc d'algues. En altres casos els danys són invisibles, ja que espècies marines de totes les mides (des del zooplàncton fins a les balenes) ingereixen microplàstics cada dia, cosa que no genera un efecte negatiu visible immediat.

Un clar exemple d'aquests impactes no visibles a simple vista és el dels bacteris marins fotosintètics anomenats *Prochlorococcus*, responsables de la producció de gairebé una desena part de l'oxigen. Segons un estudi publicat el 2018 a la revista científica *Communications Biology*, les substàncies químiques produïdes per la contaminació perjudiquen el seu creixement i altres funcions com la producció d'oxigen.

Un altre estudi dirigit per Matthew Savoca, biòleg marí de la NOAA, i el seu equip de la Universitat Davis de Califòrnia va arribar a la conclusió que les espècies que utilitzen l'olfacte per a alimentar-se es veuen fins a cinc i sis vegades més inclinades a menjar plàstic que les espècies que habitualment no ingereixen zooplàncton. Això és degut a que el plàstic en descomposició té el mateix olor que el plàncton i resulta una fatal trampa olorosa per a molts animals marins. A més, moltes vegades el confonen amb les seves preses habituals, com són les meduses i les partícules orgàniques. A curt termini, la ingestió de plàstic proporciona una sensació de sacietat en els animal que els porta a no menjar més. Com que el plàstic no té cap valor nutritiu, acaben morint de fam.

Una espècie a la qual no l'afecta la ingestió de plàstic és la *Galleria mellonella* o més coneguda com cucs de seda. La investigadora del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) i especialista de l'Institut de Biomedicina i Biotecnologia de Cantàbria, Federica Bertocchini, va descobrir casualment que els cucs de seda són capaços de biodegradar polietilè, un dels materials plàstics més resistents que existeixen. És la primera vegada que un equip d'investigació troba alguna cosa a la natura capaç de degradar aquest material. Bertocchini afirma que "100 cucs de seda són capaços de biodegradar 92 mil·lígrams de polietilè en 12 hores, un esdeveniment realment molt ràpid". Encara es desconeixen els detalls de com es produeix la biodegradació, però es creu que possiblement és

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

fruit d'un bacteri que viu en simbiosi a l'intestí dels cucs o d'un enzim, és a dir, una molècula generada per l'insecte. De ser així, es podria produir in vitro en un laboratori a escala industrial i accelerar, d'aquesta manera, el procés de reciclatge del plàstic. Cavia la possibilitat que els cucs només masteguessin el plàstic, tal i com ho fa l'*Orchestia gammarellus*, uns minúsculs crustacis pareguts a gambes i comuns en les aigües costaneres d'Europa que devoren trossos de bosses de plàstic per després escopir o excretar els microplàstics resultants. Però aquesta opció va ser refutada després d'observar que amb el simple contacte de la pell ja es dissolia.

Tal i com diu Miquel Canals, catedràtic de Geociències Marines i director del Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà de la Universitat de Barcelona: "Allà on hi havia fang o roca ara hi ha ampolles, llaunes, trossos de corda... Els organismes o s'hi adapten o se'n van".



Imatge 2. Cigonya atrapada dintre d'una bossa de plàstic. Fotografia de John Cancalosi.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·



Imatge 3. Cranc ermità emprant el tap d'una ampolla com a closca. Fotografia de Shawn Miller.

2.2.4. Microplàstics al cos humà

Part dels microplàstics generats pels residus plàstics no gestionats de manera correcta no es queden a la natura, sinó que arriben al nostre cos mitjançant l'alimentació. Se sap que microorganismes del plàncton són capaços d'ingerir els plàstics més petits. Aquests organismes són ingerits per altres més grans i al final de la cadena hi som nosaltres. També poden penetrar en l'organisme humà a través de l'aigua envasada i fins i tot, de l'aire que respirem.

Un equip d'investigadors de Corea del Sud y *Greenpeace East Asia* van analitzar 39 marques que venen sal comuna a nivell mundial. Aquest estudi publicat a la revista *Environmental Science & Technology* va demostrar que els microplàstics estaven presents en aquest condiment tan habitual en el nostre dia a dia en el 90% de les marques estudiades. Tot i analitzar mostres de 21 països diferents, les marques asiàtiques van destacar per tenir la concentració més alta de microplàstics.

Tot i que encara no es coneix el veritable impacte que pot causar el consum de microplàstics en el nostre organisme, es creu que poden arribar a provocar reaccions del sistema immunitari o a interferir en processos fisiològics. Però els riscos no provenen només del plàstic en si, sinó dels additius utilitzats durant la seva producció o transformació per fer-los perdurables, perquè no canviïn de color o perquè siguin ignífugs. Per

aquests motius, existeix una gran preocupació entre la comunitat científica sobre que la ingestió d'aquestes partícules acabi suposant, a llarg termini, un risc per a la salut humana.

2.2.5. Actuació de la Unió Europea⁴

La recent Directiva del Parlament Europeu i el Consell de la Unió Europea, davant la necessitat de reduir l'impacte de determinats productes de plàstic en el medi ambient, deixa per escrit la intenció de fer vigents certes normes o indicacions a seguir pels Estats membres abans de l'any 2030. El compliment d'aquestes significaria a la vegada el compliment dels seus objectius, els quals són prevenir i reduir l'impacte de determinats productes de plàstic en el medi ambient, en concret el medi aquàtic, i en la salut humana, així com fomentar la transició a una economia circular amb models empresarials, productes i materials innovadors i sostenibles, contribuint així també al funcionament eficient del mercat interior. Aquesta Directiva va ser aprovada a Brussel·les el 5 de juny de 2019, coexistint i predominant d'aquesta manera sobre altres d'anteriors.

A la Unió Europea, entre el 80% i el 85% de les escombraries marines, mesurat per mitjà de recomptes a les platges, és residu plàstic, dels quals els articles de plàstic d'un sol ús representen el 50% i els relacionats amb la pesca el 27% del total. És per això que l'objectiu en l'estratègia europea per al plàstic que constitueix tots els envasos de plàstic introduïts en el mercat de la Unió siguin reutilitzables o reciclables d'aquí a 2030, ja sigui restringint la comercialització de productes de plàstic d'un sol ús o mitjançant incentius econòmics per impulsar opcions sostenibles per part dels consumidors i promoure un comportament responsable d'aquests.

Per una banda, molts productes de plàstic d'un sol ús ja disposen d'alternatives adequades i més sostenibles i que, a més a més, són assequibles. Per limitar els efectes negatius d'aquests productes en el medi ambient i fomentar la utilització d'aquestes alternatives, s'ha de prohibir la seva introducció al mercat. En el cas d'altres productes, encara no es

⁴ Vegeu "Annex 11: Entrevista per Skype a Mercè Mariano Geira".

disposa d'alternatives. Com que s'espera que augmenti el consum de la majoria d'aquests, els Estats membres han de tenir el màxim nivell d'ambició possible a l'hora d'adoptar les mesures necessàries, com per exemple establir objectius nacionals de reducció del consum per a aconseguir una reducció ambiciosa sense comprometre la higiene dels aliments, la seguretat alimentària, les bones pràctiques de higiene i fabricació o la informació als consumidors. Aquestes mesures han de generar un gir en les creixents tendències de consum i conduir a una reducció quantitativa mesurable.

A més a més, per complir els propòsits establerts, els Estats membres estan obligats a garantir una bona gestió mediambiental dels residus per prevenir i reduir les escombraries marines d'origen terrestre i marítim. També han de combatre la brossa marina quan aquesta suposi una amenaça per a la consecució del bon estat mediambiental de les seves aigües marines.

Però per evitar que la brossa sigui llençada i prevenir l'embrutiment del medi, cal que els consumidors estiguin correctament informats sobre la disponibilitat d'alternatives reutilitzables i sistemes de reutilització, sobre les opcions disponibles de gestió de residus més apropiades o sobre les opcions d'eliminació de residus que han d'evitar-se, sobre les millors pràctiques per a una gestió correcta de residus i sobre l'impacte ambiental de les males pràctiques d'eliminació, així com sobre el contingut de plàstic de determinats productes de plàstic d'un sol ús i arts de pesca i l'impacte de l'eliminació inadequada de residus a la xarxa de clavegueram. Per tant, s'ha d'exigir als Estats membres que adoptin mesures de conscienciació per garantir que aquesta informació es comuniqui als consumidors i altres usuaris. Cada un dels productes de plàstic d'un sol ús també ha de portar, ja sigui en el seu envàs o en el propi producte, una marca ben visible i clarament llegible que informi sobre tot allò anteriorment esmentat.

Malgrat tot l'esforç, aquesta Directiva només s'aplica als productes de plàstic d'un sol ús que són trobats amb més freqüència a les platges de la Unió Europea. Per tant, no són inclosos ni polímers naturals no modificats químicament, ni ampolles de beguda de vidre o metall amb tap de plàstic, ni microplàstics.

2.3. El Delta de l'Ebre

El Delta de l'Ebre, situat a la desembocadura del riu Ebre, és la zona humida més extensa de Catalunya i una de les més importants de l'Europa Occidental, després del parc regional de la Camarga a França i el Parc Nacional de Donyana al sud d'Espanya. En els seus 320 km² de superfície, el 20% dels quals són àrees naturals, el 75% és cultivable i la resta és zona urbana, inclou els termes municipals de l'Ampolla i Deltebre, a la comarca del Baix Ebre, i Amposta, Sant Carles de la Ràpita i Sant Jaume d'Enveja, al Montsià. Dins la seva gran extensió s'hi troben les basses de les Olles, el Canal Vell, l'Alfacada, la Platjola, el Garxal, la Tancada i l'Encanyissada, així com les penínsules de la punta de la Banya i del Fangar, les illes de Buda, Sapinya i Sant Antoni, els erms de Casablanca i els ullals de Baltasar.

Presenta una rica diversitat d'ambients. Riu, mar, badies, platges, dunes, salobrars, bosc de ribera, llacunes costaneres, illes fluvials i ullals conformen el seu paisatge natural, i, juntament amb els arrossars, acullen una gran diversitat d'organismes. Pel que fa a la vegetació, destaquen els canyissars, les jonqueres, els eucaliptus, els lligabosc de riu i per descomptat, l'arròs, el producte estrella del territori. En quan a la fauna, els ocells tenen una gran importància, ja que el Delta de l'Ebre té unes 325 espècies d'aus de les 600 existents a Europa. Els ànecs i les fotges són dels ocells deltaics més característics, mentre que el nombre de rapinyaires és insignificant. El clima humit propicia l'hàbitat idoni per a insectes i invertebrats, mentre que els diversos graus de salinitat de l'aigua faciliten que s'hi puguin trobar un gran nombre de peixos, entre els quals destaquen les anguiles, les angules, els llobarros, les orades i les carpes. La presència d'animals grossos com els senglars i els teixons és esporàdica, però sí que abunden altres mamífers més petits com els conills, les guineus, les rates i els seus respectius depredadors les mosteles. També es troben granotes, gripaus, serps d'aigua i sargantanes.

Aquesta riquesa biològica contrasta amb la presència humana. A fi de fer possible l'harmonia entre els valors naturals i la seva explotació per part de la

població, la Generalitat de Catalunya va constituir l'any 1983 el Parc Natural del Delta de l'Ebre, que comprèn unes 7.802 ha.

2.3.1. Problemàtica actual al Delta

El Delta de l'Ebre és un territori dinàmic, és a dir, està sempre en constant moviment. A la vegada, està sotmès a canvis en la seva forma i dimensió a causa de les alteracions en la quantitat de sediments transportats pel riu i la força del mar. És una guerra constant entre el riu, que s'encarrega d'engrandir el territori i el mar, el responsable de l'erosió. Però la intervenció de l'home ha modificat aquest balanç de forces a favor del Mediterrani. En 300 anys, el territori ha retrocedit 5 quilòmetres. La construcció d'embassaments a la conca del riu (especialment els de Riba-roja i Mequinensa) va suposar el punt d'inflexió, ja que la meitat d'aquest retrocés s'ha registrat des de llavors. Les preses han provocat una disminució notable de l'aportació de sediments. Abans arribaven 20 milions de tones de sediments a l'any i ara amb prou feines n'arriben 50.000. Aquest fet provoca un retrocés constant ja que com diu Nuno Caiola, investigador del programa d'Aigües Marines i Continentals de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA): "a menys sediments, més erosió".

A part del retrocés, el fet que el Delta s'enfonsi uns 3 mil·límetres l'any també suposa un problema greu. La seva zona més elevada sobresurt únicament un metre sobre el nivell de la mar, la meitat de la seva superfície està tan sols a 50 centímetres per sobre i un 45% està per sota. A això se li ha de sumar l'augment de l'esmentat nivell del mar, que no deixa d'incrementar de manera accelerada a causa del canvi climàtic i el qual es preveu que tindrà una forta incidència en zones baixes com el Delta.

A més a més, la pujada del nivell del mar es veu agreujada per una major freqüència de les tempestes que erosionen el Delta a un ritme superior al de reposició. Un clar exemple va ser la tempesta "Glòria", el gener de 2020. El mar va penetrar 3 quilòmetres terra endins, inundant i salinitzant 3.300 hectàrees d'arrossars, la fúria de l'onatge es va endur uns 6 quilòmetres de platges i va destrossar moltes muscleres a la badia del Fangar i el vent va

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

arrencar teulades d'edificis i pals d'electricitat entre altres infraestructures. Després del seu pas, van aparèixer mortes a la costa centenars d'enormes tonyines vermelles de les granges d'engreix situades davant de l'Ametlla de Mar, a la vegada que molts envasos plàstics de productes que portaven quatre dècades sense fabricar-se. Fets com aquest són obra d'una de les majors amenaces actualment per al Delta i per al món sencer: l'escalfament global.

Cal tenir en compte que la rica biodiversitat del Delta també es veu amenaçada. Les terres i les aigües són contaminades per productes agrícoles utilitzats en els arrossars (fertilitzants, pesticides, herbicides...), que generen un excés de nutrients i com a resultat, una eutrofització.

Finalment, també hi ha les espècies invasores, com el silur, el cargol poma (una plaga dels arrossars), el cranc de riu americà o el cranc blau. Aquestes espècies al·lòctones són una de les principals causes de pèrdua de la biodiversitat.

2.3.2. Estat del Delta a causa del plàstic

El mar arrossega milions de fragments de residus plàstics provinents d'indrets remots a les costes del Delta de l'Ebre, tal i com passa amb tots els altres deltes del món. D'altra banda, l'activitat turística, agrícola, aquícola i pesquera del territori i les hores de lleure de la població resident a l'estiu no passen desapercebudes. Totes elles deixen una notable petjada de plàstic a les platges.

A més a més, el propi riu Ebre agreuja l'estat del seu delta. Un estudi realitzat per científics de l'Institut de Ciència i Tecnologia de la Universitat Autònoma de Barcelona (Icta-UAB) ha arribat a la conclusió que el riu Ebre aboca anualment al mar Mediterrani prop de 2.200 milions de microplàstics. La gran majoria d'aquests arriben dels municipis propers al riu i s'hi poden trobar des de fibres tèxtils fins a partícules exfoliants. Tot i així, les preses de Riba-roja (Tarragona) i Mequinensa (Saragossa), situades a diferents punts del curs natural del riu, fan de barrera per a molts d'aquests

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

microplàstics, que es queden atrapats darrere les comportes. D'aquesta manera, eviten que la contaminació que arriba al Delta sigui encara pitjor.

2.3.3. Estudi de les solucions ja proposades

El Parc Natural del Delta de l'Ebre va participar en el projecte ACT4LITTER, *Marine Litter Watch Month* (MLWM), que estudia les deixalles marines per a la lluita contra la contaminació dels ecosistemes a la Mediterrània. El projecte va iniciar-se l'any 2017 i va finalitzar el 2019, quan es van publicar les conclusions obtingudes. D'aquestes actuacions n'havien de sortir campanyes de sensibilització però també ajudaven a quantificar la densitat de brossa que hi ha en aquests espais naturals i per tant, permetien comparar l'estat de contaminació de nou països europeus com l'Estat espanyol, Croàcia, Grècia o Itàlia, entre d'altres.

L'espai natural protegit del Delta de l'Ebre escollit per fer els mostrejos va ser la platja del Serrallo de Sant Jaume d'Enveja (Montsià) perquè és una platja sense neteja mecànica a l'estiu, està prop de la desembocadura de l'Ebre i prop d'una estació de bombament. També es situa a certa distància del principal port de pesca de la zona, el de Sant Carles de la Ràpita. Els grups que feien la neteja es marcaven dos espais de 3.000 metres quadrats, on recollien tots els residus que trobaven i més tard, els pesaven i feien inventari.

Després de cinc accions de recollida de brossa marina es van obtenir 766 objectes, dels quals el 90% eren productes plàstics. De fet, es desconeix l'origen del 58% dels plàstics inventariats, però se sap que el 24% eren elements derivats de l'activitat turística i els comportaments incívics ja que es van trobar des de pales de joc, trossos de para-sols i pots de crema solar, fins a bastonets de cotó de netejar les orelles i les burilles de cigars.

Finalment, les activitats del sector primari que es desenvolupen a l'entorn de Delta, com la pesca, l'agricultura o l'aqüicultura, també deixen petjada de residus a les platges.

Malgrat tot, el Delta és un dels espais més nets dels analitzats, amb 0,05 objectes de brossa per metre quadrat. A Grècia, per exemple, es van arribar a trobar 12 objectes per metre quadrat en algunes platges, així com 5 objectes per metre quadrat en algunes zones d'Itàlia o 1,2 objectes al cap de Gata.

