

MAEP C

XVII Edición
2023 / 2024

**Máster
Universitario
en Alta
Especialización
en Plásticos
y Caucho**

UIMP Universidad Internacional
Menéndez Pelayo

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Empresas colaboradoras:



PlasticsEurope
Productores de Materiales Plásticos



Información

Secretaría de Estudiantes UIMP
C/ Isaac Peral, 23
28040 Madrid
91 592 06 00 / 06 20
alumnos.posgrado@uimp.es
www.uimp.es

Programa Oficial de Posgrado
adaptado al EEES

Plazo de preinscripción ordinario:
del 3 de marzo al 8 de junio de 2023
(hasta las 12:00 horas de Madrid).

Resolución de admisión:
hasta el 19 de junio de 2023

Reclamaciones:
en los dos días siguientes a la publicación de
la resolución de admisión.

Resolución definitiva de admisión:
al día siguiente de finalizar el periodo de
reclamación.

**Consultas relacionadas con preinscripción
y admisión:** preinscripcion.posgrado@uimp.es

Plazo de formalización de matrícula:
a partir del 27 de junio de 2023, en los 10 días
naturales a contar desde la recepción de la
notificación de admisión.

Plazo de entrega de documentación:
desde el momento de formalización de la
matrícula hasta las dos primeras semanas de
curso.

**Consultas relativas a matriculación y otros
trámites relacionados con estudios de
posgrado:** alumnos.posgrado@uimp.es

Lugar de celebración

Instituto de Ciencia y Tecnología
de Polímeros, CSIC
C/ Juan de la Cierva, 3
28006 Madrid, España

MAEPC

XVI Edición 2023 / 2024

Máster Universitario en Alta Especialización en Plásticos y Caucho

Programa Oficial de Posgrado adaptado al EEES

Plazo de preinscripción ordinario:
del 3 de marzo al 8 de junio de 2023
(hasta las 12:00 horas de Madrid).

Resolución de admisión:
hasta el 19 de junio de 2023

Reclamaciones:
en los dos días siguientes a la publicación de
la resolución de admisión.

Resolución definitiva de admisión:
al día siguiente de finalizar el periodo de
reclamación.

**Consultas relacionadas con preinscripción
y admisión:**
preinscripcion.posgrado@uimp.es

Plazo de formalización de matrícula:
a partir del 27 de junio de 2023, en los 10
días naturales a contar desde la recepción de
la notificación de admisión.

Plazo de entrega de documentación:
desde el momento de formalización de la
matrícula hasta las dos primeras semanas de
curso.

**Consultas relativas a matriculación y otros
trámites relacionados con estudios de
posgrado:** alumnos.posgrado@uimp.es

Lugar de celebración

Instituto de Ciencia y Tecnología
de Polímeros, CSIC
C/ Juan de la Cierva, 3
28006 Madrid, España



Empresas colaboradoras:



Información

Secretaría de Estudiantes UIMP
C/ Isaac Peral, 23
28040 Madrid
91 592 06 00 / 06 20
alumnos.posgrado@uimp.es
www.uimp.es



Publicación del Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros
Edita Asociación para el Fomento de la Ciencia y de la Técnica

Ilustración CONTRAPORTADA



La Revista de Plásticos Modernos es la más antigua del sector en España. Se edita ininterrumpidamente desde 1950. Los mejores expertos nacionales e internacionales de las empresas así como de las instituciones públicas de I+D+I, apoyadas por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ponen a disposición de su empresa las últimas novedades e investigaciones aplicadas a la industria.

Revista de Plásticos Modernos publica artículos originales y traducciones de algunas revistas internacionales del sector. Los autores son responsables de las opiniones por ellos emitidas. Queda prohibida la reproducción de cualquier trabajo sin previa autorización.

RPMOAM 123 (787) 1-51-ISSN 0034-8708

DEPÓSITO LEGAL: 866-1958

Publicación mensual de contenido especial
(R.D. 3471/77)

Producción: PGM www.pgmultimedia.es

Martín Machio, 42 Tel.: 659 79 2000

5	Artículos
33	Información Empresas
39	Nuevos Materiales
41	Maquinaria, Periféricos
47	Ferias, exposiciones, conferencias
49	Ofertas y Demandas
52	Anuncios Clasificados

Anunciantes

MAEPC
SUSPLAST
FAB3D
AIMPLAS
ALIMATIC
HUSYCA
GRAFE
ELASTÓMEROS
3D FUPOL
CARACTERIZACIÓN
Digital.CSIC

3D

Funcionalización de Polímeros (FUPOL) group



Staff

Director
Daniel López García

Coordinadora General
Gema Rodríguez Crespo
rpm@ictp.csic.es / Tel. 91 562 29 00 - Ext. 443109

Jefa de Redacción
Nuria García García
ngarcía@ictp.csic.es / 91 562 29 00 - Ext. 443253

Comité de Redacción
Daniel López García
Nuria García García
Rosario Rodríguez Basalo
Marta Fernández García
Juan Rodríguez Hernández
María Luisa Cerrada García
Juan López Valentín
Rebeca Hernández Velasco

Coordinadoras del número
Rebeca Hernández Velasco
Laura Peponi

Redacción
Rosario Rodríguez Basalo
rosarb@ictp.csic.es / Tel. 91 562 29 00 - Ext. 443116

Oferta Tecnológica
Alvaro González Gómez
algomez@ictp.csic.es / Tel. 91 562 29 00 - Ext. 443113

Diseño y comunicación
Victoria Sánchez Pérez
victoria@ictp.csic.es / Tel. 91 562 29 00 - Ext. 443111

Publicidad

Coordinadora de publicidad
Victoria Sánchez Pérez
victoria@ictp.csic.es
Tel. 91 562 29 00 - Ext. 443111
Fax. 34 91 564 48 53

MADRID
Marian García
Tél. 630410848
publicidad.rpm@gmail.com

ALEMANIA, AUSTRIA, SUIZA Y BENELUX
Lerner MEDIA CONSULTING
Spechbacher str. 9, DE-74931 Lobbach
Tfno. 496226971515 / Fax. 496226971516
Movil: 491718379188
lerner-media@t-online.de

Bd

La RPM está referenciada en las Bases de datos:

ICYT (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)
<http://bddoc.csic.es:8080/>
Chemical Abstracts
<http://www.cas.org/index.html>
Scopus (Grupo Elsevier)
<http://info.scopus.com>
Latindex (Sistema regional de información para Iberoamérica)
<http://www.latindex.org>
Dialnet (Universidad de la Rioja)
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=2271>
Chemical Business NewsBase (CBNB)
<http://www.elsevier.com>

Suscripciones

Suscripción anual (11 núms.)
30 € + IVA

Las suscripciones a esta Revista se consideran renovadas automáticamente si 30 días antes de su caducidad no recibimos orden en contra del interesado.

Grupo

Elastómeros

¿QUIERE REALIZAR UN PROYECTO DE I+D+i ?

¿NECESITA ASESORAMIENTO O ASISTENCIA CIENTÍFICO-TÉCNICA EN EL CAMPO DE LOS ELASTÓMEROS?

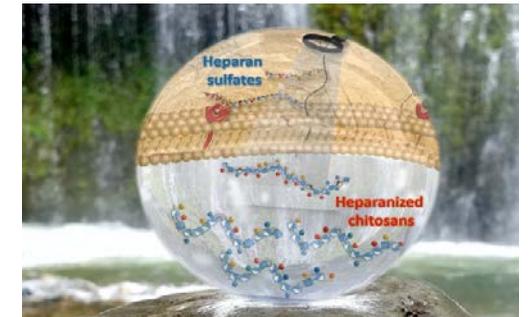
El Grupo de Elastómeros del ICTP puede ayudar a hacer posible que su empresa lleve a cabo ese proyecto de I+D+i que tiene en mente o simplemente brindarle apoyo tecnológico para resolver ese problema que le ha surgido. Para ello ponemos a su disposición toda nuestra experiencia en el diseño y desarrollo de elastómeros para aplicaciones industriales concretas. Visite nuestra web y decida Ud. mismo en que podemos ayudarle.

www.elastomeros.ictp.csic.es/

grupo elastómeros

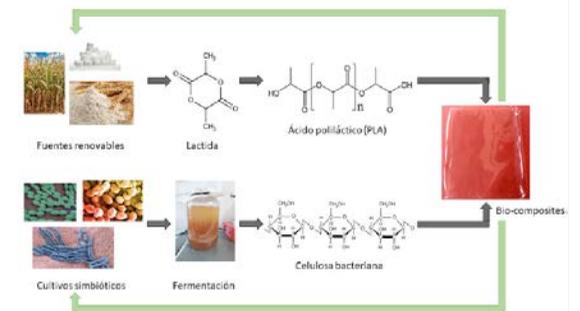


5 Quitosanos sulfatados. De sus propiedades estructurales a sus actividades biológicas



13 Biodegradación en compostaje de materiales biobasados y productos sanitarios

21 Composites biobasados y biodegradables: propiedades y aplicaciones



27 El almidón termoprocesado como sustituto renovable y biodegradable a los envases tradicionales



Dosificadores mezcladores gravimétricos desde 25 a 2.200 Kgs./h. según modelo. Desde 2 a 12 materiales



Instalación en planta de extrusión

Programa para el control
y registro de mezclas y
consumo de materiales

ALIMATIC, S.L.

C/. Andorra, 19 B y C
08830 SANT BOI DE LLOBREGAT (Barcelona) SPAIN
Tel. +34 93 652 56 80 - Fax +34 93 652 56 86
e-mail: alimatic@alimatic.com

Quitosanos sulfatados. De sus propiedades estructurales a sus actividades biológicas

Autores: Eduardo García-Junceda, Agatha Bastida, Julia Revuelta*, Alfonso Fernández-Mayoralas.

Instituto de Química Orgánica General, IQOG-CSIC, c/Juan de la Cierva 3, 28006 Madrid.

*julia.revuelta@iqog.csic.es



Resumen

El quitosano es un polisacárido semisintético derivado de la quitina, el segundo biopolímero más abundante en la naturaleza. Entre sus numerosas propiedades el quitosano es biodegradable, biocompatible y no tóxico y, además, presenta actividades biológicas muy variadas (analgésica, antitumoral, antimicrobiana, antiviral, antiinflamatoria, etc). La funcionalización del quitosano es un área de investigación emergente en el diseño de soluciones para una amplia gama de aplicaciones biomédicas. En particular, la modificación del quitosano con grupos sulfato ha generado un gran interés debido a que dicha modificación proporciona nuevas y atractivas propiedades físico-químicas en comparación al quitosano de partida, así como interesantes propiedades farmacológicas y actividades biológicas. Esta revisión pretende abordar los llamados quitosanos heparanizados, una familia muy interesante de polisacáridos que han demostrado la capacidad de imitar a los sulfatos de heparano y heparina como ligandos de dife-

rentes proteínas, ejerciendo así su actividad biológica que imita la función biológica de estos glicosaminoglicanos.

Palabras clave: Quitina, quitosano, quitosano sulfatado, miméticos de sulfato de heparano, polímeros, biomateriales.

Abstract

Chitosan is a semisynthetic polysaccharide derived from chitin, the second most abundant biopolymer in nature. Among the many properties of chitosan is that it is biodegradable, biocompatible and non-toxic, and also has varied biological activities (analgesic antitumoral, antimicrobial, antiviral, anti-inflammatory, etc.). Functionalization of chitosan is an emerging research area for developing solutions for a wide range of biomedical applications. In particular, the modification of chitosan with sulfate groups has attracted considerable interest, as this modification offers new and attractive physicochemical properties as well as interesting pharmacological

properties and biological activities compared to the parent chitosan. This review deals with the so-called heparanized chitosans, a very interesting family of polysaccharides that have shown the ability to mimic heparan and heparin sulfates as ligands for various proteins, thus exerting their biological activity that mimics the function of these glycosaminoglycans.

Keywords: Chitin, chitosan, chitosan sulfate, heparan sulfate mimics, polymers, biomaterials.

Introducción

Los biopolímeros, en particular los polisacáridos, se presentan como una alternativa prometedora para sustituir los polímeros obtenidos a partir del petróleo. Entre estos polisacáridos, la quitina ha sido identificada recientemente como una materia prima útil con un alto valor añadido en términos medioambientales, técnicos y económicos. La quitina es un homopolímero lineal compuesto

CÁMARAS
HUSILLOS
CÁMARAS Y HUSILLOS DOBLES PARALELOS
CÁMARA BIMETÁLICA
PUNTAS CASQUILLOS BOQUILLAS CULATAS COLUMNAS

TECNOLOGÍA Y PRECISIÓN
HUSYCA

Polígono CAN HUMET DE DALT
Pasaje Pintor Miró, 8D nave 4
08213 POLINYÀ (Barcelona)

Tel. 937 133 799
Fax 937 133 791
husyca@husyca.com
www.husyca.com

por unidades de *N*-acetil-D-glucosamina unidas por enlaces glicosídicos $\beta(1-4)$ y es el segundo polímero natural más abundante en la naturaleza después de la celulosa, con una producción de unos 100 mil millones de toneladas por año. El nombre "quitina" proviene de la palabra griega "chiton", que significa "cota de malla" y aparentemente este término fue utilizado por primera vez por Odier en 1823, aunque Braconnot fue el primero en describir y aislar con éxito la quitina en 1811 [1]. La quitina se encuentra ampliamente distribuida entre los seres vivos, especialmente en artrópodos invertebrados como crustáceos o insectos formando su exoesqueleto, aunque también se presenta como parte de las paredes celulares de hongos y algunas algas. Una característica que diferencia a la quitina de la mayoría de las demás formas de biomasa, como la celulosa, es que contiene nitrógeno en su estructura, lo que le confiere un altísimo interés para la industria farmacéutica. Sin embargo, la quitina tiene pocas aplicaciones

industriales debido a su insolubilidad en disolventes comunes y se utiliza principalmente como materia prima para la producción de derivados como la D-glucosamina y el quitosano (CS) [2].

El quitosano fue descubierto por Rouget en 1859 cuando observó que la quitina hirviendo en soluciones que contenían altos niveles de hidróxido de potasio producía lo que él llamó una "quitina modificada" que se volvía soluble en ácidos orgánicos. Más tarde, en 1894, fue Hoppe-Seyler quien denominó a esta sustancia como quitosano [1]. El quitosano se obtiene por desacetilación parcial de la quitina en estado sólido (**Figura 1**). El grado de acetilación (DA), que refleja la relación entre el contenido de residuos de *N*-acetil-D-glucosamina y el número total de unidades, distingue a la quitina del quitosano [3]. Para ser considerado "quitosano", la quitina debe estar desacetilada al menos en un 50% y, por lo tanto, contener al menos un 50% de residuos de D-glucosamina [4]. La presencia de grupos

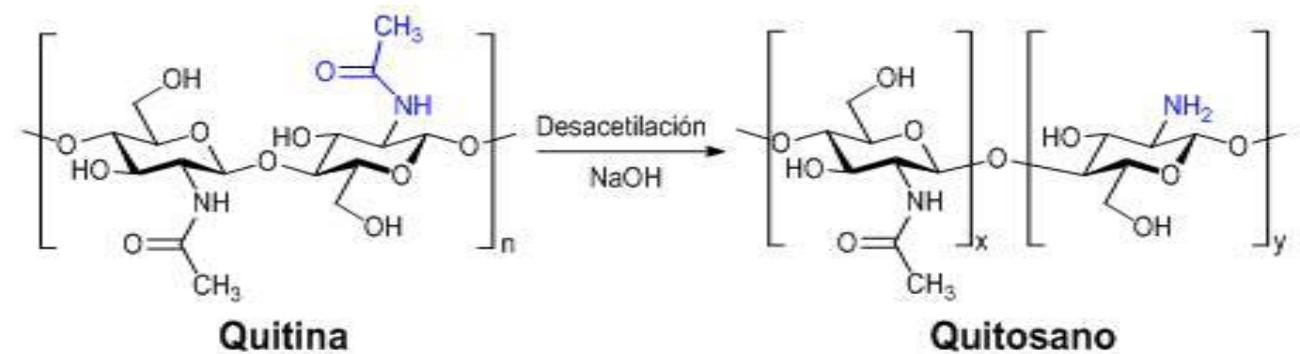


Figura 1. Conversión química de quitina a quitosano.

amino en la estructura del quitosano le da a este polímero muchas propiedades especiales. Por un lado, los grupos amino de los residuos de D-glucosamina confieren solubilidad al quitosano en soluciones diluidas de ácidos en medio acuoso (pH entre 2 y 6) cuando se protonan. Cuando los grupos amino están protonados, el quitosano se convierte en un polication que puede formar complejos iónicos con varias especies aniónicas, mientras que a valores de pH más altos también forma complejos de manera eficiente con varias especies debido a la presencia de grupos amino. Finalmente, las funciones amino y alcohol del quitosano permiten modificaciones estructurales y funcionalizaciones versátiles para ampliar aún más el alcance de sus aplicaciones.

El interés que ha despertado el quitosano debido a su abundancia y sostenibilidad, ha propiciado el descubrimiento de una amplia variedad de actividades biológicas, incluyendo propiedades analgésicas, antitumorales, antiinflamatorias y antimicrobianas (**Figura 2**) [5]. De hecho, algunos productos basados en quitosano ya están en el mercado como, por ejemplo, vendajes de heridas (Axiostal®, ChitoGauze®Pro) o apósitos cicatrizantes con efecto antibacteriano (Chitoderm® plus, Kytocel®).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el término "quitosano" abarca un amplio grupo de compuestos químicos estructural-

mente diferentes, que no solo pueden poseer diferentes actividades biológicas, sino que también tienen diferentes características, como la no toxicidad, biodegradabilidad y/o absorción ya que es un biopolímero random, al estar las unidades de *N*-acetil-D-glucosamina y D-glucosamina distribuidas aleatoriamente [6].

Los quitosanos de "primera generación" del pasado eran mezclas bastante mal definidas, formadas por polímeros de pureza y composición variables con aplicación para ser utilizados únicamente como biomaterial. Sin embargo, los quitosanos de "segunda generación" actuales son polisacáridos mejor definidos en términos de sus grados de polimerización y acetilación, y cada vez más sostenibles para el desarrollo de productos confiables debido a que las relaciones estructura-función son cada vez más conocidas. Actualmente se avanza hacia los quitosanos de "tercera generación" que estarán aún más definidos en términos de sus propiedades y funcionalidades, con actividades biológicas determinadas y mecanismos de acción celulares conocidos que permitirán un mayor refinamiento de los productos y la creación de nuevas oportunidades para su uso (**Figura 3**) [7].

Además, dada la presencia de distintos grupos funcionales, los quitosanos pueden ser modificados estructural y funcionalmente lo que permite diseñar soluciones para una am-

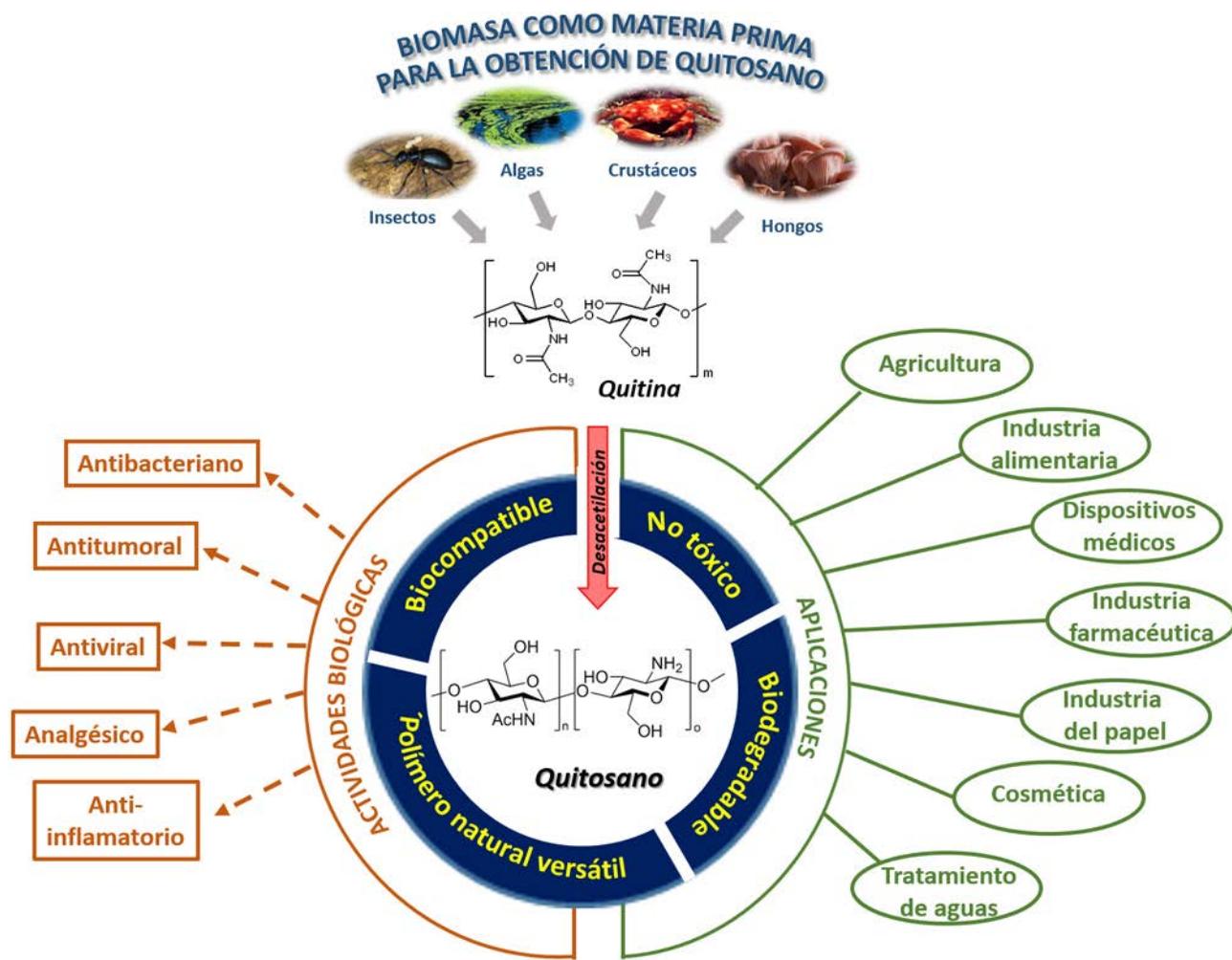


Figura 2. Estructura química, fuentes naturales, propiedades, actividades y aplicaciones del quitosano. Reproducido de la referencia [5].

plia gama de aplicaciones biomédicas y tecnológicas. En este sentido, la modificación del quitosano con grupos sulfato proporciona nuevas y atractivas propiedades fisicoquímicas en comparación con el quitosano de partida. Los polisacáridos sulfatados, tanto naturales como sintéticos, han despertado un gran interés debido a su amplia gama de aplicaciones en el ámbito biomédico. Esta clase de biopolímeros funcionales se caracteriza por su estructura química, propiedades físicas y biológicas, que les permite interactuar selectivamente con moléculas biológicas es-

pecíficas, tales como proteínas, células, virus y bacterias, lo que resulta en una serie de aplicaciones prácticas, tales como su uso como biomateriales, agentes terapéuticos y aditivos alimentarios, entre otros [8]. Dadas las analogías estructurales con la heparina y los sulfatos de heparano (HS), los quitosano sulfatados (S-CS) pueden mimetizar las funciones biológicas de estos importantes glicosaminoglicanos. Así, estos "quitosanos hepara(i)izados han mostrado actividad anticoagulante, capacidad de mimetizar a los sulfatos de heparano como ligandos de dife-

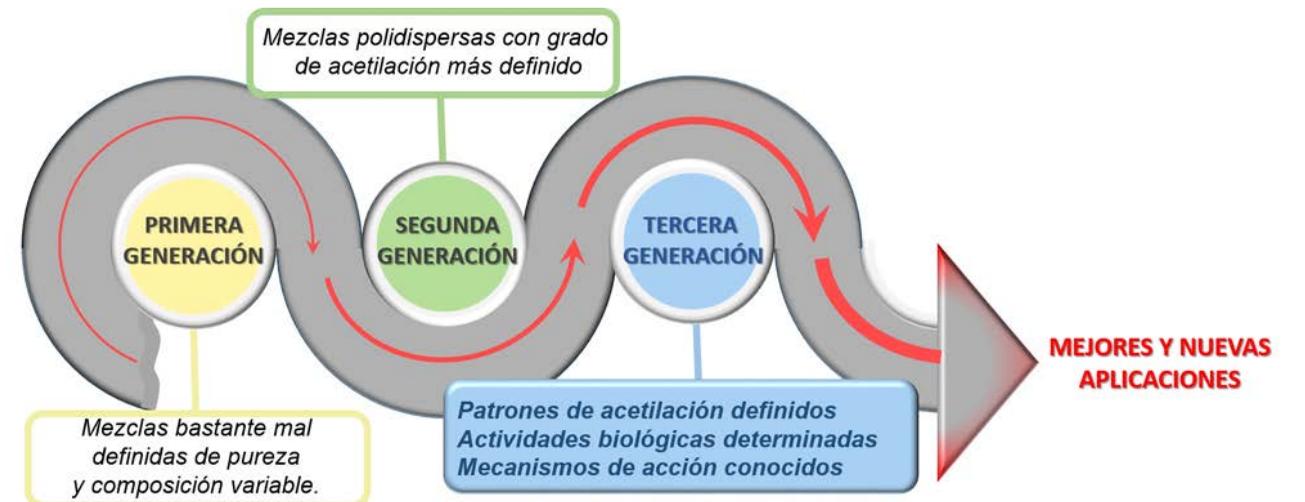


Figura 3. Las tres generaciones de biopolímeros de quitosano. Reproducido de la referencia [5].

rentes factores de crecimiento y son capaces de promover la división y diferenciación de células neurales [9] (**Figura 4**).