Actualment, el Parc Natural del Delta treballa perquè sigui escollit com espai pilot del *Plastic Busters Project*, els “caçadors de plàstic”. Es tracta d'un nou projecte de quatre anys de durada. Es centrarà en valorar la quantitat, les fonts, les vies de trajecte, les àrees de convergència de distribució i els efectes de les deixalles marines en la biota, així com en mitigar i reduir l'impacte de les escombraries marines al mar Mediterrani. També s'investigaran els efectes del plàstic en la cadena alimentària marina i com repercuteix en la salut humana.

2.3.4. Necessitat de buscar noves propostes

S'han dut i es continuen duent a terme moltes campanyes per esbrinar la quantitat de productes plàstics que fan cap a les platges del Delta, ja sigui pel retorn del mar o per l'acció humana, i poder comparar el nivell de danys amb altres països afectats però mai s'ha posat en marxa un projecte que tingui l'objectiu d'eliminar, o al menys reduir, aquesta quantitat de brossa plàstica, deixant de banda les trimestrals campanyes de recollida de brossa dutes a terme per voluntaris. És per això i pel perill que suposen aquests plàstics tant per als ecosistemes com per a la pròpia salut humana, que les autoritats han d'anar un pas més enllà i pensar en noves propostes per aconseguir un futur lliure de plàstic.

Són molts particulars els que, davant la inacció dels governs i les empreses, busquen aportar el seu granet de sorra en la preocupant guerra contra la pol·lució de les aigües dels nostres mars. Un clar exemple és Boyan Slat, un jove emprenedor neerlandès, que va llençar el 2013 un projecte anomenat *The OceanCleanup*. Aquesta entitat sense afany de lucre vol combatre la contaminació del oceans mitjançant un dispositiu flotant que recol·lecta plàstic de les grans taques d'escombraries del món.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

De fet, es veu possible reduir en un 50% la gran taca d'escombraries del Pacífic en tan sols cinc anys. Però Slat volia anar més enllà i es va proposar eliminar el plàstic de 1.000 rius, els quals són responsables del 80% de la contaminació, per a 2025. Per aconseguir-ho, va inventar *The Interceptor*, una barcassa impulsada totalment per energia solar que és capaç d'extreure automàticament dels rius 50.000 quilograms de plàstic al dia. Actualment, hi ha en funcionament dos *Interceptors*. El primer es troba a Jakarta, Indonèsia i l'altre al riu Klang, Malàisia. Tots dos són dels rius més contaminants del món però aquest projecte es podria estendre a tots els rius del món, inclòs l'Ebre, ja que tots són portadors de deixalles de la terra cap a l'oceà.

Un projecte similar és el que té en ment el multimilionari noruec Kjell Inge Røkke. La seva idea és crear un vaixell de 181 metres d'eslora al qual vol anomenar *REV Ocean*. Aquest inclourà un submarí i comptarà amb l'última tecnologia en radars per detectar residus. A la vegada, la contaminació generada pel mateix es veurà reduïda gràcies a un sistema de motor de baixes emissions. Serà capaç de recollir 5 tones d'escombraries marines diàries per ser posteriorment reciclades.

Aquests tipus de projectes reduirien significativament la quantitat de plàstics en el medi aquàtic però tot i així, la neteja no podria ser mai total. Fomentar l'economia circular podria ser una bona opció per evitar una mala gestió dels objectes plàstics. Alguns països del món, entre ells Noruega, ja fa uns anys que posen aquest pla a prova. Mitjançant el cobrament d'un dipòsit i la instal·lació de màquines en la majoria dels supermercats que recullen les ampolles i reemborsen aquest pagament, han pogut recuperar fins al 97% de les ampolles de plàstic. Malgrat tot, els altres objectes plàstics segueixen arribant a la natura, romanent centenars d'anys intactes. És per això que la comunitat científica busca un altre tipus de material capaç de degradar-se amb molta més rapidesa però amb les mateixes característiques, o similars, que les del plàstic tradicional. Tot apunta a que els bioplàstics són una bona alternativa als plàstics convencionals.

2.4. Que són els bioplàstics?

Els bioplàstics s'estan popularitzant cada cop més perquè s'utilitzen com una alternativa als plàstics tradicionals per evitar que la contaminació que aquests generen sigui insostenible. No són una sola classe de polímer, sinó que engloben una sèrie de productes que, a nivell molecular, poden variar molt entre ells. És per això que no existeix una definició concreta del concepte, encara que generalment, basant-se en dos de les seves característiques més peculiars, es considera que hi ha dos classes de bioplàstics:

- Bioplàstics fabricats a partir de plantes o altres recursos renovables i/o biològics. No han de ser necessàriament biodegradables o compostables.
- Polímers biodegradables i/o compostables, és a dir, capaços de patir descomposició física o biològica, de manera que, en darrer terme, es descomponguin en diòxid de carboni (CO₂), biomassa i aigua, a una velocitat similar a la dels materials orgànics senzills (com la cel·lulosa) i sense deixar residus tòxics ni visibles. No és imprescindible que provenguin de recursos renovables, també poden estar fabricats a partir de combustibles fòssils, igual que els plàstics convencionals.

2.4.1. Tipus i obtenció de bioplàstic

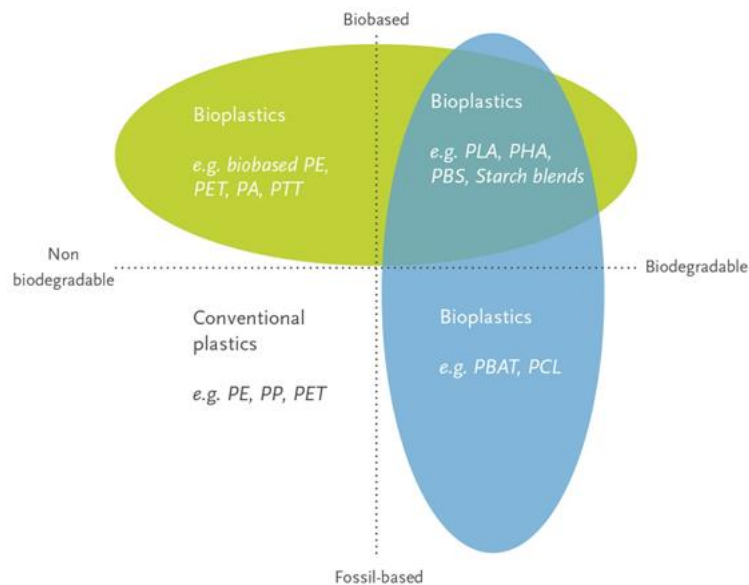
Segons el seu origen i degradació, es poden classificar en tres subgrups diferents:

- Bioplàstics d'origen vegetal no biodegradables. En aquest grup es troben el polietilè tereftalat (PET) i el polietilè (PE) d'origen biològic, entre d'altres. Al no degradar-se funcionen igual que els plàstics convencionals i no resolen el problema del *littering*. Per tant, no són la solució que es busca.
- Bioplàstics d'origen fòssil biodegradables. Un exemple és el tereftalat d'adipat de polibutilè (PBAT). Tot i la seva capacitat de degradar-se no són els més eficients, ja que es segueixen produint

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

a partir de recursos no renovables, els quals són limitats i a llarg termini, la seva extracció serà inviable.

- Bioplàstics d'origen vegetal biodegradables. Dins d'aquest grup es troba l'àcid polilàctic (PLA, pel seu nom en anglès), el polihidroxialcanoat (PHA) i les barreges de midó de panís, patata, soja, etc. Aquests, degut a la seva fabricació a partir de recursos renovables i la seva degradació, pareixen l'opció més sostenible i per tant, també la més encertada.



Gràfic 1. Classificació de bioplàstics segons origen i degradació.

2.4.2. Mercat de bioplàstic

El mercat dels productes fabricats a partir de bioplàstic és un mercat de substitució, ja que el seu principal objectiu és substituir un percentatge dels plàstics convencionals per bioplàstics. Actualment només representen un 1% de les més de 359 milions de tones de plàstic produïdes anualment. Però gràcies a l'augment de la demanda i les millores en els biopolímers, que incrementen el nombre d'aplicacions i productes possibles, el mercat dels bioplàstics no deixa de créixer. D'acord amb *European Bioplastics*, l'associació que representa els interessos de la indústria europea de bioplàstics, la capacitat de producció mundial d'aquests polímers

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

s'incrementarà de les 2,11 milions de tones l'any 2019 a aproximadament unes 2,43 milions de tones el 2024.

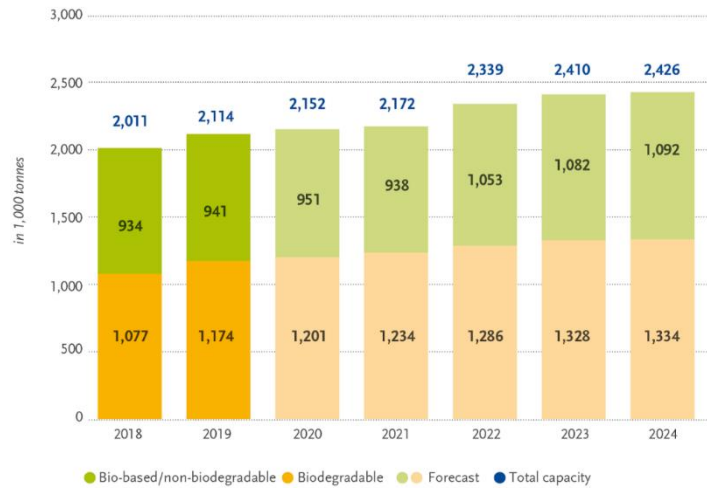
De tota manera, aquest mercat va regit pel preu del petroli. El baix cost d'aquest combustible, sumat a les dificultats per emprar part de les terres fèrtils d'ús agrícola per a la fabricació de plàstic, provoca un desequilibri entre els polímers biodegradables fabricats a partir de recursos no renovables i els de base biològica. Mentre que els primers, al igual que els plàstics convencionals, tenen un preu relativament barat, els segons presenten costos molt més elevats. Això dificulta l'aparició a gran escala dels últims al mercat, fet que no canviarà a menys que hi hagi un notable augment de la demanda per part de les empreses i els consumidors o una pujada del preu dels combustibles fòssils i en conseqüència, dels productes fabricats a partir d'aquests.

Malgrat això, tant el polipropilè (PP) de base biològica com el polihidroxialcanoat (PHA) estan tenint un gran impacte al mercat. El PP de base biològica, gràcies a les seves múltiples aplicacions s'usa en molts sectors diferents. Es preveu que la seva capacitat de producció augmenti fins a sis vegades d'aquí a cinc anys, mentre que el PHA pot arribar a créixer el triple. Tots dos són plàstics fets de fonts renovables i biodegradables.

D'altra banda, entre els bioplàstics d'origen renovable però no biodegradables trobem el polietilè (PE) de base biològica. Aquest tipus de bioplàstic també el començarem a trobar amb més abundància. En canvi, es preveu una regressió en quant a la producció de polietilè tereftalat (PET) de base biològica.

Cal destacar que els plàstics biodegradables, provinents tant de recursos renovables com no renovables, formen el 55,5% de la producció total de bioplàstics. Gràcies sobretot a la força que està agafant el PHA, sembla que la balança continuarà decantada cap a aquest costat.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·



Gràfic 2. Capacitat de producció global de bioplàstics. Font: *European Bioplastics, nova-Institute*.

Si ens fixem en el mapa geogràfic veurem que Àsia és el principal centre de producció de bioplàstics, d'on surt gairebé el 45% de la producció total. Seguit de ben a prop per Europa, amb una quarta part de la producció. Aquest continent, ocupa el lloc més alt en el camp de la investigació i el desenvolupament i és el mercat més gran de la indústria a nivell mundial. Juntament amb Sud-Amèrica i Nord-Amèrica formen les quatre regions més importants on es duu a terme aquesta producció massiva de bioplàstics.



Gràfic 3. Capacitat de producció global de bioplàstics (per regió). Font: *European Bioplastics, nova-Institute*.

2.4.3. Aplicacions per al bioplàstic

El fet de que alguns bioplàstics siguin biodegradables o compostables no afecta la seva resistència. A més, moltes vegades contenen components sintètics i additius per millorar les característiques funcionals dels productes finals i ampliar el seus usos. És per això que ja s'han començat a emprar en diversos sectors i actualment hi ha disponible al mercat una alternativa per a gairebé tots els tipus i aplicacions de plàstic convencional que té les mateixes propietats i que ofereix avantatges addicionals. Els sectors amb més demanda de bioplàstic són els següents:

1. *Packaging*: En aquesta secció s'utilitzen materials com el PLA, el PET d'origen biològic i el PE també d'origen biològic. Diverses marques conegudes com *The Coca-Cola Company* o *H.J. Heinz Company* han començat a emprar PET d'origen biològic en les seves ampolles, mentre que *Johnson & Johnson* ha escollit el PE d'origen biològic per empaquetar alguns dels seus productes cosmètics i cremes. A més a més, els bioplàstics també són molt usats per a l'embalatge d'aliments. Es creu que després de millorar les seves propietats de barrera, com el recobriments antimicrobià, seran capaços de protegir millor els productes alimentaris que els envasos actuals.
2. Productes d'un sol ús: Plats, gots, coberts i altres tipus de productes plàstics d'un sol ús són els que més embruten la natura avui dia. Per aquest motiu, s'està intentant substituir tota aquesta vaixela per solucions més sostenibles i en alguns casos també reutilitzables; sempre i quan garanteixin la seguretat i higiene dels aliments.
3. Agricultura i horticultura: En el camp de l'agricultura i l'horticultura s'estan començant a veure barres de fertilitzants, trampes de feromones i clips per a vinyes, que ja no s'han d'eliminar després del seu ús. Els bioplàstics també ofereixen oportunitats per a la comercialització de plantes amb test, ja que aquest últim es pot acabar compostant. Fins i tot hi ha disponibles bulbs de flors que es poden plantar directament al sòl amb el seu embalatge. Aquest es dispersa ràpidament i tot seguit comença el creixement de les plantes.

4. Indústria tèxtil: Les fibres sintètiques són fàcils de substituir per polièsters i poliamides d'origen biològic. Mentre que en la fabricació de peces de vestir s'utilitzen versions no biodegradables, per als productes d'un sol ús com bosses no teixides o tovalloletes s'utilitzen polímers biodegradables i compostables per optimitzar la seva vida útil.
5. Indústria automobilística: Aquest sector, amb la intenció de no dependre tant del petroli i intentar reduir les emissions de CO₂, també ha començat a substituir parts plàstiques, tant interiors com exteriors, dels seus vehicles per bioplàstics, ja sigui de manera total o parcial. Exemples de peces fabricades amb aquest material més sostenible són els volants i les fundes dels seients.
6. Construcció: Principalment s'utilitzen en la fabricació d'escumes rígides que duen a terme la funció d'aïllant tèrmic en edificis.
7. Sanitat: Certs tipus de bioplàstics permeten la compatibilitat amb el cos humà i fan possible aplicacions absorbibles com implants o fils de sutura. Tot i que també es poden utilitzar alguns d'ells per a la producció d'envasos o dispositius mèdics. En aquests casos es tracta de versions d'origen biològic i no biodegradables com el PE d'origen biològic.
8. Bens de consum

2.4.4. Bioplàstics compostables d'origen vegetal

A causa del greu problema que provoquen els plàstics a nivell mundial, hi ha molts investigadors intentant descobrir el millor bioplàstic i el més biodegradable. Avui dia, existeixen bioplàstics fets a partir d'alvocat, d'olives, de suc i pells de fruita, de deixalles de les fàbriques de conserva, etc. Tots aquests, pel seu origen i procedència, pertanyen a la categoria de bioplàstics compostables d'origen vegetal. La seva condició de biodegradables i la seva fabricació a base de matèries renovables, els

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

converteix en l'opció més encertada, parlant des d'un punt de vista medi ambiental, a l'hora de comercialitzar-los com a substitut del plàstic convencional. Actualment, els tres polímers d'aquest tipus de bioplàstic més comuns al mercat són les barreges de midó de panís, l'àcid polilàctic (PLA) i el polihidroxialcanoat (PHA).

Les barreges de midó de panís, tal i com el seu nom indica, són bioplàstics produïts a partir del midó. Tot i ser, el de panís, el més popular, aquest polisacàrid no és exclusiu del blat de moro, sinó que està present en una gran varietat de plantes i grans com ara la patata, el blat, l'arròs, la iuca, etc. Consta de dos components bàsics: l'amilosa i l'amilopectina, a la mescla dels quals s'afegeix glicerina i altres ingredients per a donar-li la consistència d'un plàstic.

A l'igual que les barreges de midó, el PLA es fabrica a partir de matèries primeres renovables com són per exemple el panís, el blat o la canya de sucre. És un polièster derivat de l'àcid làctic. Aquest àcid es tracta químicament per formar cadenes o polímers que, després d'unir-se entre ells, donaran pas al bioplàstic desitjat.

El PHA, a diferència dels anteriors, no es produeix a partir de productes agrícoles, sinó per l'acció de microorganismes. Aquests l'acumulen intercel·lularment al citoplasma en forma de grànuls insolubles en aigua, líquids, mòbils i amorfs, els quals estan envoltats per una membrana fosfolípídica i uns enzims capaços de degradar-lo per a ús propi. Normalment, la biosíntesi d'aquest polièster és causada per la manca d'algun element, com pot ser l'oxigen, el nitrogen o el fòsfor, i l'excés de carboni.

2.4.4.1. Són tan bons com semblen?

Encara que aquests nous materials són millors perquè tarden menys en desaparèixer, el problema no està solucionat. Seguim produint la mateixa quantitat de residus i desfent-nos de la mateixa quantitat de plàstics d'un sol ús.