A pesar de sus interesantes actividades terapéuticas, el desarrollo de fármacos a base de sulfatos de heparano se ha visto muy limitado debido a la escasa disponibilidad de sulfatos de heparano estructuralmente homogéneos a partir de fuentes naturales y de lo difícil y costoso de su síntesis química [10,11]. Por el contrario, la disponibilidad y el bajo costo del quitosano y la facilidad de su modificación química, incluida su sulfatación, pueden compensar los inconvenientes derivados de trabajar con sulfatos de heparano. En este contexto, cabe señalar que el desarrollo de quitosanos sulfatados o heparanizados abarca varios campos de investigación (**Figura 5**).

Así, la preparación de miméticos de sulfato de heparano utilizando quitosano no implica solo la sulfatación específica del quitosano, sino también el control de su estructura macromolecular ya que su capacidad de mimetizar las funciones de los sulfato de heparano va a

estar estrechamente ligada a las propiedades químicas y estructurales de los quitosano sulfatados [12].

Determinantes estructurales de la actividad de los sulfatos de quitosano como miméticos de sulfatos de heparano

Los sulfatos de heparano son polisacáridos lineales compuestos por subunidades alternas de *N*-glucosamina (GlcN) y ácidos urónicos (ya sea *D*-glucurónico, GlcA, o ácido *L*-idurónico, IdoA) unidas mediante enlaces 1→4 glicosídicos y que, además, pueden estar sulfatados en diferentes posiciones. Su biosíntesis es un proceso complejo de varios pasos que se produce a través de la polimerización de residuos GlcA y GlcNAc y la posterior modificación de la unidad disacáridica repetitiva [13]. Estas modificaciones incluyen la *N*-desacetilación/*N*-sulfatación parcial de los residuos GlcNAc seguida de la epimerización de la GlcA a ácido idurónico y, finalmente, la *O*-sulfatación en varias posiciones. A pesar de la aparente aleatoriedad de estas modifica-

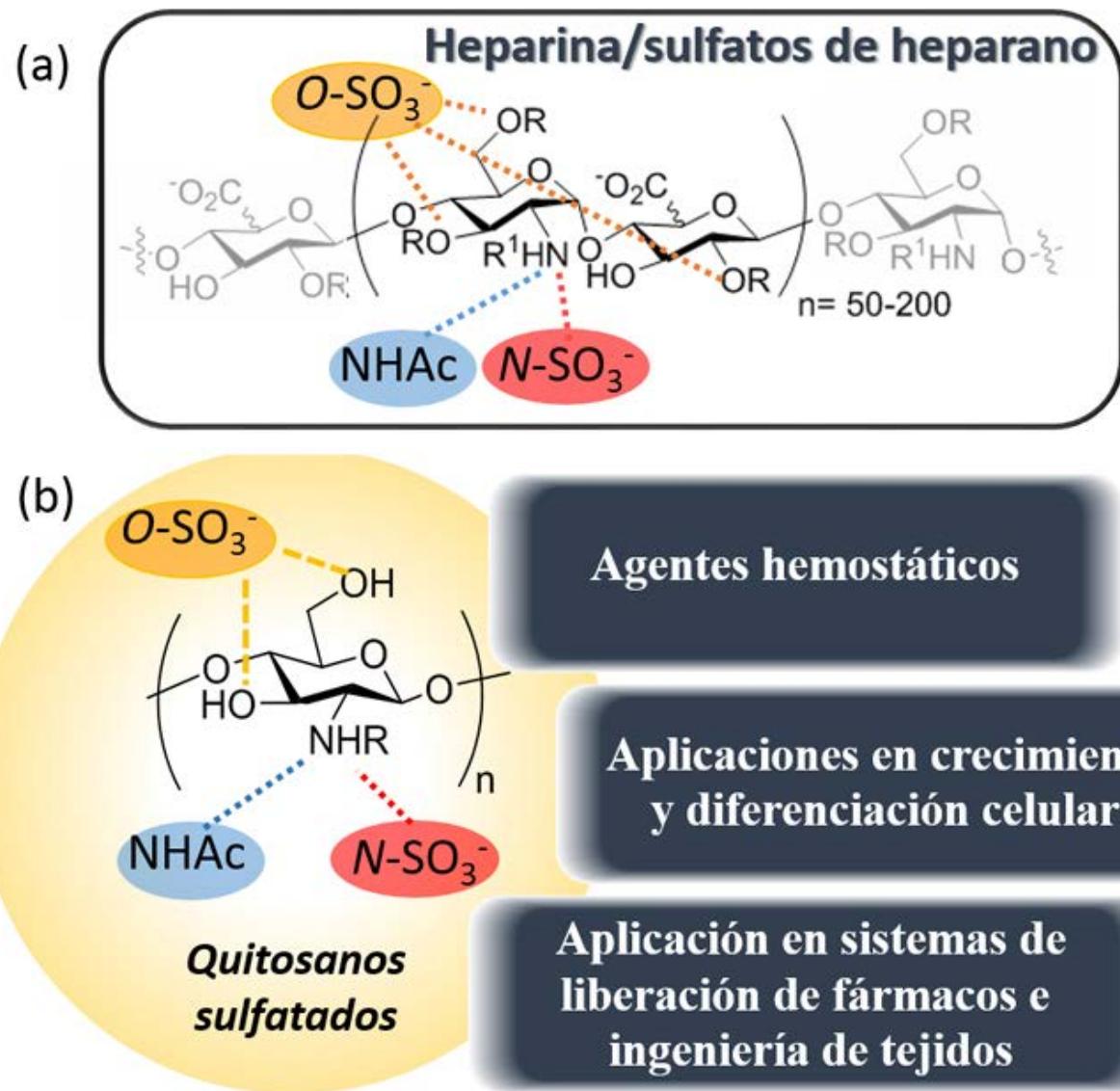


Figura 4. Quitosanos sulfatados como miméticos de sulfato de heparano: a) Estructura química general de sulfatos de heparano/heparina; b) Estructura general de quitosanos sulfatados y aplicaciones biomédicas de estos como miméticos de sulfato de heparano.

ciones, las transformaciones posteriores a la polimerización ocurren con una alta especificidad, generando regiones o dominios a lo largo de todo el HS que tienen un tamaño, espaciado y composición general definidos. Las regiones enriquecidas en unidades de GlcNAc que han sido *N*-sulfatadas (GlcNS) se deno-

minan dominios NS, mientras que las zonas de unidades de disacárido *N*-acetilados sin modificar, se denominan dominios NA. Ambas regiones se interconectan a través de dominios compuestos por disacáridos *N*-sulfatados y *N*-acetilados alternos, denominados zonas de transición NS/NA (**Figura 6**) [14].

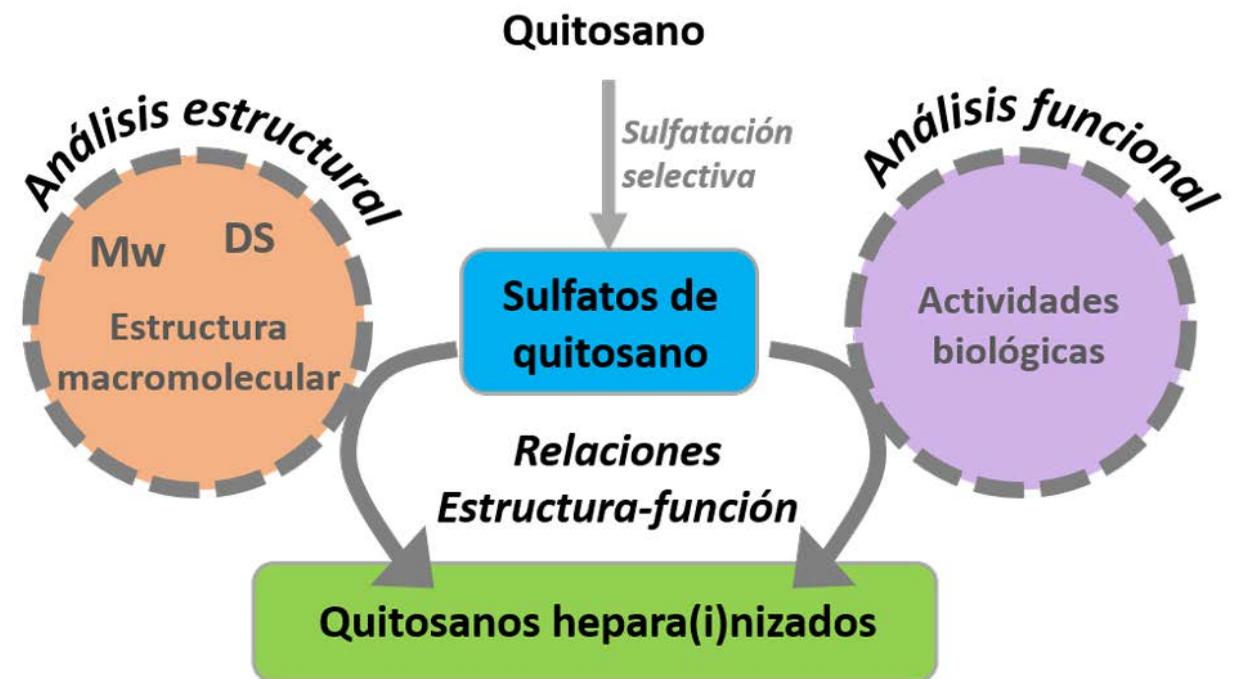


Figura 5. Campos de investigación implicados en el desarrollo de quitosanos heparanizados.

Esta estructura de dominios de los HS se puede mimetizar mediante la preparación de quitosanos con diferentes propiedades (longitud y DA) y con grados de sulfatación en el rango de los HS naturales. De esta forma, los sulfatos de quitosano resultantes son polímeros polianfólicos debido a la presencia de cargas positivas y negativas distribuidas aleatoriamente a lo largo de la cadena. Estas cargas controlan las propiedades estructurales y dinámicas de los polímeros y podrían mostrar un efecto significativo en la estructura 3D del polisacárido y, por lo tanto, en su carga superficial, determinando en gran medida las distintas respuestas biológicas de los quitosanos sulfatados [15,16]. Por ejemplo, se ha observado que los dominios 6-*O*-sulfatados parecen inducir una disposición de los grupos sulfato hacia el exterior de la estructura helicoidal del polisacárido, mientras que la presencia de dominios 3,6-*O*-disulfatados inducen una disposición de los grupos sulfato

hacia el interior de la hélice (**Figura 7**). Estas diferencias estructurales, influyen significativamente en la capacidad de unión de los sulfato de quitosano con varios factores de crecimiento y es consistente con la hipótesis de que las interacciones de los quitosano sulfatados con los factores de crecimiento y otras proteínas están controladas por el efecto combinado de las interacciones electrostáticas y la adaptación conformacional del polímero [12]. De esta forma, cualquier alteración en la proporción de unidades *N*-sulfatadas y *O*-sulfatadas puede modular significativamente el potencial de unión del quitosano sulfatado debido a su influencia en la conformación que puede adoptar el polisacárido y/o el posicionamiento adecuado de los residuos de sulfato. El grado relativamente alto de contracción observado para los quitosanos *N*-sulfatados refleja el carácter flexible de estos polímeros en comparación con los quitosanos *O*-sulfatados. Esa mayor flexibilidad facilitaría que

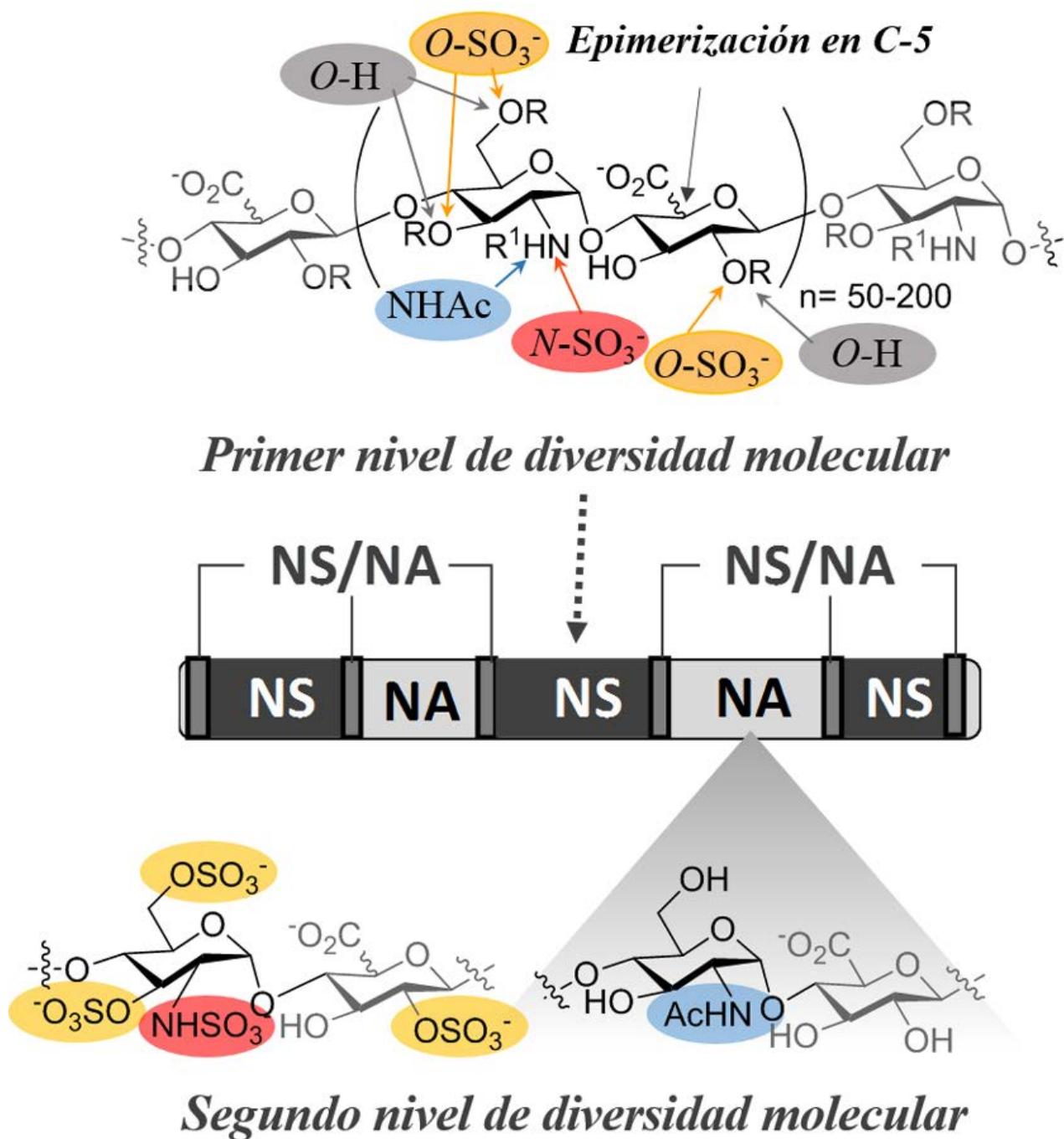


Figura 6. Diversidad molecular de las cadenas de sulfato de heparano. Las micro-heterogeneidades resultantes de los diversos motivos de ácido urónico y sulfatación generan un primer nivel de diversidad molecular. La distribución de dominios NS, dominios NA y zonas de transición de longitud variable conduce a un segundo nivel de diversidad molecular.

los quitosanos *N*-sulfatados puedan adoptar la conformación molecular necesaria para la formación específica del complejo ternario entre el quitosano, el factor de crecimiento y el receptor de éste [12].

Aplicaciones biomédicas de los quitosanos sulfatados

Las nuevas aplicaciones biomédicas de los denominados "quitosanos heparanizados", se ejercen a través de su capacidad para interactuar con diferentes factores de crecimiento y otras proteínas, potenciando o inhibiendo su unión a sus receptores [5].

Quitosanos sulfatados y cáncer

Los factores de crecimiento están involucrados en el desarrollo y la progresión de los tu-

more, desempeñando un papel fundamental en la patobiología del cáncer [17]. Las funciones que pueden desempeñar los quitosanos sulfatados en la lucha contra los procesos cancerígenos son varios, al igual que los roles que desempeñan los sulfatos de heparanos en el desarrollo de estos procesos y abarcan procesos como la proliferación celular, la supervivencia, la adhesión, la migración y la angiogénesis. De esta forma, se ha descrito cómo el quitosano sulfatado inhibe significativamente la proliferación y además inducen la apoptosis de células MCF-7 de cáncer de mama [18]. También recientemente, se ha demostrado que los sulfatos de quitosano de bajo peso molecular pueden inhibir la angiogénesis —la supresión de la formación de vasos sanguíneos nuevos en los tumores se ha

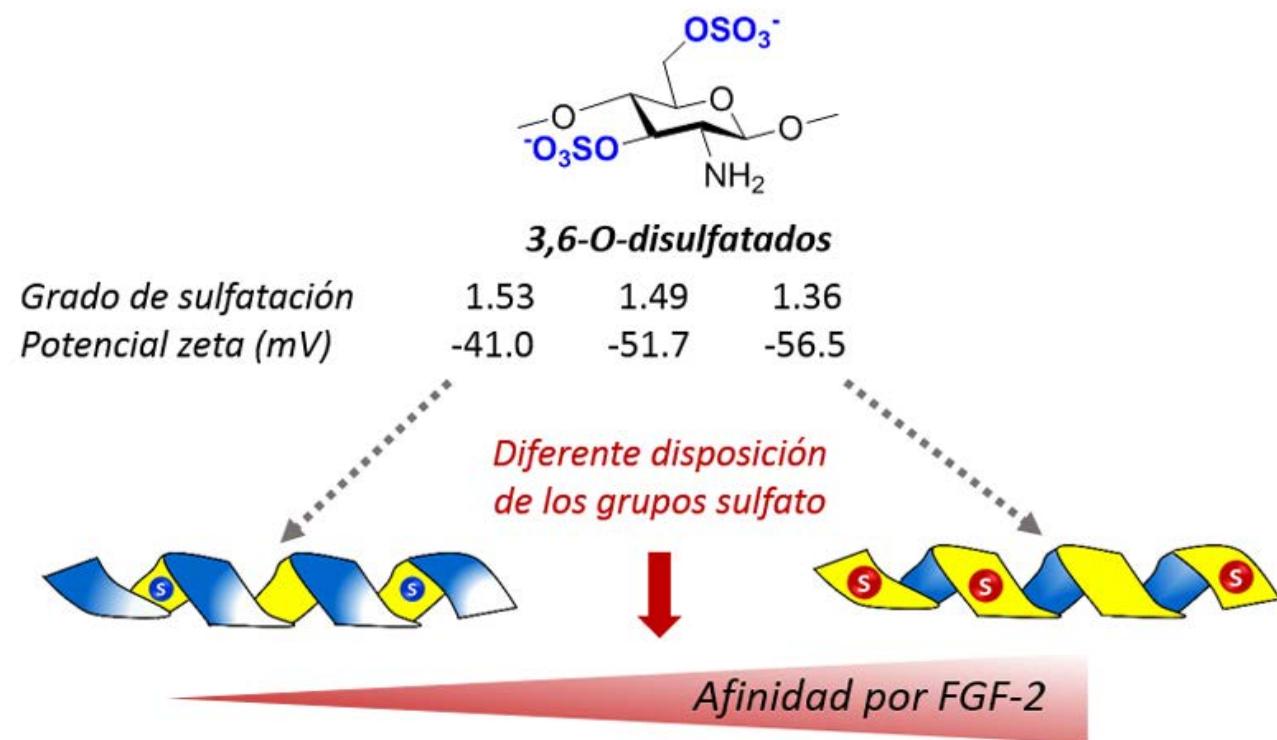


Figura 7. Representación esquemática de la forma en que la estructura 3D del quitosano 3,6-O disulfatado puede determinar que un menor grado de sulfatación proporciona una carga neta más alta en la superficie y, en consecuencia, una mayor afinidad con el factor de crecimiento FGF-2.

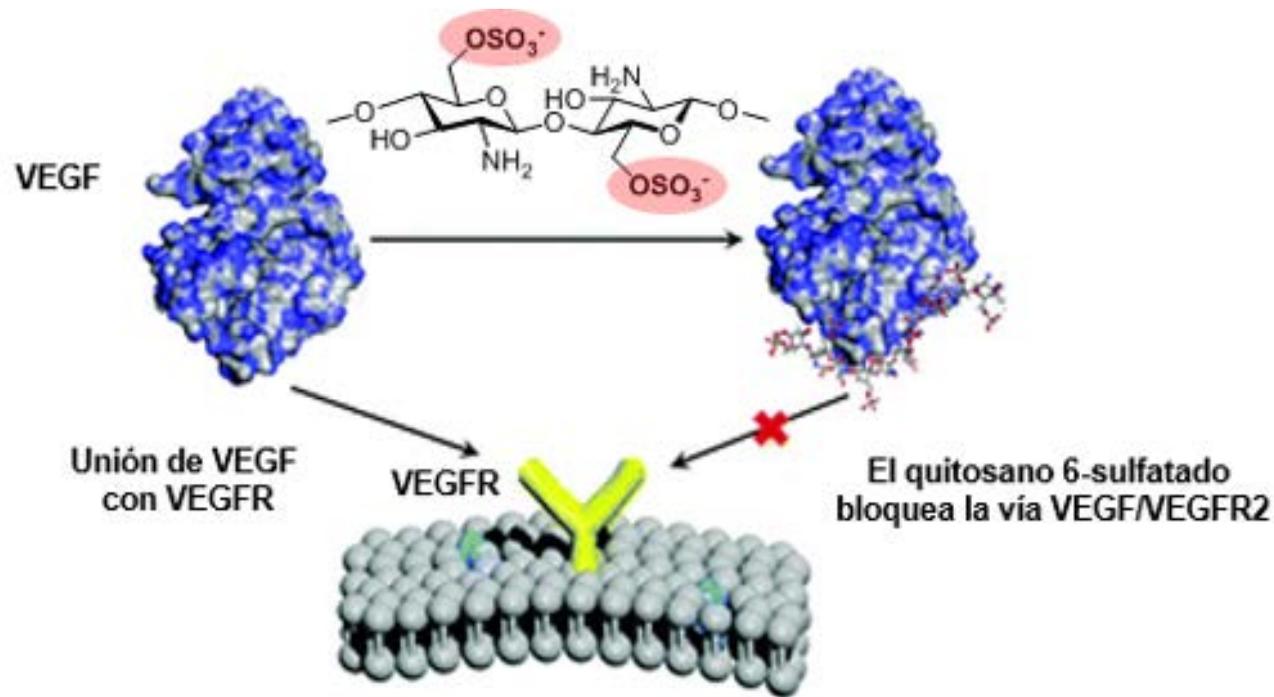


Figura 8. Representación esquemática del papel de los quitosanos sulfatados en la inhibición de la vía VEGF/VEGFR. Reproducida con permiso de The Royal Society of Chemistry referencia [19].

convertido en una aproximación muy valiosa en el tratamiento del cáncer— bloqueando la vía de señalización de los factores de crecimiento endotelial (VEGF) impidiendo su interacción con el receptor (VEGFR) (Figura 8) [19].