Un experiment realitzat a través d'ECOEMBES a la ETSE (Escola Tècnica Superior d'Enginyeria) de Muntanyes, Forestal i del Medi Natural de la Universitat Politècnica de Madrid, va posar a prova la biodegradació dels tres tipus de bioplàstic esmentats en l'apartat anterior (PLA, PHA i la barreja de midó de panís) durant un període de temps de 90 dies. Els resultats van demostrar l'eficaç degradació del midó però en canvi, el PLA i el PHA no van assolir ni els valors mínims esperats de biodegradació. Amb això es sap que és cert que hi ha bioplàstics que es degraden i es composten al 100%, però els que es troben normalment al mercat en forma de bosses de la compra o embolcalls d'aliments, si per una mala gestió no arriben a una destinació adequada, no serveix de res la condició de degradables pròpia de la majoria d'ells.

S'ha de tenir present que, en l'entorn fosc i sense oxigen d'un abocador o a les aigües gelades dels ecosistemes marins, els bioplàstics no desapareixerien en un període de temps curt. Tampoc ho farien en un compostador domèstic, ja que en cap d'aquests casos anteriors es donen les condicions necessàries de temperatura, humitat i ventilació necessàries per fomentar aquesta degradació. Una compostadora industrial és l'únic lloc capaç de donar als bioplàstics aquestes condicions idònies que requereixen per no deixar cap fragment sense descompondre que pugui perjudicar el medi ambient o la salut humana. Així ho recolza Philippe Dewolfs, responsable del Departament de Certificació de *Vinçotte*, una organització belga d'inspecció i certificació acreditada, dient que el PLA és un bioplàstic que es pot compostar en un instal·lació industrial, però si es tira al camp, al cap de 20 anys continuarà al mateix lloc. És per això que el compostatge industrial és imprescindible perquè escalfa aquest material a una temperatura suficientment elevada per permetre que els microorganismes el descomponguin. Són necessaris aproximadament uns 55 graus de temperatura. També es podrien reciclar però el més probable és que la majoria acabin perduts pel camí, ja que actualment només es recicla una cinquena part de tots els plàstics reciclables.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

A més a més, hem de pensar en el seu origen. En l'actualitat, únicament unes 0,79 milions d'hectàrees, les quals representen menys del 0,02% de les 4,8 bilions d'hectàrees que formen la superfície terrestre cultivable s'utilitzen per a obtenir les matèries primeres emprades per a la fabricació de bioplàstics. Però la substitució de tot el plàstic requeriria l'ús d'un 7% de la terra cultivable, fet que disminuiria notablement les dimensions de terra fèrtil utilitzada per a l'alimentació, tant del bestiar com la nostra pròpia. Però en un planeta on hi ha molts països patint fam i en el qual l'escalfament global està reduint la productivitat de l'agricultura, no es pot permetre destinar part del subministrament mundial d'aliments a la fabricació de productes plàstics. D'acabar sent així, el sector de l'alimentació i el del plàstic no podrien coexistir en pau, sinó que s'esdevindria entre ells una lluita o competició constant pels camps de conreu.

Un altre problema són els fertilitzants i pesticides emprats a l'hora de conrear. Aquests fan cap als rius i als llacs produint eutrofització i acidificació del medi. Per no parlar de l'alt consum d'aigua que es necessita. A més, possiblement també s'haurien d'usar plantes modificades genèticament, cosa que resultaria incompatible amb una agricultura sostenible.

2.4.5. Gestió del bioplàstic

La gran majoria de bioplàstics són compostables. Això indica que, a l'hora de reciclar-se, s'han de destriar dels plàstics convencionals. A diferència d'aquests, els bioplàstics no han de ser llençats al contenidor groc o dels envasos, sinó al marró, juntament amb la fracció orgànica. Finalment, si es fa aquesta distinció i són segregats correctament, arriben a les plantes de compostatge de matèria orgànica i segueixen el mateix procés que aquesta, amb les mateixes condicions i el mateix destí final.

Malgrat tot, sempre hi ha excepcions. Alguns bioplàstics, generalment els d'origen vegetal no biodegradables, que no presenten la capacitat de compostar-se, no han de ser llençats al cubell d'escombraries de la matèria

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

orgànica. La seva correcta gestió seria seguint el camí dels plàstics tradicionals, dipositar-los al cubell groc, ja que poden ser reciclats de la mateixa manera i sense perdre qualitats. A més, la seva presència no suposa un inconvenient per a les plantes de reciclatge.

2.4.5.1. Procés de compostatge⁵

Els envasos i productes fabricats a partir de bioplàstics, si són ben segregats per la població, al final de la seva vida útil fan cap a les plantes de compostatge especialitzades en la fracció orgànica dels residus municipals (FORM). Allí segueixen un procés biològic, ja que la descomposició es produeix gràcies a microorganismes; i aeròbic, és a dir, amb presència d'oxigen, que facilita l'augment de la temperatura i a la vegada, l'acceleració de la reacció.

El procés s'inicia quan un camió arriba carregat de residus i els descarrega. Aquests són classificats segons si es tracta de residus sòlids urbans procedents de la recollida selectiva o de restes vegetals o de poda, els quals són triturats. Acte seguit, es barregen els dos tipus de fracció, l'orgànica i la vegetal, en la proporció adequada (generalment per cada part de l'orgànica, se n'afegeixen 4 de vegetal). Això aporta porositat a la mescla.

A continuació, la barreja es disposa en piles i es produeix la primera fase, anomenada termòfila o de fermentació. Es voltegen sovint per a oxigenar-les i mantenir la temperatura a uns 70°C aproximadament. Una temperatura superior o inferior podria produir la mort dels microorganismes encarregats de descompondre el material i per tant, la reacció no es duria a terme. A més, també són regades per a assegurar unes condicions d'humitat òptimes. Aquesta fase sol durar uns 2 mesos.

Transcorregut aquest temps, es passa a una altra fase anomenada mesòfila o de maduració, on les diferents piles de matèria orgànica

⁵ Vegeu "Annex 10: Visita planta de compostatge Camarles".

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

maduren, és a dir, es deixen reposar. Té una durada també de 2 mesos aproximadament.

Al finalitzar aquesta fase, es refina, és a dir, s'extreuen les impureses i les restes de mida més grossa que han quedat, ja que no totes les restes es descomponen a la mateixa velocitat. Les que no ho han fet adientment són retornades al principi del procés.

Finalment, s'obté un producte d'aspecte fi i uniforme, el qual s'emmagatzema fins el moment de venda o d'aplicació al terreny. Aquest és conegut com compost o adob.

2.4.5.2. Problemàtica en la gestió del residu

Llençar els bioplàstics al cubell d'escombraries equivocat suposa un problema tan gran com abandonar-los directament al medi natural. Això porta a plantejar-se diverses situacions hipotètiques, segons el contenidor on fan cap:

1. Si es depositen al contenidor groc o dels envasos plàstics: La simple presència de bioplàstics impedeix el reciclatge de tot el conjunt de plàstics, ja que, a causa de la seva condició de degradables, suposen un contaminant. A més, amb l'actual tecnologia de les plantes de separació d'envasos, és gairebé impossible destriar els bioplàstics dels plàstics convencionals.
2. Si es depositen al contenidor gris o de la resta: Poden seguir tres camins diferents. El primer, amb l'abocador com a destí final. En aquest cas, els bioplàstics, de la mateixa manera com passa quan es troben en el medi natural, romanen molt temps intactes però finalment s'acaben degradant. També poden anar a valorització energètica juntament amb els residus incinerables. Òbviament, el seu valor de biodegradabilitat es perd. Finalment, hi ha llocs on prèviament es fa una petita tria i es separen, manualment, els envasos plàstics de major dimensió. Aquests són enviats a les

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

plantes de reciclatge d'envasos. Si entre ells es troba algun bioplàstic, es torna al problema indicat al punt anterior.

2.4.6. Actuació de les empreses

No són poques les empreses que han decidit reduir la seva petjada de residus canviant, parcialment o totalment, els plàstics convencionals usats fins al moment per bioplàstics. Al reemplaçar-los, han reduït a la vegada l'emissió de diòxid de carboni que provoca el procés de producció i fabricació dels seus productes plàstics. D'aquesta manera, mostren als consumidors una imatge sostenible i preocupada pel medi i pels efectes de l'imminent canvi climàtic.

El primer en donar el pas va ser *The Coca-Cola Company*. El 2009 va llençar al mercat el projecte *Plant Bottle*. Van ser les primeres ampolles de plàstic produïdes amb un 30% de PET procedent de canyes de sucre i altres plantes. Actualment, es pot trobar l'etiqueta *Plant Bottle* en diverses marques de la companyia com per exemple en l'aigua *Dasani*, en el té gelat llest per prendre *Gold Peak*, en la nova gamma d'infusions, tes i cafès llestos per prendre *Honest* i fins i tot, en alguns dels nous envasos d'*Aquarius*. A més, també va anunciar una aliança que permetia a *H.J. Heinz Company* produir les seves ampolles de salsa de tomàquet utilitzant els envasos *Plant Bottle*.

A continuació s'hi van sumar altres empreses multinacionals com *SC Johnson* i *Tetra Pak*, que guiades per *Braskem*, una companyia productora de PET d'origen renovable, ja disposen d'alguns envasos fabricats per aquest material. El mateix va passar amb *Henkel*, *Stonyfield* i *Frito-Lay*. Aquests últims amb el suport de *NatureWorks LLC* i emprant PLA per a la producció dels seus embolcalls.

Als anteriors els van seguir dos de les més grans companyies mundials d'aigua embotellada. *Néstle* i *Danone* es van aliar amb una firma californiana, *Origin Materials*, per treballar en uns contenidors fabricats de PET 100% biobasat, al qual anomenen *NaturALL Bottle*. Encara no han

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

assolir la seva meta però es preveu que a finals de l'any 2022 els seus envasos ja tindran com a mínim un 95% de PET biobasat.

Però no només s'han sumat les companyies més conegudes, també d'altres no tant famoses, com ara *Petroplast*. Aquesta produeix una gran varietat de tubs i taps per als sectors de la cosmètica, la perfumeria i el bricolatge entre d'altres. Actualment, ofereixen als seus clients la possibilitat d'adquirir el mateix tipus d'embalatges, amb la seva respectiva decoració, però fabricats mitjançant PET d'origen vegetal.

A més, s'han creat empreses i projectes nous com *Cove*. Aquesta nova marca californiana està treballant en les primeres ampolles d'aigua fetes completament de polímers bioplàstics, més concretament de PHA. Tal i com ells ens van informar per correu electrònic⁶, el seu producte es llança aquest 2020 al mercat estatunidenc. Començaran comercialitzant-lo en unes localitats específiques i si la resposta per part dels consumidors és bona, ampliaran les zones de venda.

També existeix un projecte anomenat *Zeropack*. Surt de la unió de *Bio-On*, una empresa italiana que desenvolupa polímers biodegradables a partir de canyes de sucre, patates i residus de biodièsel, i de *Rivoira*, un productor hortofructícola. El seu principal objectiu és el de substituir per PHA els embolcalls plàstics de la fruita i la verdura.

Un altre exemple és *VEnvirotech*. La idea d'aquesta empresa emergent va sorgir quan la biotecnòloga i enginyera ambiental Patricia Aymà va finalitzar la seva tesi, en la qual estudiava el comportament d'uns bacteris capaços de generar bioplàstics. Arran d'aquest estudi, l'empresa espanyola es dedica a transformar els residus orgànics que generen les empreses i que no tenen cap valor, en bioplàstics, els quals venen a un públic majorista.

A Catalunya, l'any 2019, també es va fundar una nova empresa anomenada *Oimo*. Ha creat un material sostenible a partir d'extractes d'algues marines, sucres naturals o olis vegetals del qual ja ha sol·licitat la patent i que començarà a comercialitzar el 2021. Està dissenyat bàsicament

⁶ Vegeu "Annex 7: Correu electrònic a Cove".

per al sector del *packaging* i de la cosmètica. Albert Marfà, director executiu, assegura que “és biodegradable tant a la terra com a l'aigua salada o dolça i no és tòxic per a la fauna marina, sovint víctima dels residus que no es poden reciclar”. Malgrat tot, ells no elaboren els productes finals, sinó que proporcionen aquesta nova matèria primera biodegradable a fabricants de productes plàstics. L'avantatge és que els fabricants no han d'invertir en maquinària nova ja que aquest material pot ser treballat en la que actualment es fa servir per al plàstic convencional.

D'altres, tot i no emprar bioplàstics, també han volgut reduir la seva petjada de plàstic. El 2019, la cervesera catalana Estrella Damm, va posar en marxa un projecte per suprimir les anelles de plàstic presents als *packs* de llaunes de cervesa. Avui dia, està treballant per substituir per cartró els plàstics decorats que emboliquen les llaunes, cosa que suposarà la reducció de més de 260 tones de plàstic a l'any, però es compromet a eliminar-les definitivament el 2021.

2.4.7. Conscienciació de la població

Cada cop són més les persones conscients dels problemes als quals s'enfronta el medi ambient i és per això que intenten modificar les seves actituds i hàbits de consum. Això significa que en totes les activitats realitzades durant el seu dia a dia tenen la intenció de beneficiar la natura, o al menys, de no perjudicar-la. Volen protegir-la, actuar de manera sostenible i el més ecològicament possible.

Malgrat els esforços, l'anomenat *greenwashing* o “rentat d'imatge verd” és l'encarregat de fer creure als consumidors que tot allò que porta l'etiqueta bio o eco serà millor, mediambientalment parlant. D'aquesta manera, la gent continua comprant aquests productes, sense preguntar-se si realment estan produïts de manera sostenible i respectuosa amb el planeta. És increïble com es poden arribar a comprar als supermercats peces de fruita envasada provinents de l'altra punta del món, tenint al costat la mateixa fruita de temporada amb un 0% de residus afegits, només per portar aquesta etiqueta.

De la mateixa manera el prefix “bio” de la paraula “bioplàstic” també és enganyós. A causa d’aquest prefix, la majoria de la població els associa amb la biodegradació, de manera que pensen que, en cas d’acabar llençats al medi ambient, la natura els descompondrà. Però no és així, ja que únicament es degraden de forma biològica el 23,2% i poden passar a la natura, abans de desfer-se, entre pocs mesos i centenars d’anys.. A més, pràcticament cap es descompon en condicionals naturals. El procés ha de ser industrial, mitjançant l’acció de microorganismes i en condicions ambientals específiques. L’altre gran error és pensar que la seva procedència és exclusivament de plantes o de l’activitat de microorganismes, ja que com hem esmentat prèviament, també se’n fabriquen a partir de recursos fòssils.

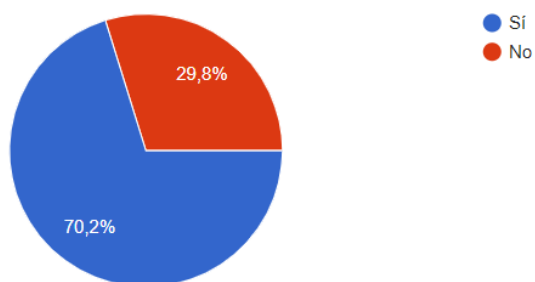
A més, sabent que els objectes fabricats a partir de bioplàstics tenen un cost més elevat que els fabricats a partir de plàstics convencionals, falta saber si la població estaria disposada a invertir aquesta diferència per millorar el planeta. De ser així, es presenta una altra incògnita: On llençarien aquest material, al contenidor dels envasos, a la fracció orgànica o simplement a la resta?

Per resoldre aquestes preguntes, hem dut a terme una petita enquesta a nivell local, la qual ens ha respost un total de 748 persones. Dels enquestats, dos tercers parts han estat dones i poc més de la meitat han superat ja l’edat dels 25 anys. A més a més, el 70,2% d’ells havia sentit a parlar dels bioplàstics anteriorment. Els altres ho han fet en aquesta enquesta per primera vegada. No obstant això, el 89,3% dels enquestats estaria disposat a pagar aquesta diferència de preu dels productes bioplàstics respecte dels plàstics, xifra que ens ha sorprès gratament. Però la pregunta amb més controvèrsia ha estat *A quin cubell d’escombraries llençaries els bioplàstics?*, a partir de la qual hem pogut afirmar que gran part de la població no sap a quin cubell d’escombraries llençar aquest tipus de material. La majoria, un 47,1%, ho farien al groc, és a dir, al plàstic o als envasos. Seguit molt de prop pel contenidor marró o el de la fracció orgànica, on el llençarien un 45,9%. Finalment, només el 7,1% dels enquestats optarien pel gris o el de la resta.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Havies sentit mai a parlar dels bioplàstics?

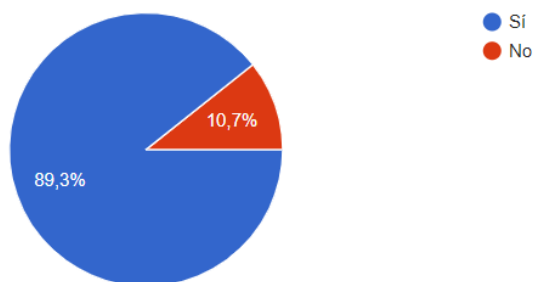
748 respostes



Gràfic 4. Percentatge enquestats que havien sentit a parlar de bioplàstics anteriorment.

Tenint en compte que tenen un preu més elevat que els plàstics convencionals, estaries disposat a pagar una mica més per productes fabricats a partir de bioplàstics?