Por otra parte, es conocido que la adhesión inicial de las células tumorales a plaquetas o células endoteliales mediada por P-selectina juega un papel crítico en la metástasis hematológica, constituyendo un proceso de adhesión basado mayoritariamente en ligandos de selectina de tipo mucina y glicosaminoglicano [20]. Por esta razón, los quitosanos sulfatados se han propuesto como ligandos sustitutivos de los sulfatos de heparano para evitar que la P-selectina se una a sus ligandos nativos. En particular, se ha observado que la 6-O-sulfonación del quitosano es indispensable para la inhibición de la adhesión inicial de

las células tumorales y que la N-sulfonación o la 3-O-sulfonación adicionales aumentaron drásticamente la actividad inhibitoria de estos polisacáridos [21].

Estos estudios solo representan aproximaciones preliminares para el desarrollo de agentes anticancerígenos. Sin embargo, estos resultados tan positivos convierten a los quitosanos sulfatados en polímeros muy prometedores para el desarrollo de fármacos, especialmente a medida que avanzamos hacia una era de terapia contra el cáncer personalizada y de precisión.

Quitosanos sulfatados en ingeniería de tejidos

El objetivo principal de la ingeniería de tejidos es la restauración de la función a través de la inserción de elementos vivos, que se integran en el paciente. Desde el principio, el enfoque estándar ha sido “sembrar” células en un *an-*

damio tridimensional de un determinado biomaterial, en combinación con señales bioquímicas adecuadas [22,23].

Los polisacáridos sulfatados presentan características muy adecuadas como son su alta capacidad de retención de los factores de crecimiento y su naturaleza porosa, para ser utilizados como *andamios* en una serie de aplicaciones de ingeniería de tejidos [24]. Centrándonos en los quitosanos sulfatados, su similitud estructural y funcional con los sulfatos de heparano les permite influir y modular tanto la morfología como la función de las células, dirigiendo así su proliferación y diferenciación. Además, estos polímeros presentan características físicas similares a tejidos como el hueso y el cartílago, por lo que son materiales ideales para la ingeniería de tejidos ortopédicos. En este sentido, se ha comprobado que los quitosanos sulfatados no solo estimulan la diferenciación de osteoblastos inducida por la proteína morfogenética ósea-2 (BMP-2) *in vitro*, sino que también estimulan la formación de hueso ectópico *in vivo* [25]. Este estímulo de la bioactividad de la proteína BMP-2 se ha atribuido principalmente a la acción del quitosano 6-O-sulfatado, mientras que el 2-N-sulfato da lugar a una menor activación. Sin embargo, cuando ambas funcionalizaciones se conjugan para obtener un quitosano 2-N,6-O-disulfatado, se produce un gran aumento de la estimulación de la proteína BMP-2 [26].

Por otra parte, se ha observado en ratas que la combinación de quitooligosacáridos 3,6-O-disulfatados con el factor de crecimiento de fibroblastos ácido (FGF-2) en hidrogeles termosensibles, protege frente a las lesiones de los nervios periféricos, favoreciendo la reparación del nervio ciático lesionado. Estos resultados se explican en relación con la capacidad de estos polisacáridos para mejorar la bioactividad del factor de crecimiento [27]. Además, la capacidad de los quitosanos sulfatados de inducir diferenciación neural de células madre embrionarias está controlada por el patrón y el grado de sulfatación de los quitosanos. Así, en comparación con los quitosanos 2-N, 6-O- y 3,6-O-disulfatados, el quitosano 6-O-sulfatado mostró la mayor capacidad de promocionar la diferenciación

neural. Además, este efecto correlacionaba también con el grado de sulfatación del quitosano, observándose un aumento en la eficiencia de la diferenciación neuronal a mayor grado de sulfatación. Estos, y otros resultados, avalan la gran potencialidad de los biomateriales basados en quitosanos sulfato para abrir nuevas vías terapéuticas en la reparación neuronal y otras patologías del sistema nervioso central como el Parkinson o la enfermedad de Alzheimer.

Quitosanos sulfatados como agentes antimicrobianos

Ya hemos comentado anteriormente la actividad antimicrobiana del quitosano. Además, se ha descrito que películas de quitosano preparadas mediante la incorporación de lisozima, no solo retienen la actividad de la lisozima, sino que también mejoran su actividad antimicrobiana [28]. Este aumento de la actividad antibacteriana se debe a un posible efecto sinérgico entre los quitooligómeros producidos por la hidrólisis del quitosano y la lisozima. Estos resultados sugieren que la estrategia de combinar lisozima con quitosano puede ser un enfoque prometedor para mejorar no solo las funcionalidades de los hidrogeles a base de quitosano, sino también sus aplicaciones biomédicas. Sin embargo, el control de las propiedades y actividades biológicas de los hidrogeles híbridos de quitosano depende en gran medida del patrón de acetilación del quitosano, un parámetro difícil de controlar. Frente a esto, el uso de quitosanos sulfato tiene la ventaja de que la velocidad y los mecanismos de liberación de lisozima, así como la actividad antibacteriana, dependen del perfil de sulfatación, un parámetro estructural que se controla fácilmente mediante simples modificaciones químicas. En este sentido, nuestro grupo ha mostrado recientemente que mientras que los hidrogeles de quitosano 6-O-sulfatados permiten la liberación de lisozima cargada en poco tiempo (60% en 24 horas), debido a una alta tasa de degradación que permite una rápida actividad antibiótica, en los sistemas preparados con quitosanos 3,6-O disulfatados hay una liberación lenta de lisozima (80% en 21 días), lo que resulta en una prolongada acción antibiótica [29]. Aunque el mecanismo exacto del

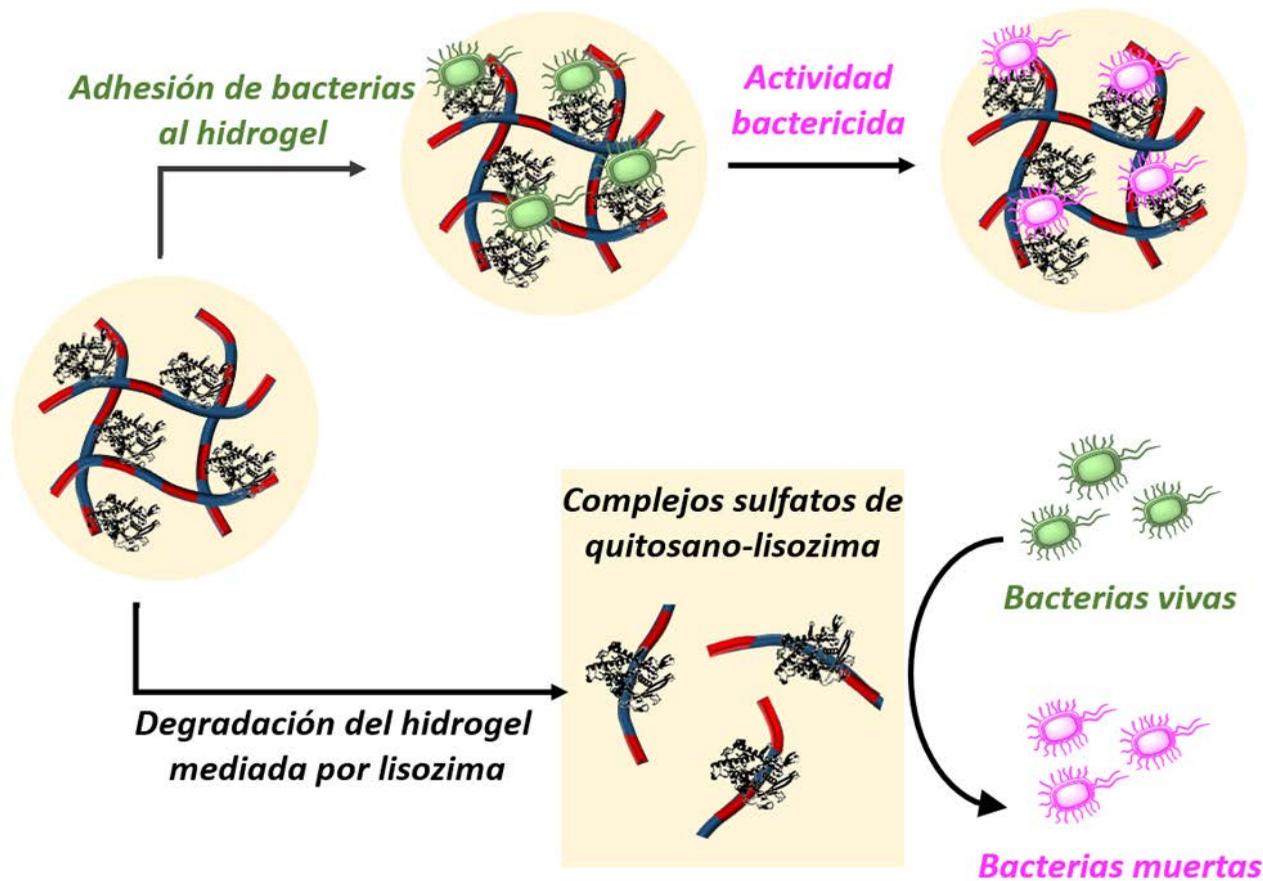


Figura 9. Mecanismos de acción propuestos para los hidrogeles mixtos quitosanos sulfato/lisozima.

efecto antibacteriano observado de los hidrogeles basados en sulfato de quitosano no se conoce completamente, a partir de los resultados obtenidos se han propuesto dos mecanismos alternativos para explicar su actividad antibacteriana de los hidrogeles (**Figura 9**). La lisozima podría unirse específicamente al quitosano 3,6-O disulfatado en la superficie del hidrogel, dando lugar a la formación de un complejo polisacárido-lisozima con mayor actividad hidrolítica específica con componentes de la pared celular bacteriana que la lisozima libre [30].

Por lo tanto, los sistemas desarrollados por nuestro grupo proporcionan, no solo una plataforma versátil con propiedades como la ve-

locidad y el mecanismo de liberación de lisozima fácilmente ajustables, sino también una estrategia para mejorar la actividad antibiótica de la lisozima contra bacterias Gram negativas, como *E. coli*, bacterias en las que la lisozima es menos activa debido a la diferente estructura de su pared celular en comparación con las bacterias Gram positivas.

Conclusiones y tendencias futuras

La sulfatación del quitosano hace de este polímero un mimético de heparinas y sulfatos de heparano, dando lugar a la "tercera generación" de quitosanos, más sostenible y con múltiples actividades biológicas y aplicaciones tecnológicas nuevas e innovadoras. En

este trabajo hemos tratado de proporcionar una visión general de las principales aplicaciones que, especialmente en el campo de la biomedicina, han encontrado los quitosanos sulfatados. A pesar de los enormes avances logrados en los últimos años en este campo, todavía hay que resolver los principales problemas relacionados con la facilitación y generalización de las aplicaciones prácticas del sulfato de quitosano. El origen del quitosano se ha considerado a veces problemático. En este sentido, será importante responder a la siguiente pregunta: ¿qué organismos biológicos son capaces de producir los materiales necesarios para las aplicaciones específicas? El uso de exoesqueletos de crustáceos (de camarones, cangrejos, langostas o gambas), la principal fuente de quitosano hoy en día, puede volverse insostenible, debido a la naturaleza destructiva y agresiva para el medio ambiente del proceso de aislamiento del quitosano a partir del exoesqueleto de los crustáceos (se requieren álcalis fuertes a altas temperaturas durante largos períodos de tiempo) que además conduce a mezclas aleatorias del material, cuyas propiedades y funcionalidades son difíciles de predecir y aún más difíciles de reproducir. La química verde ofrece una amplia gama de procesos de síntesis controlada, reacciones de modificación química específicas o nuevas técnicas de ensamblaje que, hoy en día, se pueden aplicar para obtener nuevos biopolímeros de quitosano "hechos a medida", ofreciendo gran versatilidad en relación a su estructura y funcionalidad. Estos polisacáridos hechos a medida permitirán no solo su aplicación efectiva a objetivos conocidos, sino también el desarrollo de nuevas aplicaciones biomédicas basadas en su unión a nuevas dianas de interés farmacológico.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero proporcionado por MICIN/FEDER (PID2019-105337RB-C21).

Referencias

- Muzzarelli, R.A.A. *Chitin*; 1st ed.; Elsevier, 1977; ISBN 9780080203676.
- Aranaz, I.; Alcántara, A.R.; Civera, M.C.; Arias, C.; Elorza, B.; Caballero, A.H.; Acosta, N. Chitosan: An Overview of Its Properties and Applications. *Polymers (Basel)*. **2021**, *13*, 3256, doi:10.3390/polym13193256.
- Chatelet, C.; Damour, O.; Domard, A. Influence of the Degree of Acetylation on Some Biological Properties of Chitosan Films. *Biomaterials* **2001**, *22*, 261–268, doi:10.1016/S0142-9612(00)00183-6.
- Rinaudo, M. Chitin and Chitosan: Properties and Applications. *Prog. Polym. Sci.* **2006**, *31*, 603–632, doi:10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001.
- Revuelta, J.; Fraile, I.; Monterrey, D.T.; Peña, N.; Benito-Arenas, R.; Bastida, A.; Fernández-Mayoralas, A.; García-Junceda, E. Heparanized Chitosans: Towards the Third Generation of Chitinous Biomaterials. *Mater. Horizons* **2021**, *8*, 2596–2614, doi:10.1039/D1MH00728A.
- Kean, T.; Thanou, M. Biodegradation, Biodistribution and Toxicity of Chitosan. *Adv. Drug Deliv. Rev.* **2010**, *62*, 3–11, doi:10.1016/j.addr.2009.09.004.
- Bellich, B.; D'Agostino, I.; Semeraro, S.; Gamini, A.; Cesàro, A. "The Good, the Bad and the Ugly" of Chitosans. *Mar. Drugs* **2016**, *14*, 99.
- Arlov, Ø.; Rüttsche, D.; Asadi Kora-yem, M.; Öztürk, E.; Zenobi-Wong, M. Engineered Sulfated Polysaccharides for Biomedical Applications. *Adv. Funct. Mater.* **2021**, *31*, 2010732, doi:10.1002/adfm.202010732.
- Doncel-Pérez, E.; Aranaz, I.; Bastida, A.; Revuelta, J.; Camacho, C.; Acosta, N.; Garrido, L.; Civera, C.; García-Junceda, E.; Heras, A.; et al. Synthesis, Physicochemical Characterization and

- Biological Evaluation of Chitosan Sulfate as Heparan Sulfate Mimics. *Carbohydr. Polym.* **2018**, *191*, 225–233, doi:10.1016/j.carbpol.2018.03.036.
10. Mende, M.; Bednarek, C.; Wawrystyn, M.; Sauter, P.; Biskup, M.B.; Schepers, U.; Bräse, S. Chemical Synthesis of Glycosaminoglycans. *Chem. Rev.* **2016**, *116*, 8193–8255, doi:10.1021/acs.chemrev.6b00010.
11. Li, J.; Cai, C.; Wang, L.; Yang, C.; Jiang, H.; Li, M.; Xu, D.; Li, G.; Li, C.; Yu, G. Chemoenzymatic Synthesis of Heparan Sulfate Mimetic Glycopolymers and Their Interactions with the Receptor for Advanced Glycation End-Product. *ACS Macro Lett.* **2019**, *8*, 1570–1574, doi:10.1021/acsmacrolett.9b00780.
12. Revuelta, J.; Aranaz, I.; Acosta, N.; Civera, C.; Bastida, A.; Peña, N.; Monterrey, D.T.; Doncel-Pérez, E.; Garrido, L.; Heras, Á.; et al. Unraveling the Structural Landscape of Chitosan-Based Heparan Sulfate Mimics Binding to Growth Factors: Deciphering Structural Determinants for Optimal Activity. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2020**, *12*, 25534–25545, doi:10.1021/acsam.0c03074.
13. Bishop, J.R.; Schuksz, M.; Esko, J.D. Heparan Sulphate Proteoglycans Fine-Tune Mammalian Physiology. *Nature* **2007**, *446*, 1030–1037.
14. Gallagher, J.T. Multiprotein Signalling Complexes: Regional Assembly on Heparan Sulphate. *Biochem. Soc. Trans.* **2006**, *34*, 438–441, doi:10.1042/BST0340438.
15. Menchicchi, B.; Fuenzalida, J.P.; Hensel, A.; Swamy, M.J.; David, L.; Rochas, C.; Goycoolea, F.M. Biophysical Analysis of the Molecular Interactions between Polysaccharides and Mucin. *Biomacromolecules* **2015**, *16*, 924–935, doi:10.1021/bm501832y.
16. Benito-Arenas, R.; Doncel-Pérez, E.; Fernández-Gutiérrez, M.; Garrido, L.; García-Junceda, E.; Revuelta, J.; Bastida, A.; Fernández-Mayoralas, A. A Holistic Approach to Unravelling Chondroitin Sulfation: Correlations between Surface Charge, Structure and Binding to Growth Factors. *Carbohydr. Polym.* **2018**, *202*, 211–218, doi:https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.08.120.
17. Akl, M.R.; Nagpal, P.; Ayoub, N.M.; Tai, B.; Prabhu, S.A.; Capac, C.M.; Gliksman, M.; Goy, A.; Suh, K.S. Molecular and Clinical Significance of Fibroblast Growth Factor 2 (FGF2 /BFGF) in Malignancies of Solid and Hematological Cancers for Personalized Therapies. *Oncotarget* **2016**, *7*, 44735–44762, doi:10.18632/oncotarget.8203.
18. Jiang, M.; Ouyang, H.; Ruan, P.; Zhao, H.; Pi, Z.; Huang, S.; Yi, P.; Crepin, M. Chitosan Derivatives Inhibit Cell Proliferation and Induce Apoptosis in Breast Cancer Cells. *Anticancer Res.* **2011**, *31*, 1321–1328.
19. Li, Y.; Wang, W.; Zhang, Y.; Wang, X.; Gao, X.; Yuan, Z.; Li, Y. Chitosan Sulfate Inhibits Angiogenesis via Blocking the VEGF/VEGFR2 Pathway and Suppresses Tumor Growth in Vivo. *Biomater. Sci.* **2019**, *7*, 1584–1597, doi:10.1039/C8BM01337C.
20. Garcia, J.; Callewaert, N.; Borsig, L. P-Selectin Mediates Metastatic Progression through Binding to Sulfatides on Tumor Cells. *Glycobiology* **2007**, *17*, 185–196, doi:10.1093/glycob/cwl059.
21. Wang, R.; Huang, J.; Wei, M.; Zeng, X. The Synergy of 6-O-Sulfation and N-or 3-O-Sulfation of Chitosan Is Required for Efficient Inhibition of P-Selectin-Mediated Human Melanoma A375 Cell Adhesion. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2010**, *74*, 1697–1700, doi:10.1271/bbb.100140.
22. Vacanti, J.P.; Langer, R. Tissue Engineering: The Design and Fabrication of Living Replacement Devices for Surgical Reconstruction and Transplantation. *Lancet* **1999**, *354*, 32–34, doi:10.1016/s0140-6736(99)90247-7.
23. Elisseeff, J.; Puleo, C.; Yang, F.; Sharma, B. Advances in Skeletal Tissue Engineering with Hydrogels. *Orthod. Craniofacial Res.* **2005**, *8*, 150–161, doi:10.1111/j.1601-6343.2005.00335.x.
24. Zeng, K.; Groth, T.; Zhang, K. Recent Advances in Artificially Sulfated Polysaccharides for Applications in Cell Growth and Differentiation, Drug Delivery, and Tissue Engineering. *ChemBioChem* **2019**, *20*, 737–746, doi:10.1002/cbic.201800569.
25. Zhou, H.; Qian, J.; Wang, J.; Yao, W.; Liu, C.; Chen, J.; Cao, X. Enhanced Bioactivity of Bone Morphogenetic Protein-2 with Low Dose of 2-N,6-O-Sulfated Chitosan in Vitro and in Vivo. *Biomaterials* **2009**, *30*, 1715–1724, doi:10.1016/j.biomaterials.2008.12.016.
26. Dinoro, J.; Maher, M.; Talebian, S.; Jafarkhani, M.; Mehrali, M.; Orive, G.; Foroughi, J.; Lord, M.S.; Dolatshahipirouz, A. Sulfated Polysaccharide-Based Scaffolds for Orthopaedic Tissue Engineering. *Biomaterials* **2019**, *214*, 119214, doi:10.1016/j.biomaterials.2019.05.025.
27. Liu, Y.; Yu, F.; Zhang, B.; Zhou, M.; Bei, Y.; Zhang, Y.; Tang, J.; Yang, Y.; Huang, Y.; Xiang, Q.; et al. Improving the Protective Effects of AFGF for Peripheral Nerve Injury Repair Using Sulfated Chitooligosaccharides. *Asian J. Pharm. Sci.* **2019**, *14*, 511–520, doi:10.1016/j.ajps.2018.09.007.
28. Li, X.; Tu, H.; Huang, M.; Chen, J.; Shi, X.; Deng, H.; Wang, S.; Du, Y. Incorporation of Lysozyme-Rectorite Composites into Chitosan Films for Antibacterial Properties Enhancement. *Int. J. Biol. Macromol.* **2017**, *102*, 789–795, doi:10.1016/j.ijbiomac.2017.04.076.
29. Aguanell, A.; del Pozo, M.L.; Pérez-Martín, C.; Pontes, G.; Bastida, A.; Fernández-Mayoralas, A.; García-Junceda, E.; Revuelta, J. Chitosan Sulfate-Lysozyme Hybrid Hydrogels as Platforms with Fine-Tuned Degradability and Sustained Inherent Antibiotic and Antioxidant Activities. *Carbohydr. Polym.* **2022**, *291*, 119611, doi:10.1016/j.carbpol.2022.119611.
30. Tan, M.; Wang, H.; Wang, Y.; Chen, G.; Yuan, L.; Chen, H. Recyclable Antibacterial Material: Silicon Grafted with 3,6-O-Sulfated Chitosan and Specifically Bound by Lysozyme. *J. Mater. Chem. B* **2014**, *2*, 569–576, doi:10.1039/C3TB21358G.



En el grupo BioGlycoChem buscamos la revalorización de los polisacáridos de origen marino, obteniendo de ellos moléculas y materiales de interés

biológico y con aplicaciones biomédicas, aumentando la sostenibilidad de los procesos productivos en el marco de la economía azul y circular. Desde una perspectiva metodológica, nuestro propósito es el desarrollo de protocolos sostenibles y selectivos para la síntesis, modificación y transformación química y biocatalítica de carbohidratos y análogos, basados en los principios de la Química Verde. Además, buscamos obtener una comprensión básica de la relación estructura/función/actividad a nivel molecular de estos polisacáridos para desarrollar, validar y aplicar las herramientas necesarias para explotar el potencial de los derivados del quitosano en el desarrollo de nuevas aplicaciones en el campo de polímeros terapéuticos y materiales inteligentes.

Biodegradación en compostaje de materiales biobasados y productos sanitarios

Autores: Jeannine A. Moreno-Villafranca¹, Liliana B. Hurtado^{1,2}, Marcos Antonio Sabino^{1*}, Antonio J. Capezza^{2*}.

¹ Dpto. de Química, Grupo de investigación B⁵IDA, Universidad Simón Bolívar, Caracas 89000, Venezuela.

² Dept. of Fibre and Polymer Technology, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm 10044, Sweden.

* ajcv@kth.se, msabino@usb.ve

Resumen

Los artículos sanitarios de un solo uso, como pañales o toallas sanitarias, forman parte significativa de los desechos plásticos alrededor del mundo (20 millones de toneladas al año en pañales infantiles desechables). Estos productos y sus empaques pueden estar constituidos en promedio de un 90% de plásticos sintéticos no biodegradables, incluyendo los polímeros superabsorbentes (SAP) que permiten que estos artículos cumplan con su función. Los SAP son redes poliméricas reticuladas a partir de monómeros de ácido acrílico neutralizados. A causa de su gran demanda y sus efectos perjudiciales sobre el medio ambiente luego de su vida útil, la posibilidad de diseñar un material biobasado capaz de sustituir el uso de SAP en la industria sanitaria presenta una gran oportunidad para los investigadores. Debido a esto, los últimos años se han dedicado a la creación de materiales basados en proteínas provenientes

de desechos industriales, capaces de formar, según estudios preliminares, estructuras porosas, absorbentes y con un posible alto grado de degradabilidad, alcanzando porcentajes de pérdida de peso de hasta 99% en solo 5 semanas. Además, para garantizar que los materiales biobasados mantienen un ciclo de vida sustentable, los análisis incluyen estudios de su degradación en compostaje.