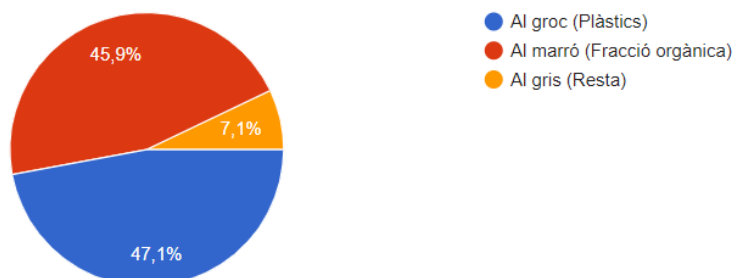
748 respostes



Gràfic 5. Percentatge enquestats disposats a pagar una mica més per productes fabricats a partir de bioplàstics.

A quin cubell d'escombraries els llençaries?

748 respostes



Gràfic 6. A quin cubell d'escombraries llençarien el bioplàstic els enquestats.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Com veiem, la bona voluntat de la població no és suficient si no es té la informació adequada. Fan falta moltes campanyes de conscienciació per fer front de manera eficaç l'actual problemàtica mediambiental. Un clar exemple és l'exposició "Menys plàstic, més vida!", produïda per l'Agència Catalana de l'Aigua amb la col·laboració de la Diputació de Barcelona. Intenta sensibilitzar la població mostrant l'impacte ambiental sobre la flora i la fauna presents als medis marins causat per l'ús generalitzat i inadequat dels plàstics i d'aquesta manera, promoure la reflexió de la ciutadania i el canvi d'hàbits per tal de reduir l'ús de plàstic i avançar cap a una societat més sostenible. La itinerància d'aquesta exposició fa possible poder-la transportar i presentar als diferents municipis litorals de la demarcació.

3. TREBALL DE CAMP

Els plàstics convencionals tarden a desaparèixer entre dècades i centenars d'anys. Això és precisament el que els bioplàstics no es poden permetre si la seva finalitat és substituir-los.

L'objectiu d'aquest treball de camp és comprovar la rapidesa amb la que es degraden els productes fabricats a partir de bioplàstics per tenir proves i poder afirmar finalment que sí són una bona alternativa als plàstics tradicionals. D'aquesta manera, la comercialització massiva de bioplàstics com a substituïts d'aquests potser en un principi no reduirà la quantitat de residus sòlids presents en el medi ambient però sí el seu temps de residència, evitant els danys catastròfics que provoquen els plàstics tant a la flora i la fauna com als éssers humans.

3.1. Nivell de descomposició de diversos tipus de bioplàstic al llarg del temps

En aquest treball de camp volíem estudiar el nivell de descomposició de diversos tipus de bioplàstic al llarg del temps i en diferents medis naturals.

Primerament, calia obtenir nou envasos o productes fabricats a partir de bioplàstic. D'aquests, en sotmetríem tres de cada tipus a cadascun dels medis. Els medis escollits van ser tres: un de terrestre, un d'aeri i un d'aquàtic. Els del medi terrestre romandrien enterrats sota terra tota l'estona, els del medi aeri en suspensió i els de l'aquàtic enfonsats en aigües dolces provinents del riu. El primer dels objectes seria extret de tots tres medis, observat i pesat passats tres mesos de l'inici de l'experiment, el segon als sis mesos i el tercer als nou mesos. El període de temps entre un descobriment i el següent va ser acordat en vista de la data límit d'entrega del treball i deixant uns dos mesos i mig aproximadament de marge per poder redactar-ho i revisar-ho amb tranquil·litat.

Finalment, amb l'estudi dels canvis visibles observats veuríem si compleixen amb la seva condició de biodegradables. A més, la realització de taules i gràfiques ens ajudaria a identificar quin de tots els tipus de bioplàstic emprats és el més eficient a l'hora de degradar-se en condicions naturals.

3.1.1. Cerca de material

Per començar amb la preparació del treball de camp, ens calia adquirir diversos tipus de bioplàstic, els quals més tard, sotmetríem a diferents medis naturals durant el mateix període de temps. Aquesta no va estar una tasca senzilla, ja que trobar bioplàstics en els supermercats de proximitat va ser més complicat de l'esperat.

En primer terme, vam buscar per casa a veure si teníem algun envàs o embolcall fabricat a partir de bioplàstic. Casualment, guardàvem uns ganivets compostables d'àcid polilàctic (PLA) de l'empresa catalana *Nupik*. També vam cercar pels prestatges dels petits comerços locals i d'altres supermercats nacionals i internacionals com Bonpreu Esclat i *Mercadona* respectivament, però res.

La manca de material ens va empènyer a comunicar-nos directament i via correu electrònic amb diverses empreses fabricants i/o comerciants de bioplàstic.

La primera amb la que vam contactar va ser la corporació multinacional estatunidenca *The Coca-Cola Company*⁷, per preguntar on venen els seus envasos *Plant Bottle*, fabricats amb un 30% de polietilè tereftalat (PET) d'origen vegetal. El Centre d'Interacció amb el Consumidor ens va informar que podíem trobar-los a la venda a grans superfícies com *Carrefour*, *Corte Inglés* o *Caprabo*. Aquesta última va ser l'escollida per buscar i efectivament, hi havia els nous sabors d'*Aquarius* embotellats amb el *Plant Bottle*.

⁷ Vegeu "Annex 1: Correu electrònic a *Coca-Cola España*".

A més a més, l'ajut de l'Associació Espanyola de Plàstics Biodegradables i Compostables (ASOBIOCOM)⁸ va ser fonamental, ja que ens va facilitar el contacte de moltes empreses fabricants tant de matèria primera com de productes, entre les quals figurava *Nupik*⁹. A aquesta vam preguntar-li si disposava de recipients fabricats a partir d'altres tipus de bioplàstic però ens va respondre que, actualment, la seva producció amb bioplàstics és exclusivament de PLA.

Anna Klimek¹⁰, comercial d'exportació de l'empresa francesa *NaturePlast* i la seva societat filial destinada a la investigació i al desenvolupament *BiopolyNov*, també va ser una de les persones aportadores de documentació de gran utilitat per al treball. Ens va proporcionar arxius amb detallades explicacions sobre les característiques pròpies dels bioplàstics amb els quals tracten, els sectors d'aplicació d'aquests materials i molta informació sobre l'empresa, com per exemple, qui són els seus principals clients i en quins projectes participen actualment. També ens va respondre unes breus preguntes, aclarint-nos que en els darrers dos i tres anys hi ha hagut un augment considerable de la demanda de bioplàstics, que els seus principals sectors d'activitat són l'agro-alimentari, el d'embalatge d'aliments i el de la cosmètica i que no hi ha un sol país en el qual la demanda d'aquest material sigui major, entre altres coses.

A més, vam poder preguntar-li a la doctora Ana Valera¹¹ del centre tecnològic AINIA sobre un projecte anomenat *PHBOTTLE*, el qual va finalitzar el 2016. L'objectiu d'aquest projecte era desenvolupar un material biodegradable, el polihidroxibutirat (PHB), mitjançant la fermentació de subproductes de la indústria alimentària per poder-lo utilitzar en múltiples aplicacions. Aquest projecte va finalitzar el 2016, fet pel qual no va poder enviar-nos cap mostra del material per què el més probable era que s'hagués deteriorat.

⁸ Vegeu "Annex 2: Correu electrònic a ASOBIOCOM".

⁹ Vegeu "Annex 6: Correu electrònic a *Nupik*".

¹⁰ Vegeu "Annex 9: Entrevista per correu electrònic a Anna Klimek".

¹¹ Vegeu "Annex 8: Correu electrònic a Ana Valera".

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

També vam contactar amb Cove¹², qui treballa en les primeres ampolles d'aigua fabricades completament amb material biodegradable, més concretament amb polihidroxialcanoat (PHA). Però el seu producte tan sols començava a sortir al mercat estatunidenc i per tant, era impossible adquirir-lo a Espanya en aquells moments.

Cal destacar algunes empreses que també ens van aportar el seu granet de sorra. Aquestes són: *Soretrac*¹³ i *Coverpan*¹⁴. Altres com *Arapack*¹⁵ o *Unilever Espanya*, malgrat la bona voluntat, no van poder ajudar-nos, ja sigui per no treballar amb el materials o per no poder desvetllar qüestions confidencials de l'empresa. Finalment, d'empreses com *Plasbel Plásticos*, *Industrias Betik*, *Bio-On* o *Petroplast* no vam obtenir resposta.

Cercant per internet en busca de productes fabricats a partir de bioplàstics diferents als que ja teníem, vam trobar unes bosses d'escombraries fetes a partir d'una barreja de midó de panís a la pàgina web de la companyia estatunidenca de comerç electrònic *Amazon*.

Més tard, un anunci de televisió ens va dur fins al producte promocionat: les noves càpsules de cafè compostables de l'empresa Novell. Aquestes, fabricades a partir d'àcid polilàctic (PLA) i de tereftalat d'adipat de polibutilè (PBAT).

Finalment, vam poder recollir els productes següents:

- Ganivets compostables de PLA.
- Ampolles de beguda de PET d'origen vegetal.
- Bosses d'escombraries de midó de panís.
- Càpsules de cafè d'una barreja de PLA i PBAT.

El PET d'origen vegetal no és biodegradable. Per tant, ja sabíem des d'un principi que les ampolles de beguda no es descompondrien però de totes formes, volíem observar si es produïa algun canvi en la seva composició, textura, forma, color, etc.

¹² Vegeu "Annex 7: Correu electrònic a Cove".

¹³ Vegeu "Annex 3: Correu electrònic a Soretrac".

¹⁴ Vegeu "Annex 4: Correu electrònic a Coverpan".

¹⁵ Vegeu "Annex 5: Correu electrònic a Arapack".

3.1.2. Fabricació de midó de panís casolà

Navegant per internet vam fer cap a un article que explicava detalladament com fabricar bioplàstic de manera fàcil, amb ingredients que tots tenim i des de casa. Aquest el feia amb midó de panís però també en vam trobar d'altres que el fabricaven mitjançant pells de fruita o fins i tot a partir del seu suc. A més, assegurava la seva descomposició en només quatre mesos.

Davant els pocs productes que vam poder recollir, vam decidir seguir la recepta del bioplàstic de midó de panís. En cas de sortir bé, l'inclouríem al treball de camp. Per fer-lo, vam seguir les instruccions pas a pas i amb els mateixos ingredients i estris esmentats en l'article. Són els següents¹⁶:

- Ingredients:
 - Midó de panís
 - Aigua
 - Glicerina
 - Vinagre
 - Colorant (Opcional)

- Estris:
 - Cullera
 - Cassola petita
 - Llengüeta de plàstic antiadherent/ Cullera de fusta
 - Paper de forn o d'alumini
 - Motlle/ Cúter/ Tisores (Opcional)

- Procediment:
 1. En primer lloc, barrejar una cullerada de midó de panís i quatre d'aigua dintre d'una cassola fins que el midó quedi ben dissolt.
 2. Després, afegir dues cullerades de glicerina i una altra de vinagre. Si es desitja també es pot introduir una mica de

¹⁶ Els ingredients, els estris i el procediment esmentats a continuació no són una còpia als de l'article trobat, sinó que estan explicats amb les nostres pròpies paraules i modificats segons la nostra pròpia experiència.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

colorant. Tornar a barrejar per què s'integrin els nous ingredients.

3. A continuació, escalfar la mescla a foc lent, sense deixar de remoure amb una llengüeta antiadherent o bé amb un altre estri que no sigui conductor de calor com pot ser una cullera de fusta, fins obtenir una massa densa. Aquest procés és bastant ràpid. A més, la mescla desprèn una olor estranya i molta fum. S'ha d'anar amb compte de no cremar-la.
4. Acte seguit, quan ja es té la consistència desitjada, treure del foc. Escampar-la de manera uniforme sobre una superfície antiadherent com és el paper de forn (en cas de no tenir-ne, el paper d'alumini també compleix amb la funció) i plana com per exemple una taula. Deixar-la reposar unes tres hores aproximadament. El temps depèn de la humitat i l'escalfor del lloc on es té.
5. Quan la pasta s'ha refredat, donar-li la forma final mitjançant un motlle, un cúter o unes tisores. Aquest pas és opcional.
6. Finalment, deixar-la durant uns dos o tres dies més per què s'assequi completament.



Imatge 4. Pas 1.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·



Imatge 5. Pas 2.1.

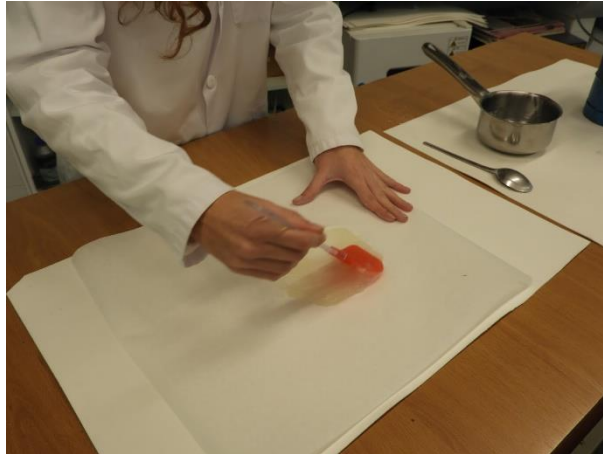


Imatge 6. Pas 2.2.



Imatge 7. Pas 3.

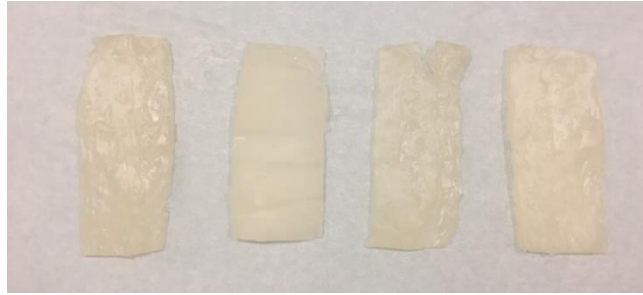
· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·



Imatge 8. Pas 4.

Malgrat seguir el procediment al peu de la lletra, vam haver de repetir-lo tres vegades abans no ens va satisfer el resultat final. El primer cop, no vam aconseguir una textura suficientment densa i la pasta resultant, durant les primeres hores de repòs i abans de poder donar-li forma, es va esmicolar de manera que no la vam poder utilitzar. Això es degut a que l'article esmentat anteriorment només ens feia afegir una cullerada de glicerina. La següent vegada, vam modificar el procediment inicial per afegir una cullerada i mitja de glicerina a la mescla. En aquest cas, els fragments en els quals es va dissociar no eren tant petits com en el cas anterior. Gràcies a això, encara vam poder extreure alguns fragments rectangulars. Aquest inconvenient el vam solucionar en repetir l'experiment per tercera vegada. D'aquí vam obtenir el bioplàstic definitiu. Després d'afegir-li dues cullerades senceres de glicerina, la massa va quedar densa i uniforme i afortunadament no es va trencar. Es per això que vam decidir incloure-la al treball de camp i observar, juntament amb la resta de productes fabricats a partir de bioplàstic obtinguts anteriorment, el seu estat de degradació al llarg dels mesos. Amb aquesta finalitat, vam retallar-la en fragments més petits i iguals i donar-los una forma rectangular de 5x2 centímetres amb un cúter. A més, s'ha de dir que en el nostre cas, no vam utilitzar colorant.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·



Imatge 9. Resultat final.

També cal remarcar que aquest bioplàstic, tot i ser flexible, es trenca amb facilitat al només doblegar-se. A més, no queda totalment rígid. Més aviat és tou i una mica elàstic. En quant al color, no és completament opac, sinó translúcid. Per tot això, no se li poden donar formes més elaborades que no siguin figures planes. Òbviament, tampoc pot ser emprat per a usos comercials.

3.1.3. Posada en marxa

Un cop obtinguts tots els objectes amb els quals duríem a terme el treball de camp, ens disposàvem a sotmetre tres productes de cada tipus de bioplàstic a cadascun dels medis escollits, en total tres: un de terrestre, un d'aquàtic i un d'aeri. El primer d'aquests productes seria extret, observat i pesat passats tres mesos de l'inici de l'experiment, el segon als sis mesos i el tercer als nou mesos. Tot això es va dur a terme el 14 de desembre.

Prèviament però, per poder comparar el pes original dels objectes amb el seu pes posterior, vam pesar-los un a un amb una bàscula de precisió.

Medi terrestre

Dins d'una de les propietats privades que posseeixen els nostres avis maternals hi ha un tros de terra on no hi ha res plantat. Allí va ser on vam cavar cinc solcs. Tres d'aquests eren més llargs, per què poguessin cabre les ampolles, les bosses i els ganivets de manera separada. Per a les càpsules i els fragments de midó de panís casolà els solcs eren la meitat de llargs que els anteriors, ja que aquests objectes són de dimensions inferiors.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? •



Imatge 10. Objectes fabricats a partir de bioplàstic disposats de manera ordenada en el medi terrestre a l'inici de l'experiment.

Un cop encabits dintre dels seus respectius solcs, els vam enterrar amb un altre tipus de terra, una fertilitzant, amb la finalitat que aportés més nutrients i atragués més bacteris i organismes descomponedors.



Imatge 11. Solcs amb els objectes fabricats a partir de bioplàstic un cop ja enterrats.

A més, com que no és d'estranyar veure algun gat per la zona, també vam tancar-ho per a què cap animaló pogués fer el tafaner i furgar la terra. Això ens espatllaria tot el treball realitzat perquè com que els objectes resultants no serien vàlids per analitzar, tampoc podríem extreure una conclusió.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Medi aeri

No podíem deixar els diferents objectes a la intempèrie de qualsevol manera ja que una simple bufada d'aire seria suficient per endur-se'ls. La nostra solució va ser comprar roba *mesh* de polièster, la qual té forma de xarxa i per tant, deixaria passar tant l'aigua de la pluja, com les brosetes arrossegades pel vent, com qualsevol organisme o bacteri. Amb aquesta tela vam cosir petites bosses, adaptades a la mida de l'objecte que contindrien. Les vam tancar amb cordill, el mateix que vam utilitzar després per penjar-les d'uns filferros que eren usats antigament com a estenedor i dels quals disposàvem a la mateixa propietat on havíem enterrat els altres objectes.



Imatge 12. Objectes fabricats a partir de bioplàstic disposats de manera ordenada a l'aire lliure a l'inici de l'experiment.

Medi aquàtic

En una altra finca, aquest cop propietat dels altres avis, hi ha una petita bassa que s'emplena amb aigua provinent del riu. En aquells moments, feia temps que no es renovava l'aigua i a part d'estar tan verda que no es visualitzava el fons, també hi vivia una gran diversitat d'éssers aquàtics. Vam pensar que era l'ecosistema perfecte per què es produís la descomposició.

La idea per disposar els diversos objectes en aquest medi va ser similar a l'anterior. També els vam posar a dintre de bosses fabricades amb malla i lligades amb cordill però a diferència de la vegada anterior, aquestes estaven sostingudes a una llarga branca d'arbre, la qual, al seu torn,

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

s'aguantava a l'escala de la bassa, per no ser arrossegada cap a dintre de l'aigua.



Imatge 13. Objectes fabricats a partir de bioplàstic disposats de manera ordenada en el medi aquàtic a l'inici de l'experiment.

3.1.4. Primer mostreig als 3 mesos

El 23 de març de 2020, passats 3 mesos aproximadament de l'inici del treball de camp, era moment de dur a terme el primer mostreig. En cadascun dels diferents medis vam extreure un sol exemplar de cada tipus de producte. Després d'analitzar-los per color, forma, textura, elasticitat i rigidesa entre altres coses, vam treure les següents observacions¹⁷:

Medi terrestre

- Ha desaparegut una part del sostre de la càpsula de cafè. Sembla que s'ha desintegrat.

¹⁷ No tots els objectes fabricats a partir de bioplàstic que s'han usat en aquest treball de camp apareixen a les observacions. Això és degut al fet que segueixen intactes o iguals al mostreig anterior.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? •



Imatge 14. Càpsula de cafè extreta del medi terrestre en el primer mostreig.



Imatge 15. Objectes extrets del medi terrestre en el primer mostreig conjuntament.

Medi aeri

- A la càpsula de cafè se li ha començat a desenganxar el paper que serveix com a filtre. Malgrat tot, l'etiqueta que l'envolta i el recipient fet de bioplàstic segueixen intactes.
- La bossa d'escombraries, a part d'estar més rígida, presenta una sèrie de petites taques fosques repartides de manera irregular.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·



Imatge 16. Bossa d'escombraries extreta del medi aeri en el primer mostreig.

- El midó de panís casolà també està bastant rígid. Ha perdut la seva flexibilitat i es trenca amb facilitat. També ha patit una decoloració. Presenta zones més blanquinoses que altres, distribuïdes de manera irregular.



Imatge 17. Midó de panís casolà extret del medi aeri en el primer mostreig.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? •



Imatge 18. Objectes extrets del medi aeri en el primer mostreig conjuntament.

Medi aquàtic

- A la superfície del midó de panís casolà han aparegut unes taques dels colors negre, violeta i granat gens característiques. A més a més, el material es mostra tan tou que tocar-lo és suficient per esquinçar-lo. Per aquest motiu s'ha esquarterat d'un extrem.



Imatge 19. Midó de panís casolà extret del medi aquàtic en el primer mostreig.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? •



Imatge 20. Objectes extrets del medi aquàtic en el primer mostreig conjuntament.

3.1.5. Segon mostreig als 6 mesos

Passats 3 mesos del primer mostreig i 6 mesos de l'inici de l'experiment, tocava extreure el segon exemplar de cada tipus de producte dels seus respectius medis. Per aquest motiu, el 4 de juliol de 2020, seguint els mateixos passos que en el mostreig anterior, també vam anotar una sèrie de canvis visibles.

Medi terrestre

- Tot el sostre de la càpsula de cafè ha desaparegut. La resta continua intacte.



Imatge 21. Càpsula de cafè extreta del medi terrestre en el segon mostreig.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

- No s'han trobat restes del midó de panís casolà. S'ha degradat completament.



Imatge 22. Objectes extrets del medi terrestre en el segon mostreig conjuntament.

Medi aeri

- A la càpsula únicament se li han desenganxat els adhesius i etiquetes que l'envoltaven.
- La bossa es mostra més rígida però segueix conservant la major part de la seva elasticitat i forma.
- El midó de panís casolà s'ha ennegrit i presenta un color grisós. A més, la seva superfície es veu plena d'esquerdes. Motiu pel qual es trenca amb molta més facilitat que en el mostreig anterior.



Imatge 23. Midó de panís casolà extret del medi aeri en el segon mostreig.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·



Imatge 24. Objectes extrets del medi aeri en el segon mostreig conjuntament.

Medi aquàtic

Vam haver de canviar els cordills que sostenien les bosses de malla perquè, del frec amb la vora de la bassa, s'estaven a punt de trencar i els objectes s'haguessin perdut dintre l'aigua.

- El midó de panís casolà s'ha convertit en una pasta viscosa, lleugera i de color lila, amb una taca granat en un lateral. Al tocar-la es desfà. És per aquest motiu que ha estat impossible transportar-la per afegir-la a la foto conjunta de tots els objectes i conservar-la per poder pesar-la.



Imatge 25. Midó de panís casolà extret del medi aquàtic en el segon mostreig.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? •



Imatge 26. Objectes extrets del medi aquàtic en el segon mostreig conjuntament.

Els objectes extrets i observats en els dos mostrejos esmentats fins ara no van ser pesats al moment ni durant els dies vinents ja que en el primer cas la pandèmia mundial pel COVID-19 ens va mantenir a tots tancats a casa durant uns quants mesos i en el segon cas ja era estiu. Davant la impossibilitat d'anar a l'institut, on tenim la bàscula de precisió, i pesar-ho, vam seguir el consell de Carlos Sanz Lázaro¹⁸. L'investigador del Departament d'Ecologia-Biologia marina de l'Institut Multidisciplinari per a l'estudi del medi Ramon Margalef, a la Universitat d'Alacant, ens va aconsellar via correu electrònic mantenir els productes en un lloc sec i amb poca temperatura com pot ser una nevera, evitant que entri humitat.

3.1.6. Tercer mostreig als 9 mesos

Va arribar el moment de l'últim mostreig, realitzat el 4 d'octubre de 2020, és a dir, 9 mesos més tard de l'inici. Com en els previs mostrejos, vam prendre nota d'algunes observacions.

Medi terrestre

- La bossa d'escombraries es mostra compacta i amb una rigidesa fora de l'habitual.

¹⁸ Veure "Annex 12: Entrevista per correu electrònic a Carlos Sanz Lázaro".

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·



Imatge 27. Objectes extrets del medi terrestre en el tercer mostreig conjuntament.

Medi aeri

- A la càpsula li falta la part del sostre. També se li ha desenganxat l'etiqueta que l'envolta. A més, es troba completament buida i neta, és a dir, no han quedat restes de marro de cafè al seu interior.
- El midó de panís casolà està partit en quatre fragments, dos més petits que els altres. La seva superfície continua com en la vegada anterior, d'un color grisós i coberta d'esquerdes.



Imatge 28. Midó de panís casolà extret del medi aeri en el tercer mostreig.

- Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? •



Imatge 29. Objectes extrets del medi aeri en el tercer mostreig conjuntament.

Medi aquàtic

Vam haver de recuperar del fons de la bassa tres de les bosses de malla perquè els cordills que les sostenien, els quals ja havíem canviat prèviament pel mateix motiu, s'havien trencat. A pesar d'aquest inconvenient, els objectes que contien no van ser danyats.

- No queda rastre del midó de panís casolà.

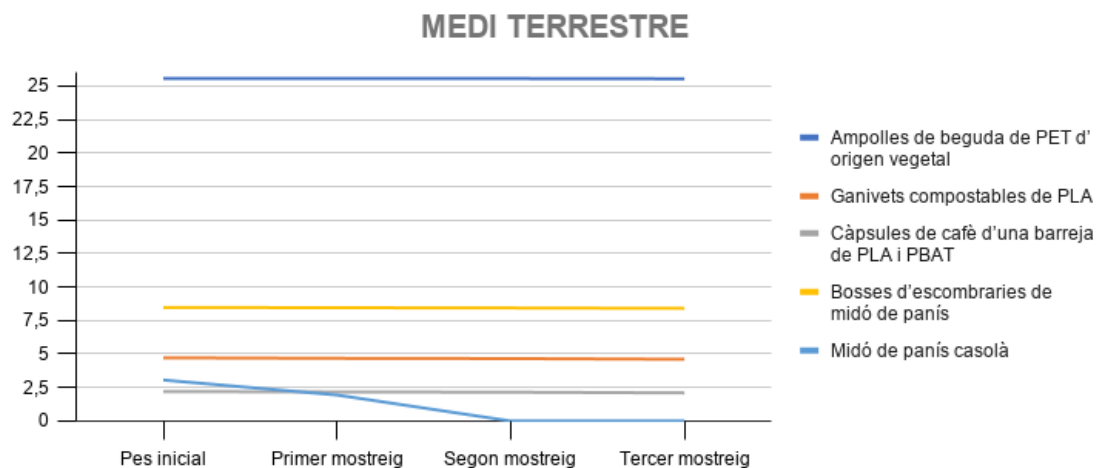


Imatge 30. Objectes extrets del medi aquàtic en el tercer mostreig conjuntament.

3.1.7. Resultats

Després de l'últim mostreig i de deixar assecar durant una setmana sencera tots els objectes extrets del medi aquàtic amb la finalitat que aquests no continguessin ni una sola gota d'aigua que modifiqués el seu pes i de netejar amb l'ajut d'un pinzell tota la terra i pedretes dels del medi terrestre, vam pesar-los un a un, tant els del primer mostreig com els del segon i el tercer, mitjançant la bàscula de precisió de la que disposa l'institut. Aquests són els resultats:

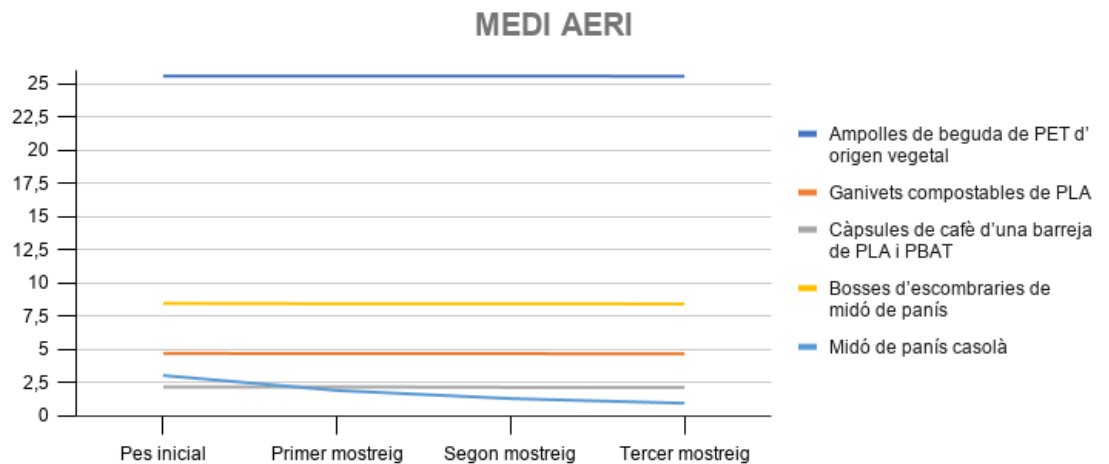
	Pes inicial	Primer mostreig			Segon mostreig			Tercer mostreig		
		Medi terrestre	Medi aeri	Medi aquàtic	Medi terrestre	Medi aeri	Medi aquàtic	Medi terrestre	Medi aeri	Medi aquàtic
Ampolles de beguda de PET d'origen vegetal	25,58g	25,57g	25,58g	25,58g	25,57g	25,58g	25,57g	25,55g	25,57g	25,57g
Ganivets compostables de PLA	4,72g	4,68g	4,70g	4,67g	4,66g	4,70g	4,66g	4,61g	4,69g	4,64g
Càpsules de cafè d'una barreja de PLA i PBAT	2,20g	2,17g	2,20g	2,18g	2,15g	2,17g	2,15g	2,10g	2,16g	2,13g
Bosses d'escombraries de midó de panís	8,48g	8,46g	8,45g	8,43g	8,44g	8,45g	8,40g	8,41g	8,44g	8,38g
Midó de panís casolà	3,06g	1,94g	1,93g	0,86g	-	1,32g	- ¹⁹	-	0,97g	-



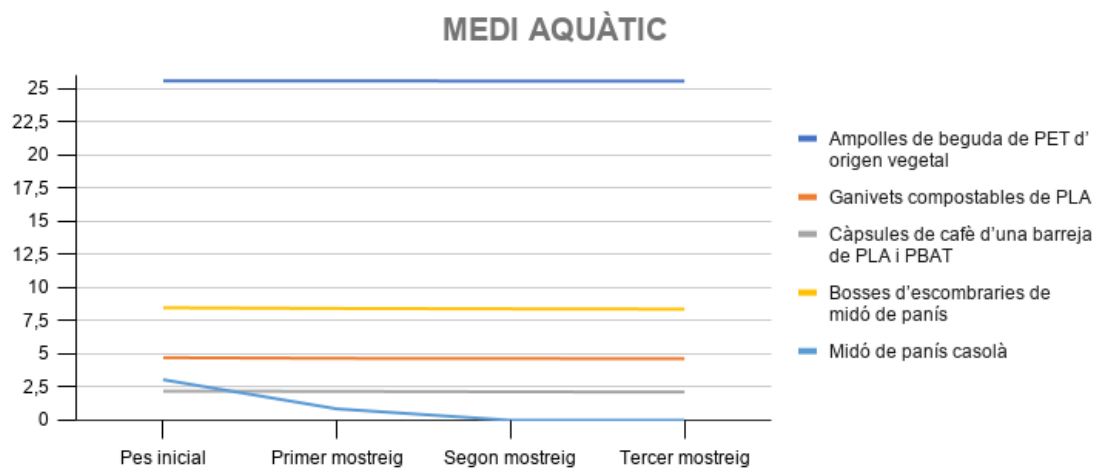
Gràfic 7. Evolució del pes de diversos objectes sotmesos a un medi terrestre al llarg de 9 mesos.

¹⁹ Tal i com hem esmentat en l'apartat "3.1.5. Segon mostreig als 6 mesos" el midó de panís casolà que es trobava en el medi aquàtic encara no s'havia descompost completament en el moment del segon mostreig però el seu estat era tan inestable que es desfeia de només tocar-lo. Per aquest motiu no vam poder conservar-lo ni pesar-lo i es per això que s'ha de tenir en compte que, en la taula on es mostren els pesos i en les respectives gràfiques posteriors, aquesta dada es troba incompleta.

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·



Gràfic 8. Evolució del pes de diversos objectes sotmesos a un medi aeri al llarg de 9 mesos.



Gràfic 9. Evolució del pes de diversos objectes sotmesos a un medi aquàtic al llarg de 9 mesos.

Com es pot observar en la taula i els gràfics anteriors no hi ha hagut una disminució notable del pes al llarg del temps. De fet, l'únic que es va arribar a descompondre totalment va ser el midó de panís casolà, fet que preveïem perquè al no estar pensat per a ús comercial no portava additius. A més, el fet que tots els ingredients emprats per fer-lo fossin d'origen orgànic, ha facilitat el seu retorn a l'hàbitat natural sense deixar rastre visible i en un període de temps relativament curt. Cal remarcar que en el medi terrestre la seva descomposició va succeir entre els 3 i els 6 mesos i en el medi aquàtic en poc més de 6 mesos. En el medi aeri aquest procés no es va produir tan

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

ràpidament però tot apunta a que, si s'hagués deixat un temps més, també s'hauria acabat descomponent totalment.

D'altra banda, el material PET de les ampolles de beguda és d'origen vegetal però no biodegradable. Per tant, la seva inexistent pèrdua de pes no ens va sorprendre. És més, ens ha servit per justificar que si productes fabricats a partir d'aquest bioplàstic acaben llençats a qualsevol medi natural trigaran molt de temps a degradar-se, igual que els plàstics tradicionals.

En quant a la resta d'objectes sí que ha hagut una pèrdua de pes però aquesta ha estat mínima. Mentre que el medi terrestre ha estat el més favorable per a la biodegradació dels ganivets compostables de PLA i per a les càpsules de cafè fabricades a partir d'una barreja de PLA i PBAT, el medi aquàtic ho ha estat per a les bosses d'escombraries de midó de panís. En tots els casos el medi aeri ha estat el menys beneficiós.