Palabras clave: biodegradación, polímeros biobasados, polímeros superabsorbentes, proteínas.

Abstract

Single-use sanitary items, such as diapers or women's menstruation pads, comprise a significant fraction of household plastic waste worldwide (around 20 million tons/year globally of disposable baby diapers). These dis-

posable products, including their packaging, can contain an average of 90% non-biodegradable plastics, which release microplastics and toxic molecules once exposed to nature. The environmental concern about these products is also related to the materials used to absorb and contain the liquids within the product, known as superabsorbent polymers (SAP). SAP are partially crosslinked polymeric networks extensively used in any application related to high liquid absorption, including new uses in agriculture as a soil conditioner. Due to its great demand and high sustainability issues, the possibility of designing a bio-based material capable of replacing SAP in various industries is of utmost importance for researchers and society. Recent studies have focused on using protein-based materials from industrial agricultural by-products capable of forming porous and absorbent structures with high levels of biodegradability, reaching 99% mass loss in preliminary studies in

only 5 weeks. The studies have also assessed their properties as a circular biodegradable alternative to current SAP. Hence, the characterization of the biodegradation properties of these protein-based materials is critical, including their composting. By these means, research can fully ensure sustainable materials from the raw material to the end-of-life of the used product (cradle-to-cradle model).

Keywords: biodegradation, biobased polymers, SAP, proteins.

Introducción

El plástico es un material versátil usado en un amplio rango de aplicaciones tales como empaques, construcción y agricultura [1], que ha experimentado un éxito sin precedentes debido a su bajo costo y durabilidad [2]. Es probable que no exista en la actualidad un producto que no contenga al menos un tipo de plástico



[3]. A través de aditivos como plastificantes, refractarios y colorantes, las propiedades de los materiales plásticos pueden modificarse, lo que ha facilitado la introducción de miles de productos plásticos al mercado global [4]. Hasta un 99% de los plásticos están hechos de polímeros de hidrocarburos no renovables, en su mayoría derivados del petróleo [5].

Las características que hacen de los plásticos, materiales de gran interés para la industria, como su estabilidad química, física y propiedades mecánicas ajustables según su aplicación, son las mismas que les hacen permanecer en el ambiente luego de su uso dando lugar a residuos contaminantes [6]. Aunque los plásticos han revolucionado la vida moderna, su eliminación inadecuada es reconocida como un grave problema ambiental global. Los plásticos se acumulan en el ambiente debido a su alta producción, corta vida de uso e inadecuado manejo y gerencia de los flujos de residuos [7]. En este sentido, solo un pequeño porcentaje de productos que terminan en el medioambiente están hechos de un rango de polímeros de origen natural biodegradables tales como el almidón, celulosa, azúcares y aceites vegetales [5]. Sin embargo, debido a los actuales objetivos de sustentabilidad cada vez más países están creando leyes y regulaciones alrededor de la prevención, manejo, recolección y reciclaje de desechos de variados materiales, en algunos casos asignándoles la prioridad más alta [8] (**Figura 1**).

Las regulaciones para el manejo de los desechos plásticos varían mucho entre distintos países, algunos de los cuales carecen de legislación con respecto a los impactos ambientales que pueden tener los desechos plásticos en lugares como vertederos a cielo abierto, incineradores, océanos y otros. A partir del 3 de julio de 2021, la Unión Europea prohibió la entrada al mercado de plásticos de un solo uso como platos, cubiertos, pitillos/pajillas [9], entre otros. Sin embargo, esta prohibición no incluye a los artículos sanitarios desechables. La fabricación de estos artículos, partiendo de su materia prima derivada del petróleo, representa una contribución considerable a la huella de carbono. Además, al ser desecha-



Figura 1. Esquema de economía circular y aprovechamiento de coproductos/desechos industriales. Comienza con los cultivos comestibles que luego de su cosecha entran a líneas de producción para su comercialización. Con el objetivo de evitar que los coproductos/desechos de estos procesos terminen convirtiéndose en contaminantes al medio ambiente se busca su modificación y uso en la fabricación de nuevos materiales que puedan biodegradarse y bioasimilarse para reiniciar el ciclo.

dos, representan una producción aproximada de residuos de 20 millones de toneladas al año (pañales infantiles) que son incinerados o descartados en vertederos [10].

Al contrario de los pañales, las toallas sanitarias femeninas son usadas de forma periódica [11]. En el año 2022 el estimado de la población mundial fue de 7,9 billones de personas [12] de las cuales 49,6% fueron identifica-

das como mujeres al nacer [13]. Alrededor del 85% de estas personas al alcanzar madurez biológica menstruarán, por alrededor de 37,5 años, y se estima que en promedio utilizarán entre 192 y 240 productos sanitarios desechables (toallas y tampones) al año, los cuales en su mayoría terminan en vertederos y basurales [8] o son incinerados [14]. Tomando todo esto en consideración y

en busca de una economía verdaderamente circular, los biopolímeros se consideran como una alternativa para limitar o incluso acabar con la producción y procesamiento anual de los plásticos dañinos para el medio ambiente. Los polímeros biobasados son aquellos que pueden estar compuestos de materiales provenientes de fuentes renovables (biomasa), biodegradables, hechos a través de procesos

biológicos o una combinación de los anteriores [15]. Si bien sus propiedades mecánicas pueden ser muy inferiores a la de los plásticos tradicionales esto igualmente puede ser mejorado usando tratamientos químicos, enzimáticos o físicos, como reacciones de entrecruzamiento, uso de aditivos, refinación, entre otros [16].

Las proteínas son una clase de biopolímeros compuestos de una secuencia específica de aminoácidos, que da lugar a complejas estructuras, y esto a su vez resulta en sus funciones determinadas. La variedad y complejidad de las estructuras de las proteínas es también un factor clave por su versatilidad como biomateriales. Las proteínas son abundantes en todos los organismos, fundamentales para la vida y únicas en su habilidad de enlazarse e interactuar con una gran variedad de moléculas [17]. Una de las características más definitoria de las proteínas es su fascinante estructura constituida por 20 aminoácidos enlazados a través de enlaces peptídicos. Sus pesos moleculares y la composición de aminoácidos varían considerablemente entre diferentes proteínas y fuentes [18] e identificar estas características y secuencias ha sido objeto de interés para su aprovechamiento en biomateriales. Muchas proteínas vegetales pueden obtenerse a precios accesibles como coproductos o en líneas de producción paralelas de procesos agrónomos e industriales y algunas de ellas poseen propiedades ideales para el diseño de SAP biobasados, entre ellas podemos encontrar al gluten, proteína de soja y proteína de papa [19], entre otros. Los estudios del desempeño y comportamiento de estos posibles SAP biobasados y/o biodegradables son necesarios para poder ser considerados como materiales alternativos para una industria tan relevante como la sanitaria. Un polímero biobasado, similarmente a uno derivado del petróleo, no muestra una superioridad intrínseca con respecto a su impacto medioambiental a menos que presente una evaluación favorable en estudios de ciclo de vida [20]. Esto depende de una variedad de factores, incluyendo la materia prima, el proceso de producción y cómo el material es manipulado al final de su vida útil [21]. El estu-

dio de los mecanismos de degradación es de vital importancia, ya que ofrecen rutas más eficientes y atractivas para el manejo de los desechos. Estos mecanismos involucrados en la biodegradación son complejos debido a la interacción de variados procesos oxidativos [22]. La biodegradación es un proceso de descomposición facilitado por organismos vivos, usualmente microorganismos, que resulta en una reducción en el grado de polimerización y la degradación del polímero a monómeros orgánicos simples [23]. La diferencia entre polímeros biodegradables y compostables es determinada por la tasa de biodegradación, desintegración y toxicidad. Todos los polímeros compostables son, por defecto, biodegradables pero lo contrario no es cierto [21]. Actualmente, la mayoría de los plásticos convencionales no sufren un grado significativo de degradación ambiental [24], lo que constituye un aspecto que se busca mejorar. Un caso notable es el de las poliolefinas oxodegradables, las cuales están compuestas de polímeros derivados del petróleo, usualmente el polietileno, que contienen aditivos especiales que causan la aceleración de su degradación. Sin embargo, se ha demostrado que la incorporación de estos aditivos no solo no disminuye su impacto ambiental sino que también incrementa otros efectos negativos como que el proceso catalizado sea de fragmentación y no de degradación. Además, la presencia de estos aditivos, impide que estos polímeros puedan ser sometidos a procesos de reciclaje convencional y, no sean compostables (debido a su baja biodegradabilidad) [25].

Los plásticos biodegradables componen una pequeña (<1%) pero rápidamente creciente fracción de los plásticos en producción y con la importante ventaja de que pueden ser metabolizados por microorganismos a biomasa, compuestos inorgánicos, gases (CO_2 y/o CH_4) y agua (H_2O). Las tasas de biodegradación dependen fuertemente de las condiciones del ambiente, incluyendo la temperatura, humedad, pH, la comunidad microbiana y las enzimas que producen [24]. Dos tipos de microorganismos son de interés particular en la biodegradación de polímeros naturales y sintéticos: fungi (hongos) y bacterias. Los

hongos son de gran importancia ya que son considerados agentes de degradación como resultado de la producción de enzimas que descomponen sustratos no vivos presentes en la composición de los materiales poliméricos con el objetivo de suplirse de nutrientes. Las bacterias también interpretan un papel importante en la degradación de polímeros, en particular, aquellas encontradas en el suelo. En contraste con los hongos, los cuales son organismos aeróbicos (utilizan oxígeno para sus procesos metabólicos), las bacterias pueden ser tanto aeróbicas como anaeróbicas (no necesitan oxígeno) [26]. A su vez, estos microorganismos han sido utilizados en biorrefinerías basadas en recursos, en algunos casos interviniendo en los procesos de fermentación de la biomasa para la obtención de productos de interés [27].

La extensión de la biodegradación de polímeros, típicamente, es determinada a través de mediciones de la demanda de oxígeno o la producción de dióxido de carbono bajo condiciones aeróbicas o de metano (CH_4) bajo condiciones anaeróbicas [28]. Los polímeros que están compuestos por grupos funcionales naturalmente atractivos para enzimas específicas pueden ser degradados por estas al ser secretadas por células (microorganismos). Este tipo de degradación depende tanto de la concentración de las enzimas, como de la cinética de las reacciones enzimáticas. El mecanismo de degradación enzimática puede ocurrir como una erosión superficial o degradación por difusión. En ambos casos, la accesibilidad de las enzimas al interior de los materiales constituye un factor determinante [29].

El compostaje es un proceso aeróbico donde los microorganismos degradan y transforman materiales degradables complejos a coproducto orgánicos e inorgánicos (**Figura 2**). El significado del término es transformar desechos orgánicos degradables a productos que pueden ser usados sin riesgos y de manera beneficiosa como biofertilizantes y acondicionadores del suelo [30]. El compostaje es uno de los métodos de tratamiento más eficientes y eficaces, que puede ser empleado para la eliminación de fracciones orgánicas de los de-

sechos sólidos, siendo su propósito principal convertir desechos orgánicos sólidos en fertilizantes y acondicionadores ricos en nutrientes, y que además resulta en reducción de olores, químicos fitotóxicos y patógenos [31].

Con los objetivos de sustentabilidad en mente, variadas disciplinas trabajan conjuntamente para mejorar las condiciones ambientales y evitar la progresión de la contaminación por residuos plásticos, motivo por el cual los estudios de degradación y posibles efectos de potenciales nuevos materiales poliméricos biobasados sobre el ambiente son de gran importancia. Con este objetivo, se estudió la degradación de un material biobasado compuesto de dos proteínas obtenidas como coproducto industrial. La mezcla fue estudiada en una proporción 75/25 %p/p en compostaje, comparando el proceso degradativo con el de otros materiales comerciales, específicamente toallas sanitarias sintéticas y compostables. El estudio de la degradación en compostaje del material a base de proteínas disponibles como coproductos industriales, representa un paso más para su validación como sustituto biobasado para productos sanitarios, ofreciendo a la industria y a la sociedad alternativas más amigables con el medio ambiente.