3.1.8. Conclusions

Aquest treball de camp no va ser cosa fàcil de realitzar. Només començar ja ens vam topar amb algunes dificultats, com la de trobar objectes i envasos fabricats amb bioplàstics entre supermercats i petits comerços locals plens a vessar d'objectes fabricats amb plàstic convencional. Després també vam haver de pensar en com sostenir-los per què no volessin ni es perdessin entre les aigües de la bassa fins que no vam trobar la roba *mesh*, per a continuació cosir les bosses a mida. També va ser tot un repte intentar recuperar algunes de les bosses en les aigües verdes i gens cristal·lines quan els cordills que les sostenien van esquerdar-se. Finalment, el confinament i la pandèmia a la que vam estar sotmesos no van ser de gran ajuda. Ans al contrari ja que vam haver de conservar totes les mostres extretes fins al moment en una nevera per tal que no es deterioressin abans de poder-les pesar.

Malgrat tots els esforços, els resultats no van ser els esperats. Des d'un principi estàvem convençuts que els objectes no desapareixerien

completament ja que el degradar-se és un procés lent que requereix temps i nou mesos no era suficient. Tot i això, pensàvem que s'apreciaria una diferència molt més gran entre el seus pesos inicials i els finals. Aquesta no va ser notòria, ni en les ampolles de beguda fabricades a partir de PET d'origen biològic, que no són biodegradables, ni en els altres objectes que sí ho són. L'únic que va descompondre's va ser el midó de panís casolà, fet de productes d'origen orgànic i sense additius. Per suposat que si algun s'havia de degradar era aquest. Però, tot i avisar de la seva rapidesa en l'article emprat per a la seva fabricació, ens va sobtar no trobar-lo enterrat en el medi terrestre en el segon mostreig. Cal dir que vam remoure molt bé la terra per si se'ns havia passat per alt la seva presència el primer cop però no, havia desaparegut.

Després de plasmar els resultats en gràfiques i taules, posar totes les observacions en comú i veure que la pràctica totalitat dels objectes fabricats a partir de bioplàstic, que afirmaven ser biodegradables a més de compostables, seguien exactament igual que al principi, amb només petites variacions de color i rigidesa, vam començar a assumir que la nostra hipòtesi, que els bioplàstics podien arribar a ser substituïts dels plàstics i millorar la situació mediambiental causada pels últims, no era certa. Segons la nostra pròpia experiència, els bioplàstics podien trigar a degradar-se tant de temps com els plàstic convencionals.

Cercant per Internet vam fer cap a un article que parlava sobre un experiment molt similar al nostre realitzat per Carlos Sanz²⁰ i el seu grup d'investigadors i científics. Ells havien simulat a nivell de laboratori diferents condicions ambientals marítimes per tal de submergir bioplàstics en les aigües i observar, de la mateixa manera que havíem fet nosaltres, el seu grau de degradació durant un període de temps prolongat. A més, també estaven acabant un altre estudi similar però en un medi terrestre. A Carlos li vam preguntar via correu electrònic si els seus bioplàstics s'havien degradat, explicant-li simultàniament la nostra experiència i els pèssims resultats obtinguts. De seguida ens va respondre que el material emprat per ells no era únicament PLA o PHA sinó que portava un tercer polímer, cel·lulosa. Tampoc tenien coneixença del percentatge de cada polímer.

²⁰ Vegeu "Annex 12: Entrevista per correu electrònic a Carlos Sanz Lázaro".

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Sigui com sigui, el seu estudi va experimentar una sorprenent alta degradació. Per no desanimar-nos, ens va remarcar que la degradació depèn de molts factors, com la quantitat de material o el gruix dels productes. De fet, ens va confessar que posteriorment havien sotmès a estudi un altre tipus de PLA d'origen vegetal i que al cap de quatre mesos seguia com nou.

En definitiva, tot i que els estudis d'altres científics han obtingut resultats satisfactoris, el nostre no ho ha estat en gairebé cap dels productes analitzats, bàsicament perquè la diferència entre el pes inicial i el final no ens ha demostrat la capacitat de biodegradar-se que teòricament posseeixen els bioplàstics.

4. CONCLUSIONS FINALS

El nostre punt de partida era la presa de consciència del greu problema mediambiental que suposa el *littering*, és a dir, de l'abocament de brossa sòlida a la natura, la major part de la qual són plàstics; i dels seus efectes sobre la flora, la fauna i en darrera instància, els éssers humans. Això ens va portar a considerar els bioplàstics com uns possibles substituents als plàstics tradicionals. Inicialment, pensàvem que els bioplàstics eren un tipus de material biodegradable que es desfeia en condicions naturals sense deixar rastre ni visible ni invisible i que per tant, si s'utilitzaven com una alternativa als plàstics convencionals, encara que fessin cap a la natura accidentalment, no causarien danys ja que al cap de poc temps desapareixerien completament. Quan vam aprofundir en el tema, vam descobrir que la paraula "bioplàstics" engloba no un sinó tres tipus de plàstic: un primer grup de plàstics biodegradables i d'origen vegetal, un segon grup també d'origen vegetal però no biodegradables i uns tercers biodegradables i d'origen fòssil. Aquests últims, de la mateixa manera que ho fan els plàstics tradicionals, utilitzen recursos no renovables per a la seva fabricació. Nosaltres ens vam centrar en els més sostenibles i els més interessants a nivell ambiental: els biodegradables d'origen vegetal.

El treball de camp ens va servir per comprovar la seva eficiència. Vam sotmetre diversos tipus de bioplàstic en tres medis naturals diferents, un de terrestre, un d'aquàtic i un d'aeri, i vam observar el seu procés de degradació durant un període de temps prolongat, més concretament durant nou mesos, fent mostres cada tres mesos. Els resultats obtinguts no van ser tan satisfactoris com esperàvem i la degradació d'aquests materials va ser mínima, independentment del material i del medi on es trobés. De fet, l'únic bioplàstic que va arribar a descompondre's totalment va ser el midó de panís que vam realitzar al laboratori amb productes orgànics i sense additius.

Paral·lelament, vam contactar amb científics i investigadors experts en el tema, com Carlos Sanz Lázaro i Ana Valera. En general, tots pensaven que els bioplàstics serien el futur i alguns dels seus estudis havien resultat satisfactoris, encara que els experiments no es feien amb productes o envasos finals sinó amb mostres de bioplàstics sense additius barrejats amb altres polímers

naturals. De fet, ens van confessar que altres experiments no oficials realitzats amb mostres de bioplàstic pur, no donaven resultats tan encoratjadors.

També vam parlar amb caps de planta i gerents de compostadores industrials, com ara David Sanchez Berenguer, Isabel Olesti Vidal i Mercè Mariano Geira. A part d'explicar-nos el procés de compostatge, van assegurar-nos que els bioplàstics que reben sí que es composten, tot i que no ens van poder donar dades exactes sobre la quantitat o els tipus de bioplàstics que els arriben. En aquestes plantes de compostatge, hi ha uns certs paràmetres com el grau d'humitat, la temperatura i la oxigenació que estan constantment controlats i que òbviament no són els que hi ha normalment a la natura. Cal dir que tots els bioplàstics els arriben a través dels contenidors de recollida selectiva. Per tant, tots aquells que no es llencen al contenidor adequat no arribaran a ser mai gestionats com toca.

Un altre aspecte que ens preocupava era el grau de conscienciació de la població envers aquest tipus de plàstic. És per això que vam decidir fer una enquesta. En primera instància, vam poder constatar que la majoria de la gent havia sentit a parlar sobre els bioplàstics anteriorment i que en gran mesura estarien disposats a pagar una mica més per productes fabricats a partir d'aquests materials en comptes d'altres plàstics més contaminants. Al mateix temps, vam comprovar que més de la meitat dels enquestats no sabien a quin contenidor d'escombraries han de ser dipositats després de la seva vida útil.

Per tot l'esmentat anteriorment, hem arribat a la conclusió que els bioplàstics no són la solució al problema del *littering*, al menys de moment. Faria falta més inversió i recerca en el tema per a trobar nous materials o millorar els que ja es tenen per tal que la seva suposada biodegradació sigui més efectiva i ràpida en entorns naturals.

D'altra banda, també calen més campanyes de conscienciació per tal que la població conegui que són els bioplàstics, quin ha de ser el cubell d'escombraries escollit per llençar-los i sobretot, quin ha de ser el seu destí final, és a dir, la compostadora i no la natura.

D'entrada, quan tens la pàgina en blanc al teu davant és molt difícil posar-te a treballar però en el meu cas, un cop vaig començar a escriure i a cercar informació sobre el tema no hi va haver manera d'aturar-me. De fet, si l'any passat m'haguessin dit que aprendria tant fent un treball de les dimensions d'aquest, no m'ho hagués cregut. Però ha estat cert. Tot i que el confinament i la pandèmia pel COVID-19 m'han causat diverses dificultats a l'hora de dur a terme el treball de camp i algunes de les visites i entrevistes previstes, gràcies al simple fet de tenir un any sencer per desenvolupar-lo i donar-li forma he après a organitzar el meu temps i a compaginar les hores dedicades al treball amb les d'estudi. No només això, sinó que també m'ha servit per resoldre el meu gran dubte de què fer amb el meu futur, perquè si bé jo ja era conscient de la greu crisi que està patint el nostre planeta avui dia, no només a causa dels plàstics sinó també per l'increment del gasos contaminants a l'atmosfera que provoquen un augment del canvi climàtic, aquest Treball de Recerca m'ha ajudat a adonar-me que no puc quedar-me amb els braços creuats. És per això que, de cara al curs vinent, he decidit endinsar-me en els estudis de Ciències Ambientals per tal d'aportar el meu granet de sorra a la situació.

Malgrat la meua implicació, soc conscient que desviar el rumb dels esdeveniments i evitar la destrucció del planeta no és una cosa que es pugui fer individualment. Es necessari l'esforç de tots.

FONTS DOCUMENTALS

Audiovisual

ainiatecnologia. (2016, 18 abril). *PHBOTTLE develops a biodegradable material (PHB) by fermentation of food industry by-products* [Vídeo]. YouTube.

<<https://www.youtube.com/watch?v=0mGkACE6usM>> [Consulta: 14 novembre 2019]

Catalunya Ràdio. (2019, 8 febrer). *Els bioplàstics agafen empenta*. Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals. <<https://www.ccma.cat/catradio/alacarta/meteo-mauri/meteoambient/audio/1029502/>> [Consulta: 5 agost 2020]

EcologíaVerde. (2019, 25 juliol). *¿Qué son los PLÁSTICOS BIODEGRADABLES?* [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=WNyeQsbEnh8>> [Consulta: 19 desembre 2019]

FECYT ciencia. (2018, 12 desembre). *¿Contaminan menos los bioplásticos?* [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=sL5up3uNGtU&feature=youtu.be>> [Consulta: 22 agost 2020]

Generalitat de Catalunya - Departament de Territori i Sostenibilitat, Agència de Residus de Catalunya, SPORA, & Corominas, J. (2008). *La planta de compostatge* [Tríptic]. <http://residus.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/valoritzacio_reciclatge/instal·lacions_de_gestio/tractament_biologic/el_compostatge/planta_de_compostatge_es.pdf> [Consulta: 3 setembre 2020]

López, J. (2008b). *Bioplásticos: efectos e impactos sobre la gestión de los residuos de envases* [Diapositives]. DocPlayer. <<https://docplayer.es/88292464-Bioplasticos-efectos-e-impactos-sobre-la-gestion-de-los-residuos-de-envases.html>> [Consulta: 21 agost 2020]

NaturePlast. (2019b). *Présentation PowerPoint* [Diapositives]. <<https://natureplast.eu/wp-content/uploads/2019/05/190513-Presentation-Natureplast-English.pdf>> [Consulta: 18 novembre 2019]

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Sea Turtle Biologist. (2015, 10 agost). *Sea Turtle with Straw up its Nostril - «NO» TO PLASTIC STRAWS* [Vídeo]. YouTube.

<<https://www.youtube.com/watch?v=4wH878t78bw>> [Consulta: 19 abril 2020]

TVretorna. (2018, 13 juny). *[CONTAMINACIÓN PLÁSTICOS] Delta del Ebro, naturaleza repleta de latas y botellas abandonadas* [Vídeo]. YouTube.

<<https://www.youtube.com/watch?v=G7XfIDAVPm4&feature=youtu.be>> [Consulta: 29 juny 2020]

Documents científics

Agència de Residus de Catalunya. (2015, octubre). *La gestió de la fracció orgànica a Catalunya. Informe sobre la quantitat i qualitat de la FORM*.

<http://residus.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/recollida_selectiva/residus_municipals/materiaorganica_form_-_fv/jornades_estudis_i_enllacos/Compostarc_2015/taula_1/2015-10-14-Informe-qualitat-i-quantitat-de-la-RS-FORM.pdf> [Consulta: 3 setembre 2020]

Álvarez, L. (2016, desembre). *Bioplásticos: obtención y aplicaciones de polihidroxialcanoatos* (TFG). Universitat de Sevilla - Facultat de Farmàcia - Departament de Química Orgànica i Farmacèutica.

<<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/54517/BIOPL%C3%81STICOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 13 maig 2020]

Beltrán-Sanahuja, A., Casado-Coy, N., Simó-Cabrera, L., & Sanz-Lázaro, C. (2019, 19 desembre). Monitoring polymer degradation under different conditions in the marine environment. *Elsevier*.

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026974911933876X?via%3Dihub>> [Consulta: 15 juliol 2020]

García, S. (2009, gener). *Referencias históricas y evolución de los plásticos*. Universitat Politècnica de València - Facultat de Belles Arts - Departament d'escultura.

<<http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf>> [Consulta: 29 gener 2020]

Generalitat de Catalunya - Departament de Medi Ambient. (s. f.). *Gestió de residus municipals. Què és una planta de compostatge*. <<http://www.arc.cat/net/es/publicacions/pdf/agencia/compost.pdf>> [Consulta: 3 setembre 2020]

González, Y., Meza, J., González, O., & Córdova, J. (2012, novembre). *Síntesis y biodegradación de polihidroxialcanoatos: plásticos de origen microbiano*. Universitat de Guadalajara - Departament de Fusta, Cel·lulosa i Paper.

<<http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v29n1/v29n1a7.pdf>> [Consulta: 13 maig 2020]

Ibáñez, C., & Prat, N. (2020). El Delta de l'Ebre i el canvi global. *L'Agró Negre*, 38, 12-14. <<https://depana.org/comunicacio/argo-negre/>> [Consulta: 13 maig 2020]

López, J. (2008a). *Bioplásticos: efectos e impactos sobre la gestión de los envases*. Universitat Politècnica de Madrid - Càtedra Ecoembes.

<http://www.premioconama.org/conama9/download/files/JTs/5009_doc_JVL%F3pez.pdf> [Consulta: 21 agost 2020]

NaturePlast. (2019a, agost). *Portefeuille matières bioplastiques*.

<<http://natureplast.eu/wp-content/uploads/2019/08/190801-Portfolio-Mati%C3%A8res-FR.pdf>> [Consulta: 18 novembre 2019]

Núñez, M. (2019). *Planta de producción de ácido poliláctico (PLA) a partir de ácido láctico* (TFG). Universitat de Sevilla - Departament d'Enginyeria Química i Industrial.

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/91016/TFG-2571-NU%C3%83_EZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consulta: 17 agost 2020]

Recycling Of Used Plastics Limited & EcoEmbes. (2016). *Envases de plástico. Diseña para reciclar*. EcoEmbes.

<https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_publicaciones_empresas/guia-envases-de-plastico-disena-para-reciclar.pdf> [Consulta: 23 agost 2020]

Soretrac. (2012). *SoretracNews*.

<<http://www.soretrac.es/pdf/SoretracNews%20panaderias%202012.pdf>> [Consulta: 14 novembre 2019]

Universitat Politècnica de Madrid & EcoEmbes. (2019, setembre). *Proyecto de Análisis de Bioplásticos*.

<https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_estudios_idi/proyecto_bioplasticos_-_resumen_ejecutivo.pdf> [Consulta: 18 agost 2020]

Normativa Europea

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Comisión Europea. (2018, 16 gener). *Una estrategia europea para el plástico en una economía circular*. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52018DC0028>> [Consulta: 10 juny 2020]

Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea. (2019, 5 juny). *Directiva 2019/904 del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente*. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32019L0904>> [Consulta: 10 juny 2020]

Pàgines web

A. (2011, 18 octubre). *Danone utiliza bioplástico en sus yogures*. Renovables Verdes. <<https://www.renovablesverdes.com/danone-utiliza-bioplastico-en-sus-yogures/>> [Consulta: 28 novembre 2019]

ADBioplastics. (s. f.). *ADBioplastics*. <<https://adbioplastics.com/#about>> [Consulta: 12 octubre 2020]

AIMPLAS. (2016, 21 desembre). *Natureworks desarrolla bioplásticos a partir del almidón de maíz*. <<https://www.aimplas.es/blog/natureworks-desarrolla-bioplasticos-a-partir-del-almidon-de-maiz/#:%7E:text=Se%20trata%20de%20un%20revolucionario,almacena%20en%20forma%20de%20almid%C3%B3n>> [Consulta: 12 novembre 2019]

Alcalde, S. (2020, 6 març). *Crean un tipo de bioplástico fabricado a partir de desechos de pescado*. National Geographic - Ciencia. <https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/crean-tipo-bioplastico-fabricado-a-partir-desechos-pescado_14955> [Consulta: 26 abril 2020]

Amigos de la Tierra, Greenpeace, Retorna, Rezero, & Surfrider España. (2018, 26 juliol). *Los bioplásticos no solucionan la contaminación por plásticos*. Greenpeace España. <<https://es.greenpeace.org/es/noticias/los-bioplasticos-no-solucionan-la-contaminacion-por-plasticos/>> [Consulta: 3 novembre 2020]

Aristegui Maquinaria. (2019, 12 abril). *Identificación de los plásticos por sus códigos*. <<https://www.aristegui.info/identificacion-de-los-plasticos-por-sus-codigos/>> [Consulta: 17 desembre 2019]

· Bioplásticos, són la solució al problema del *littering*? ·

Arnold, C. (2017, 9 novembre). *¿Podría este gusano «devorador» de plástico ser la solución a la contaminación?* National Geographic - Ciencia.

<<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2017/04/podria-este-gusano-devorador-de-plastico-ser-la-solucion-la-contaminacion>> [Consulta: 1 octubre 2020]

Arriols, E. (2018, 12 març). *Qué son los bioplásticos y cómo se producen.*

EcologíaVerde. <<https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-bioplasticos-y-como-se-producen-1187.html>> [Consulta: 4 desembre 2019]

As Acción. (2019, 22 juny). *Un multimillonario noruego creará un barco gigante para acabar con la basura del mar.*

<https://as.com/deportes_accion/2019/06/21/mas_accion/1561119448_346322.html> [Consulta: 14 juny 2020]

Bio-on & Rivoira. (2018, 28 desembre). *Bio-on and Rivoira present ZEROPACK, bioplastic for food packaging of fruits and vegetables.* Bio-on.

<<http://www.bio-on.it/news2018.php?lin=spagnolo>> [Consulta: 23 novembre 2019]

Bioplásticos, un mercado en crecimiento. (2016, 2 setembre). Residuos Profesional.

<<https://www.residuosprofesional.com/crece-el-mercado-de-los-bioplasticos/>>

[Consulta: 16 febrer 2020]

British Plastics Federation. (2020). *A History of Plastics.*

<https://www.bpf.co.uk/plastipedia/plastics_history/Default.aspx> [Consulta: 29 gener 2020]

C., L. (2019, 23 juliol). *¿Qué tan «ecológico» es realmente el filamento PLA?*

3Dnatives. <<https://www.3dnatives.com/es/ecologico-realmente-filamento-pla-230720192/#>> [Consulta: 8 agost 2020]

Cajal, A. (2020, 30 abril). *¿De Dónde Proviene el Plástico? Historia y Tipos.* Lifeder.

<<https://www.lifeder.com/donde-proviene-plastico/#:%7E:text=El%20pl%C3%A1stico%20proviene%2C%20en%20su,que%20pa sa%20por%20las%20refiner%C3%ADas>> [Consulta: 29 gener 2020]

Castillo, B. (2018–2019). *Fabricación de bioplástico a base de fécula de maíz.*

ACADEMIA.

<https://www.academia.edu/38458849/fabricacion_de_bioplastico_a_base_de_fecula_de_maiz> [Consulta: 9 novembre 2019]

Cerrillo, A. & La Vanguardia. (2019, 26 setembre). *La subida del mar llegará a 1,1 metros en España a final de siglo en el peor escenario.*

<<https://www.lavanguardia.com/natural/cambio-climatico/20190926/47651621762/inigo-losada-nivel-del-mar-adaptacion.html>>

[Consulta: 28 juny 2020]

ChemicalSafetyFacts.org. (2020, 14 maig). *¿Qué es el poliestireno? | Usos, beneficios e información sobre la seguridad.*

<<https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/poliestireno/>> [Consulta: 21 gener 2020]

CIR62. (2018, 1 octubre). *Poliestireno expandido vs poliestireno extruido: Diferencias y aplicaciones.* <https://cir62.com/blog/26_diferencias-entre-poliestireno-expandido-y-poliestireno-extruido> [Consulta: 21 gener 2020]

Coca-Cola y Heinz crean alianza para expandir el uso del PlantBottle. (2011, 24 febrer). Énfasis Alimentación. <<http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/18769-coca-cola-y-heinz-crean-alianza-expandir-el-uso-del-plantbottle>> [Consulta: 20 novembre 2019]

Colaboradores de Wikipedia. (2020a, 31 octubre). *Bioplástico*. Wikipedia, la enciclopedia libre. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Biopl%C3%A1stico>> [Consulta: 8 agost 2020]

Colaboradores de Wikipedia. (2020b, desembre 17). *Plástico*. Wikipedia, la enciclopedia libre. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico>> [Consulta: 17 gener 2020]

Col·laboradors de Viquipèdia. (2020a, desembre 18). *Illa Henderson*. Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure. <https://ca.wikipedia.org/wiki/Illa_Henderson> [Consulta: 27 abril 2020]

Col·laboradors de Viquipèdia. (2020b, desembre 21). *Parc Natural del Delta de l'Ebre*. Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure.

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Parc_Natural_del_Delta_de_l%27Ebre> [Consulta: 29 juny 2020]

Comercial Avilés. (2019, 12 setembre). *Origen del plástico: ¿Cuál es su historia?* <<https://www.comercialaviles.com/blog/origen-del-plastico-cual-es-la-historia-de-este-material/>> [Consulta: 29 gener 2020]

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Como se hace el plástico, como se fabrica, se elabora y se obtiene. (s. f.). ¿Como se?
<<http://comose.net/como-se-hace-el-plastico/>> [Consulta: 1 febrer 2020]

Conoce el plástico PET, el plástico más utilizado del mundo. (2017, 27 juliol).
Arteplástica. <<https://arteplastica.es/el-plastico-pet-para-que-se-usa/>> [Consulta: 16 gener 2020]

Continúan los muestreos para retirar los plásticos del Delta de l'Ebre. (2019, 31 juliol).
La Vanguardia.
<<https://www.lavanguardia.com/local/tarragona/20190730/463789376013/continuan-muestreos-retirar-plasticos-delta-ebre.html>> [Consulta: 27 juliol 2020]

Copate. (s. f.). *Copate*. Consorci de Polítiques Ambientals de les Terres de l'Ebre.
<<https://www.copate.cat>> [Consulta: 14 juny 2020]

Coppini, M. (2019, 9 maig). *Consecuencias del uso de plástico en nuestra vida cotidiana*. Territorio Geoinnova. <https://geoinnova.org/blog-territorio/medioambiente-uso-de-plastico/?gclid=CjwKCAjwx9_4BRAHEiwApAt0zsFi7OGtrKVtlv8UVI5pwlr4reDkq1BVScL-1Aa-xjen9oB6SOUUexoCwF4QAvD_BwE> [Consulta: 2 abril 2020]

Cove. (s. f.). Cove. <<https://www.drinkcove.com/>> [Consulta: 23 novembre 2019]

Crónica Global Media. (2020, 23 setembre). *Los gusanos de seda son capaces de degradar plásticos resistentes*. Crónica Global.
<https://cronicaglobal.elespanol.com/vida/gusano-degrada-plastico_71897_102.html> [Consulta: 1 octubre 2020]

Daily, N. (2018, 24 maig). *¿Cómo afectan los residuos plásticos a los animales?*
National Geographic - Naturaleza.
<https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/como-afectan-residuos-plasticos-a-animales_12738/1> [Consulta: 20 abril 2020]

Díaz, H. (2020, 6 juliol). *Las bolsas de papel no son buenas sustitutas del plástico*.
Tendencias21. <https://tendencias21.levante-emv.com/las-bolsas-de-papel-no-son-buenas-sustitutas-del-plastico_a45874.html> [Consulta: 10 juliol 2020]

Diputació de Barcelona & Medi Ambient. (s. f.). *Menys plàstics, més vida*. Diputació de Barcelona. <<https://www.diba.cat/web/mediambient/menys-plastics-mes-vida>> [Consulta: 15 setembre 2020]

Duran, X. (2019, 7 juny). *Un adult pot ingerir fins a 120.000 microplàstics a l'any amb el menjar i l'aire*. Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals.

<<https://www.ccma.cat/324/un-adult-pot-ingerir-fins-a-120-000-microplastics-a-lany-amb-el-menjar-i-laire/noticia/2926822/>> [Consulta: 2 maig 2020]

EcuadorTV. (2019, 25 setembre). *¿De dónde viene el plástico?*

<https://www.ecuadortv.ec/tourism/noticias/enterate/plastico-origen-contaminacion-mundo?_cf_chl_jschl_tk_=65705aed43bb3ad66511b932ba5e7878062c4ab7-1601743053-0-AfKmJDrpEW62Iz9M8cyLaxcDhjcKNDHEeJ8qI2-x3hOBrmHbWrcqlwM6NAKMDbw7p-S9stYL2KRNYAp5VCOB5Y_nSaKSDLCquwiWpXIG3E6TnH7q6c7Bm5dloEYNgx3Wh3berGPGaD0kgw4cZTx3tmQk5JXnpd2rURHU7n2plTmwO-zxKs0s9FpoD1DBfn3U448NoYKa-4e3CYn9VH9_tIRltkYhkg_DtWz0caUg8rDi460S5YcA6mdzc1xi_uHlBerxlm5RdaHe6wALdpDiUNjULDZJ4-j3lw54ITXt6h1eOP9h0IIJYNXscGgruKkV8hxpvxKXCZwfqiWoBJGIhsTCC7Quqo6y88U0w3-MTZjWv6GwPayw0rQGQs01gR1Ob_KVITdRd2c-r7-foUtS4iDDPkODJEQJBi7TdpuAS> [Consulta: 22 gener 2020]

EDAFO. (2019). EDAFO. <<https://www.edafo.com/ca/1546-2/>> [Consulta: 28 febrer 2020]

El Ebro vierte al Mediterráneo 2.200 millones de microplásticos al año. (2019, 5 juliol).

Ecoavant. <https://www.ecoavant.com/actualidad/el-ebro-vierte-al-mediterraneo-2-200-millones-de-microplasticos-al-ano_4557_102.html> [Consulta: 6 febrer 2020]

El Periódico. (2020, 13 juliol). *Estrella Damm trenca amb les anelles de plàstic de les llaunes a la seva nova campanya*.

<<https://www.elperiodico.cat/ca/gent/20200711/damm-trenca-amb-les-anelles-de-plastic-de-les-seves-llaunes-8034944>> [Consulta: 30 juliol 2020]

El sistema SPI (Sociedad de Industrias de Plástico). (s. f.). Molí de la Vall Major.

<<https://www.molidelavallmajor.es/es/produccion-ecologica/el-reciclaje/sistema-de-codificacion-spi>> [Consulta: 14 gener 2020]

Enciclopèdia.cat. (s. f.). *Parc natural del Delta de l'Ebre*.

<<https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0021935.xml>> [Consulta: 29 juny 2020]

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Envases biodegradables, una alternativa real en la industria alimentaria. (2019, 8 agost). Hiperbaric Blog. <<http://blog.hiperbaric.com/envases-biodegradables-una-alternativa-real-en-la-industria-alimentaria>> [Consulta: 17 agost 2020]

E.S. Bank. (2019, 6 maig). *¿Ha llegado el momento de evitar el plástico? ¿Es la hora de invertir en bioplásticos?* Self Bank by Singular Bank. <<https://blog.selfbank.es/invertir-bioplasticos/amp/>> [Consulta: 8 agost 2020]

Espai Protegit. (s. f.). CdA Delta de l'Ebre. <<https://sites.google.com/site/cdadeltadelebre/espai-protegit>> [Consulta: 29 juny 2020]

Estela, M. (2020, 12 desembre). *Plástico.* Concepto.de. <<https://concepto.de/plastico/>> [Consulta: 17 gener 2020]

Estrada, P. (2019, 16 maig). *El plástico que contamina los océanos daña a una bacteria que nos ayuda a respirar.* Muy Interesante. <<https://www.muyinteresante.es/naturaleza/articulo/el-plastico-que-contamina-los-oceanos-dana-a-una-bacteria-que-nos-ayuda-a-respirar-361557997232>> [Consulta: 5 agost 2020]

EUROPA PRESS. (2020, 1 juny). *Adiós a las pajitas en 2021 y vasos para llevar de pago en 2023: esta será la Ley de Residuos.* El Comercio. <<https://www.elcomercio.es/panorama/en-verde/cafe-terras-cobrar-vaso-para-llevar-2023-botellas-plastico-reciclaran-aparte-20200601201057-nt.html>> [Consulta: 10 juny 2020]

European Bioplastics. (s. f.-a). *Applications for bioplastics.* <<https://www.european-bioplastics.org/market/applications-sectors/>> [Consulta: 22 agost 2020]

European Bioplastics. (s. f.-b). *What are bioplastics?* <<https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/>> [Consulta: 22 agost 2020]

European Commission, CORDIS, & Seventh Framework Programme. (2019, 1 agost). *New sustainable, functionalized and competitive PHB material based in fruit by-products getting advanced solutions for packaging and non-packaging applications.* <<https://cordis.europa.eu/project/id/280831>> [Consulta: 14 novembre 2019]

Farràs, L. (2019, 6 gener). *¿Son los bioplásticos la solución definitiva?* La Vanguardia - Natural. <<https://www.lavanguardia.com/natural/20190106/453930749441/bioplastico-contaminacion-biodegradable-solucion.html>> [Consulta: 27 agost 2020]

Ferrando, J. (2019, 30 juliol). *El PN del Delta de l'Ebre opta a formar part dels «caçadors de plàstics» l'any vinent* ~. EbreDigital.

<<https://ebredigital.cat/2019/07/30/el-pn-del-delta-de-lebre-opta-a-formar-part-dels-cacadors-de-plastics-lany-vinent/>> [Consulta: 26 juliol 2020]

Flórez, L. (2011, agost). *Bioplásticos, actualidad del mercado*. Tecnología del plástico.

<<https://www.plastico.com/temas/Bioplasticos,-actualidad-del-mercado+3083938?pagina=1>> [Consulta: 17 agost 2020]

Food Packaging Forum. (2017, 16 març). *Bioplásticos*.

<<https://www.foodpackagingforum.org/es/envasado-de-alimentos-y-salud/bioplasticos>> [Consulta: 17 agost 2020]

Freixa, E. (2020, 12 gener). *Plàstic a base de residus orgànics, el material clau de l'economia circular*. Ara. <https://www.ara.cat/societat/Plastic-organics-material-economia-circular_0_2379362102.html> [Consulta: 19 agost 2020]

Fuentes, L. (s. f.). *Obtencion de Almidon de Maiz*. Scribd.

<<https://es.scribd.com/doc/135309597/Obtencion-de-Almidon-de-Maiz>> [Consulta: 15 novembre 2019]

Galván, G. (2018, 29 novembre). *Los bioplásticos, ¿qué son? y para que sirven*.

Engimía. <<https://engimia.com/blog/los-bioplasticos-que-son-y-para-que-sirven>> [Consulta: 17 agost 2020]

García, A. (2015, gener). *“Otención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz”*. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA. <<https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf>>

[Consulta: 9 novembre 2019]

García, A. & Greenpeace. (2018, 29 octubre). *¿Cómo es la sopa de plásticos del Pacífico y quién la ha creado?* Greenpeace España.

<<https://es.greenpeace.org/es/noticias/como-es-la-sopa-de-plasticos-del-pacifico-y-quien-la-ha-creado/>> [Consulta: 27 abril 2020]

Gayá, J. (2018, 3 març). *Bioplásticos: un prefijo que confunde*. El Salto.

<<https://www.elsaltodiario.com/reciclaje/-que-son-como-funcionan-los-bioplasticos>> [Consulta: 7 setembre 2020]

Generalitat de Catalunya. (s. f.). *Delta de l'Ebre*. Generalitat de Catalunya - Parcs de Catalunya. <<http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/delta-ebre>> [Consulta: 29 juny 2020]

Gestores de Residuos. (2020, 22 agost). *Los plásticos ya están en los tejidos y órganos del ser humano, según un estudio.*

<<https://gestoresderesiduos.org/noticias/los-plasticos-ya-estan-en-los-tejidos-y-organos-del-ser-humano-segun-un-estudio>> [Consulta: 2 maig 2020]

Gibbens, S. (2018, 15 novembre). *What you need to know about plant-based plastics.* National Geographic - Environment.

<<https://www.nationalgeographic.com/environment/2018/11/are-bioplastics-made-from-plants-better-for-environment-ocean-plastic/>> [Consulta: 17 agost 2020]

Gómez, J. (2019, 9 desembre). *El mercado mundial de bioplásticos crecerá un 15%.*

MundoPlast. <<https://mundoplast.com/crecimiento-mercado-bioplasticos/>> [Consulta: 19 agost 2020]

Greenpeace. (s. f.). *¿Cómo llega el plástico a los océanos y qué sucede entonces?*

Greenpeace España. <<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/como-llega-el-plastico-a-los-oceanos-y-que-sucede-entonces/>> [Consulta: 14 abril 2020]

Greenpeace. (2020, 3 juliol). *Hoy, Día Internacional Libre de Bolsas de Plástico ¡y siempre!*

Greenpeace España. <<https://es.greenpeace.org/es/noticias/dia-internacional-libre-bolsas-de-plastico/>> [Consulta: 3 juliol 2020]

Guisado, J. (2019, 25 octubre). *Zeropack se prepara para comenzar a fabricar bioplástico.*

Alimarket.es. <<https://www.alimarket.es/envase/noticia/305203/zeropack-se-prepara-para-comenzar-a-fabricar-bioplastico>> [Consulta: 12 febrer 2020]

Jubedi, S.L. (s. f.). *Tipos de plásticos.* <<https://jubedi.com/comercializacion-de-plasticos/>>

[Consulta: 22 gener 2020]

Keefe, A. (2017, 9 novembre). *Esta fotografía desvela la descorazonadora realidad de nuestros océanos.* National Geographic - Fotografía.

<<https://www.nationalgeographic.es/fotografia/2017/09/esta-fotografia-desvela-la-descorazonadora-realidad-de-nuestros-oceanos>> [Consulta: 21 abril 2020]

La startup catalana Oimo crea un material biodegradable al mar amb les mateixes propietats que el plàstic tradicional. (2020, 5 juliol). ACCIÓ - Agència per la

Competitivitat de l'Empresa. <https://www.accio.gencat.cat/ca/accio/premsa-comunicacio/cercador-premsa-actualitat/article/20200507-Oimo> [Consulta: 29 agost 2020]

La Vanguardia. (2019, 31 juliol). *Continúan los muestreos para retirar los plásticos del Delta de l'Ebre*.

<<https://www.lavanguardia.com/local/tarragona/20190730/463789376013/continuan-muestreos-retirar-plasticos-delta-ebre.html?facet=amp>> [Consulta: 26 juliol 2020]

Latorre, E. (2019, 7 octubre). *“El mar és el gran abocador de la humanitat”*. Directa.

<<https://directa.cat/el-mar-es-el-gran-abocador-de-la-humanitat/>> [Consulta: 18 abril 2020]

Lu design. (2016, 2 març). *Cómo hacer bioplástico en casa ¡con cáscaras de fruta!*

Bioguia. <https://www.bioguia.com/ambiente/como-hacer-bioplastico-en-casa-con-cascaras-de-fruta_29282801.html> [Consulta: 9 novembre 2019]

M. (2012, 23 octubre). *Polihidroxiclcanoatos (PHA)*. Tecnología de los Plásticos.

<<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/10/polihidroxiclcanoatos-pha.html>> [Consulta: 20 agost 2020]

Madridejos, A. (2014, 1 maig). *Sopas de plástico*. El Periódico.

<<https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20140430/sopas-de-plastico-3262887>> [Consulta: 27 abril 2020]

Madridejos, A. (2017, 25 abril). *Unos gusanos se comen el plástico en tiempo récord*.

El Periódico. <<https://www.elperiodico.com/es/ciencia/20170424/gusanos-degradan-plastico-poliuretano-csic-5993887>> [Consulta: 1 octubre 2020]

Manjón, N. (2019, 29 juliol). *Plásticos biodegradables: qué son y tipos*. EcologíaVerde.

<<https://www.ecologiaverde.com/plasticos-biodegradables-que-son-y-tipos-1986.html>> [Consulta: 20 agost 2020]

Marine Litter Watch Month. Edició Hivern. Parcs naturals. Generalitat de Catalunya. (s. f.). Parcs naturals.

<http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/detalls/Activitat_Agenda/MLWM_H20#Horaris> [Consulta: 26 juliol 2020]

Martín, B. (2019, 6 setembre). *El viatge secret dels microplàstics al delta de l'Ebre*. El País.

<https://cat.elpais.com/cat/2019/08/19/ciencia/1566208396_161694.html> [Consulta: 1 juliol 2020]

Materials World. (2019, 24 desembre). *Tipos de poliestireno: características y usos*. El

blog de Materials World. <<https://www.mwmaterialsworld.com/blog/tipos-de-poliestireno/>> [Consulta: 21 gener 2020]

Mesa, C. (2019, 18 novembre). *Bioplástico a partir de residuos orgánicos, una solución española a la basura*. La Vanguardia.

<<https://www.lavanguardia.com/vida/20191118/471720036831/bioplastico-a-partir-de-residuos-organicos-una-solucion-espanola-a-la-basura.html?facet=amp>> [Consulta: 3 setembre 2020]

Nation. (2020, 11 agost). *Joven que está eliminando la basura de los océanos acaba de crear barcasas solares que limpian los ríos*. <https://nation.com.mx/ecologia/joven-que-esta-eliminando-la-basura-de-los-oceanos-acaba-de-crear-barcasas-solares-que-limpian-los-rios/?fbclid=IwAR3NjeavCrVxdIEy1rklgmMWungDpsETzJKcRtZ_AtS7O34QyeaLfkSPb8> [Consulta: 14 juny 2020]

NaturePlast. (2019, 20 març). *Bioplastique PHAs : Polyhydroxy alcanóates*. <<http://natureplast.eu/es/matiere/phas-polihidroxi-alcanóates/>> [Consulta: 17 agost 2020]

NaturePlast. (2020, 14 setembre). *PLA: ÁCIDO POLILÁCTICO*. <<http://natureplast.eu/es/matiere/pla-acido-polilactico/>> [Consulta: 17 agost 2020]

Nestlé y Danone se unen para fabricar botellas PET biobasadas. (2017, març). Tecnología del plástico. <<https://www.plastico.com/temas/Nestle-y-Danone-se-unen-para-fabricar-botellas-PET-biobasadas+118512>> [Consulta: 19 novembre 2019]

Origen del plástico y su desarrollo. (2017, 11 agost). Arteplástica. <<https://arteplastica.es/origen-del-plastico-desarrollo/>> [Consulta: 29 gener 2020]

Otto, C. (2018, 17 setembre). *La empresa española que utiliza bacterias para crear plástico biodegradable*. El Confidencial. <https://brands.elconfidencial.com/sociedad/2018-09-17/plastico-biodegradable-bacterias-mar-empresa-bra_1615892/> [Consulta: 20 setembre 2020]

Parker, L. (2018, 18 octubre). *Hallan microplásticos en el 90 por ciento de la sal de mesa*. National Geographic - Medio Ambiente. <<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/10/hallan-microplasticos-en-el-90-por-ciento-de-la-sal-de-mesa>> [Consulta: 2 maig 2020]

Pérez, P. (2020, 1 març). *Bioplásticos: solución o nuevo problema*. El Comercio. <https://www.elcomercio.es/panorama/en-verde/bioplasticos-solucion-nuevo-problema-ecologismo-reciclaje-biodegradable-compostable-cultivos-20200228205633-nt_amp.html> [Consulta: 17 agost 2020]

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Perspectivas de mercado de los bioplásticos. (2015, 13 octubre). AIMPLAS.
<<https://www.aimplas.es/blog/perspectivas-de-mercado-de-los-bioplasticos/>>
[Consulta: 19 agost 2020]

Petroplast. (2013). *Petroplast : Tubos flexibles de plástico para cosmética, lubricantes y bricolaje.* <<http://www.petroplast.es/>> [Consulta: 20 setembre 2020]

PHBottle. (s. f.). *New sustainable, functionalized and competitive PHB material based in fruit by-products getting advanced solutions for packaging and non-packaging applications.* <<http://www.phbottle.eu/>> [Consulta: 14 novembre 2019]

PLA, Ácido poliláctico: *El plástico respetuoso con el medio ambiente.* (s. f.).
Descubrearduino. <<https://descubrearduino.com/que-es-pla/>> [Consulta: 17 agost 2020]

PlasticsEurope. (2020a). *Cómo se fabrica el plástico.*
<<https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics/how-plastics-are-made>> [Consulta: 6 febrer 2020]

PlasticsEurope. (2020b). *Historia del plástico.*
<<https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics/history>> [Consulta: 29 gener 2020]

PlasticsEurope. (2020c). *¿Qué son los plásticos?*
<<https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics>> [Consulta: 16 gener 2020]

PoliAstur. (2017, 12 juny). *Diferencias entre poliestireno expandido y poliestireno extruido.* <<https://www.poliastur.es/poliestireno-expandido-y-poliestireno-extruido/>>
[Consulta: 21 gener 2020]

PolimerTecnica. (2016, 6 abril). *Origen del plástico.*
<<https://www.polimertecnica.com/origen-del-plastico/>> [Consulta: 29 gener 2020]

Pujals, J. (2020, 17 abril). *El Delta del Ebro necesita un plan para evitar desaparecer bajo las aguas.* Ecoavant. <https://www.ecoavant.com/medio-ambiente/reportatge-delta_4933_102.html> [Consulta: 8 juliol 2020]

R. (2019, 19 febrer). *Los bioplásticos no son la solución.* Esturirafi.
<<https://www.esturirafi.com/2019/02/los-bioplasticos-no-son-la-solucion.html>>
[Consulta: 9 setembre 2020]

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·

Rai Pintores. (2019, 3 abril). *Qué es y para qué sirve el poliestireno extruido*.

<<https://www.raipintores.com/blog/poliestireno-extruido>> [Consulta: 21 gener 2020]

Recollida de plàstics a la platja de la Barceloneta. (s. f.). Voluntariat Ambiental a

Catalunya. <<http://voluntariatambiental.cat/activitat/recollida-de-plastics-a-la-platja-de-la-barceloneta/>> [Consulta: 26 juliol 2020]

Redacció El Punt Avui. (2019, 31 juliol). *El 90% de la brossa al delta de l'Ebre són plàstics*. El Punt Avui. <<https://www.elpuntavui.cat/territori/article/11-mediambient/1644200-el-90-de-la-brossa-al-delta-de-l-ebre-son-plastics.html>>

[Consulta: 4 juliol 2020]

Redacción BBC Ciencia. (2017, 16 maig). *Por qué el lugar más contaminado del mundo es una isla remota y deshabitada en el Pacífico Sur*. BBC News Mundo.

<<https://www.bbc.com/mundo/noticias-39935836>> [Consulta: 27 abril 2020]

Redacción EFEverde. (2020, 17 agost). *El plástico ya está en los tejidos y órganos*

humanos. EFE: Verde. <<https://www.efeverde.com/noticias/plastico-tejidos-organos-humanos/>> [Consulta: 2 maig 2020]

Redacción Interempresas. (2018, 6 març). *El mercado internacional de bioplásticos crecerá un 20% en 5 años*. Canales sectoriales - Interempresas.

<<https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/210110-El-mercado-internacional-de-bioplasticos-crecera-un-20-por-ciento-en-5-anos.html>> [Consulta: 25 agost 2020]

RedacciónT21. (2016, 10 març). *Crean plástico renovable a partir de CO2 y desechos agrícolas*. Tendencias21. <https://tendencias21.levante-emv.com/crean-plastico-renovable-a-partir-de-co2-y-desechos-agricolas_a42215.html>

[Consulta: 26 agost 2020]

RedacciónT21. (2020a, 9 març). *El litoral mediterráneo está plastificado*.

Tendencias21. <https://tendencias21.levante-emv.com/el-litoral-mediterraneo-esta-plastificado_a45091.html> [Consulta: 30 juny 2020]

RedacciónT21. (2020b, 9 març). *Las aves marinas son atraídas por el olor del plástico en descomposición*. Tendencias21. <https://tendencias21.levante-emv.com/las-aves-marinas-son-atraidas-por-el-olor-del-plastico-en-descomposicion_a43421.html>

[Consulta: 19 abril 2020]

Redondo, M. (2020, 17 maig). *La gran mentira del reciclaje y los envases biodegradables: por qué no es suficiente*. Hipertextual.

<<https://hipertextual.com/2020/05/reciclaje-biodegradables-plastico/amp>> [Consulta: 2 maig 2020]

Riu, J. G. (2020, 4 febrer). *Del residu orgànic al bioplàstic*. L'Econòmic. <<https://www.leconomic.cat/article/1734284-del-residu-organic-al-bioplástico.html>> [Consulta: 27 setembre 2020]

Rodríguez, H. (2019, 6 març). *Los bioplásticos sostenibles podrían estar a la vuelta de la esquina*. National Geographic - Ciencia. <https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/bioplásticos-sostenibles-podrian-estar-a-vuelta-esquina_13761> [Consulta: 19 agost 2020]

Romero, I. (2018, 18 abril). *No más plásticos en el mar... ni en tu estómago: 5 acciones para reducir estos desechos*. CNN. <<https://cnnespanol.cnn.com/video/plastico-consejos-reducir-oceano-contaminacion-desechos-basura-reciclaje-peces-digital-pkg/>> [Consulta: 2 maig 2020]

Romero, S. (2018, 6 abril). *Ingerimos 114 microplásticos en cada comida*. Muy Interesante. <<https://www.muyinteresante.es/salud/articulo/ingerimos-114-microplásticos-en-cada-comida-591523005560>> [Consulta: 2 maig 2020]

Sánchez, E. & El País. (2020, 2 novembre). *La adaptación de vecinos, agricultores, empresarios y autoridades de seis zonas de España que sufrirán inundaciones provocadas por el cambio climático si no se toman medidas*. <<https://elpais.com/sociedad/2020-11-01/amenazados-por-la-subida-del-mar.html>> [Consulta: 30 novembre 2020]

Sánchez, J. (2018a, 23 abril). *Cuánto tarda en degradarse el plástico biodegradable*. EcologíaVerde. <<https://www.ecologiaverde.com/cuanto-tarda-en-degradarse-el-plástico-biodegradable-1272.html?amp=1>> [Consulta: 17 agost 2020]

Sánchez, J. (2018b, 6 setembre). *Cómo hacer plástico biodegradable con maicena*. EcologíaVerde. <<https://www.ecologiaverde.com/como-hacer-plástico-biodegradable-con-maicena-1535.html>> [Consulta: 9 novembre 2019]

Setmanari l'Ebre. (2019, 1 juliol). *El plàstic, l'element més present a la brossa marina dins el Parc Natural del Delta de l'Ebre*. <<https://www.setmanarilebre.cat/noticia/103692/el-plástico-lelement-mes-present-a-la-brossa-marina-dins-el-parc-natural-del-delta-de-lebre>> [Consulta: 29 juny 2020]

Solans, X., Gadea, E., & Mansilla, A. (2008). *Residuos sólidos urbanos: riesgos laborales en plantas de compostaje (I)*. Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball. <<https://www.insst.es/documents/94886/327401/NTP-805+web.pdf/2c9659c0-0887-4fbe-85c3-8b64c05de49b>> [Consulta: 1 setembre 2020]

SPGroup. (s. f.). *Conoce cuáles son y para qué sirven los códigos de identificación de los plásticos*. <<https://www.spg-pack.com/blog/codigos-identificacion-plasticos/>> [Consulta: 17 desembre 2019]

Surfer Rule. (2020, 5 febrer). *Luces y sombras de los bioplásticos*. <<https://www.surferrule.com/luces-y-sombras-de-los-bioplásticos/>> [Consulta: 26 agost 2020]

Tendencias 21. (2017, 26 abril). *Descubren casualmente que los gusanos de la cera degradan el plástico*. Tendencias 21 - Ciencia, tecnología, sociedad y cultura. <https://www.tendencias21.es/Descubren-casualmente-que-los-gusanos-de-la-cera-degradan-el-plastico_a43903.html> [Consulta: 1 octubre 2020]

The Coca-Cola Company. (2018, 4 abril). *Honest Bio - Nueva gama de café y té ecológico*. Coca-Cola España. <<https://www.cocacolaespana.es/sostenibilidad/en-nuestros-productos/honest-te-cafe-ecologico-listo-tomar>> [Consulta: 8 setembre 2020]

The Coca-Cola Company. (2019a, 28 gener). *PlantBottle: Envases 30% vegetales*. Coca-Cola España. <<https://www.cocacolaespana.es/sostenibilidad/medioambiente/envases/plant-bottle-sostenibilidad-envases>> [Consulta: 15 novembre 2019]

The Coca-Cola Company. (2019b, 5 desembre). *What is PlantBottle packaging?* The Coca-Cola Organization. <<https://www.coca-colacompany.com/faqs/what-is-plantbottle-packaging>> [Consulta: 15 novembre 2019]

The largest Cleanup in history. (2020). The Ocean Cleanup. <https://theoceancleanup.com/?gclid=Cj0KCQjwv7L6BRDxARIsAGj-34p5Zqb-H5MjVhij6JBtBFC6_hVbvXFYDPNV04xxVNXe3z0MkdGKORcaAnzNEALw_wcB> [Consulta: 14 juny 2020]

Trabucchi, M. (2019, 5 desembre). *Las 7 islas de plástico más grandes del mundo*. GQ. <<https://www.revistagg.com/noticias/articulo/7-islas-de-plastico-mas-grandes-del-mundo>> [Consulta: 27 abril 2020]

TV3. (2018, 5 juny). *Com puc reduir la contaminació per plàstics?* Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals. <<https://www.ccma.cat/tv3/com-puc-reduir-la-contaminacio-per-plastics/noticia/2859576/>> [Consulta: 12 setembre 2020]

UPI. (2018, 19 gener). *Un cangrejo ermitaño usa una tapa de botella rota como caparazón*. UPI español. <<https://espanol.upi.com/Curiosidades/2018/01/19/Un-cangrejo-ermitao-usa-una-tapa-de-botella-rota-como-caparazn/9091516407031/>> [Consulta: 19 abril 2020]

Upsocl. (2016, 15 setembre). *Cangrejos de todo el mundo están usando nuestra basura como caparazón*. <<http://www.upsocl.com/verde/cangrejos-de-todo-el-mundo-estan-usando-nuestra-basura-como-caparazon/>> [Consulta: 19 abril 2020]

Villén, M. (2019, 19 març). *Plásticos reciclables, biodegradables, compostables ¿qué son?* Blog Conasi. <<https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/consejos-de-salud-consejos-de-salud/plasticos-reciclables-biodegradables/>> [Consulta: 30 novembre 2019]

Vivir Sin Plástico. (2015, 20 desembre). *Plásticos biodegradables*. <<https://vivirsinplastico.com/plasticos-biodegradables/>> [Consulta: 13 desembre 2019]

Waggner, C. (2014, 11 juny). *Bioplásticos*. Food Packaging Forum. <<https://www.foodpackagingforum.org/es/envasado-de-alimentos-y-salud/bioplasticos>> [Consulta: 17 agost 2020]

Revistes científiques

Treat, J., Williams, R., Archibald, T., Parker, L., & Thiessen, M. (2018, juny). *Un mar de plástico*. *National Geographic*, 8-51. <<https://www.nationalgeographic.com.es/>> [Consulta: 23 desembre 2019]

· Bioplàstics, són la solució al problema del *littering*? ·