Metodología experimental

Materiales

Los materiales estudiados se dividieron en dos categorías: i) matriz correspondiente a una mezcla 75/25 de dos proteínas, ii) toallas sanitarias comerciales, sintéticas o compostables (según indicación del fabricante), suministrados por el Departamento de Fibras y Polímeros del KTH (Estocolmo-Suecia). El estudio degradativo se realizó bajo la supervisión del Grupo de Investigación B5IDA adscrito al Departamento de Química de la Universidad Simón Bolívar (Caracas-Venezuela).

El secado inicial y en las variadas etapas de degradación de las muestras permite determinar las variaciones de peso debido a procesos degradativos. Se secaron las muestras a bajas temperaturas (40 - 60°C) en una estufa (Lab-Line Instruments. Inc., modelo 3511) hasta llegar a peso constante.

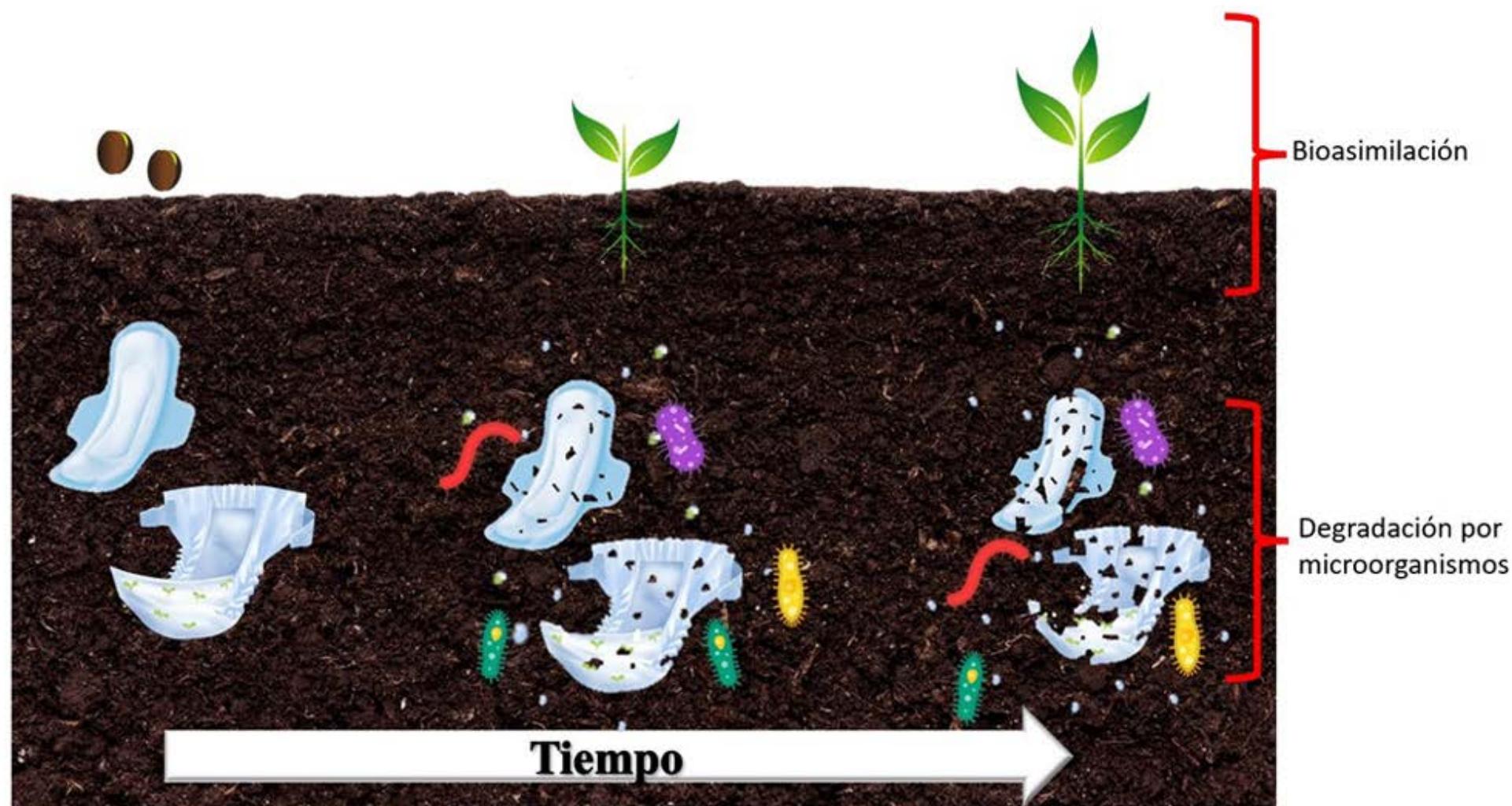


Figura 2. Esquema de la evolución de materiales compostables en el suelo.

Preparación de compostaje y seguimiento de degradación

Se preparó el compostaje al mezclar 3 kg de tierra para sembrado con 300 mL de acondicionador de suelo disueltos en 3 L de agua destilada. Se mantuvo el medio humedecido con la solución de hummus de lombriz (acondicionador de suelos) y la bandeja con las muestras permaneció al aire libre, próxima a las ventanas para que experimentara los cambios de temperatura durante el día y la noche y la presencia de oxígeno. Al concluir

cada uno de los tiempos de degradación, se extrajeron las probetas del medio, se eliminó la tierra suavemente con ayuda de un pincel y se lavaron con agua destilada para luego secarse en estufa a baja temperatura (40-60 °C), hasta peso constante, se midió la masa para ver cómo se desarrolló el proceso de degradación de cada formulación o muestra. Posteriormente las microestructuras de las muestras fueron estudiadas por microscopía electrónica de barrido (SEM). Las muestras se evaluaron por duplicado.

Resultados experimentales

Las observaciones macroscópicas, resultados de pérdida de masa, fragmentaciones y desintegración para este proceso pueden ser un poco más inexactas debido a la naturaleza del medio. Sin embargo, aun considerando estas limitaciones, el compostaje probó ser un medio degradativo agresivo para los materiales biobasados.

Evidencia macroscópica fotográfica

En la **Figura 3** se presentan las fotografías

correspondientes a muestras sometidas a procesos de compostaje a diferentes tiempos de exposición al medio. Superficialmente, se observaron cambios de color, deformaciones y desintegración considerable, además de un aumento en la fragilidad y capacidad de absorción del material. También se pudo apreciar la presencia de larvas e insectos en los espacios cercanos a las muestras, olores intensos, fibras similares a telarañas y material velloso.

Porcentajes de pérdida de peso

El material biobasado alcanzó pérdidas de peso de hasta 99% en solo 5 semanas de estudio (**Figura 4**), notando que hubo muestras imposibles de recuperar luego de cierto tiempo. En el caso del material sintético (espuma de poliuretano) se obtuvieron pérdidas de masa de hasta 11%, luego de 12 semanas. A pesar de obtener una pequeña pérdida de peso, se considera que esta pudiera ser atribuida a fragmentación de la muestra y no un proceso biodegradativo.

Las secciones de productos sanitarios comerciales basados en fibras naturales sufrieron un porcentaje de pérdida de peso máximo de 40% luego de 9 semanas. Debido a la composición de estos productos, reportados como compostables, los mecanismos degradativos se esperan sean bajo condiciones y mecanismos similares a los biobasados. Además, las fibras de los productos comerciales mostraron evidencias claras de degradación, aunque los procesos ocurrieron a una velocidad mucho más lenta que la correspondiente a la de los materiales biobasados. Finalmente, los porcentajes de pérdida de masa alcanzados por estos materiales, luego de 9 semanas de estudio, fueron sobrepasados por los materiales biobasados en las primeras semanas.

Análisis de la morfología

En la **Figura 5** se observa la morfología del material biobasado, tanto inicial como después de todos los procesos degradativos. Inicialmente, se puede apreciar una cierta porosidad superficial del material. Los poros son de tamaños variados y tienen extremos curvos y suaves, la superficie alrededor es



Figura 3. Fotografía del material biobasado en diferentes etapas de degradación.

casi lisa con ligeras rugosidades (**Figura 5**, Biobasado). Luego de la exposición de este material al medio degradativo en los tiempos indicados, se pueden apreciar cambios en la microestructura, que concuerda con los altos cambios de masa en este material (**Figura 4**). Las marcadas irregularidades de la superficie del material biobasado se consideran como contaminación del medio y pérdida de fragmentos más grandes del material. Posterior a 4 semanas, el material perdió por completo la integridad física tal y como se aprecia en la **Figura 3**.

En el caso de los materiales comerciales se observó que para el material sintético la estructura se mantuvo incluso tras 12 semanas. Se observaron igualmente algunos contami-

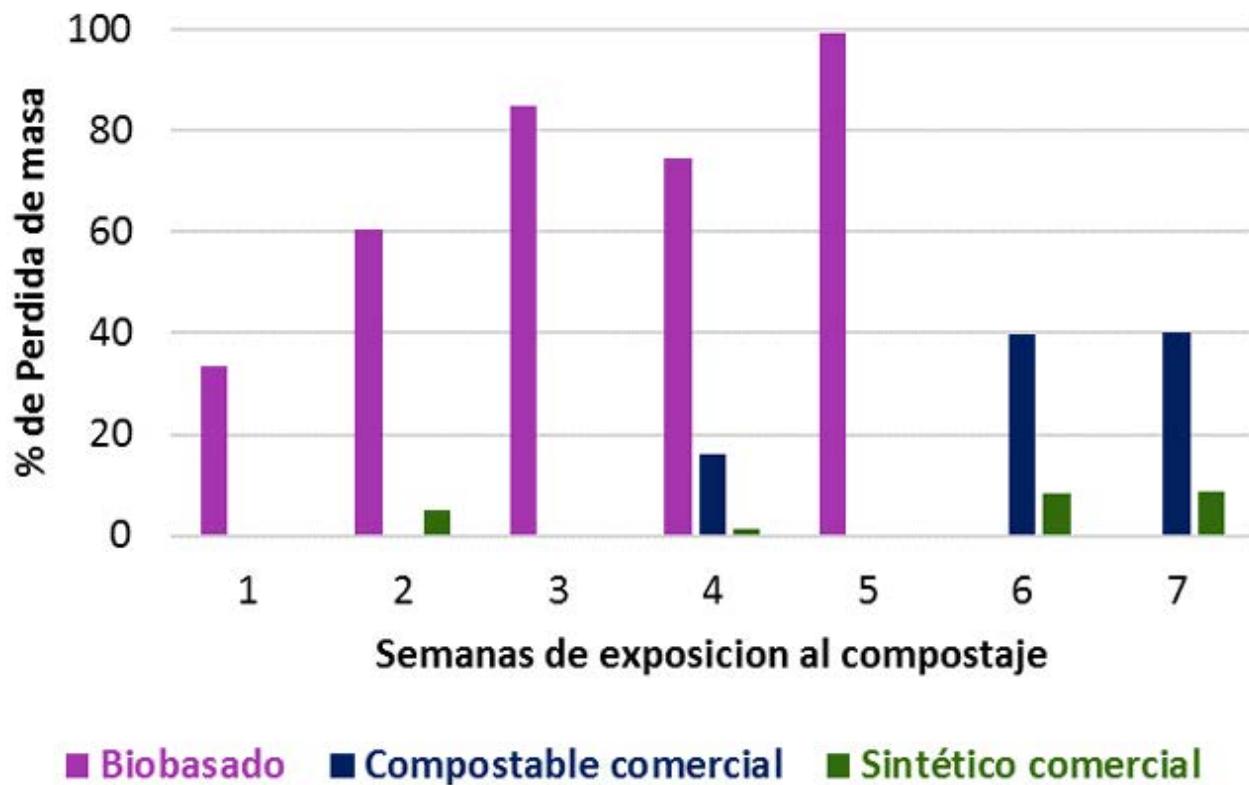


Figura 4. Porcentajes de pérdida de peso en semanas de seguimiento de los distintos materiales (Material biobasado, compostable comercial y sintético comercial).

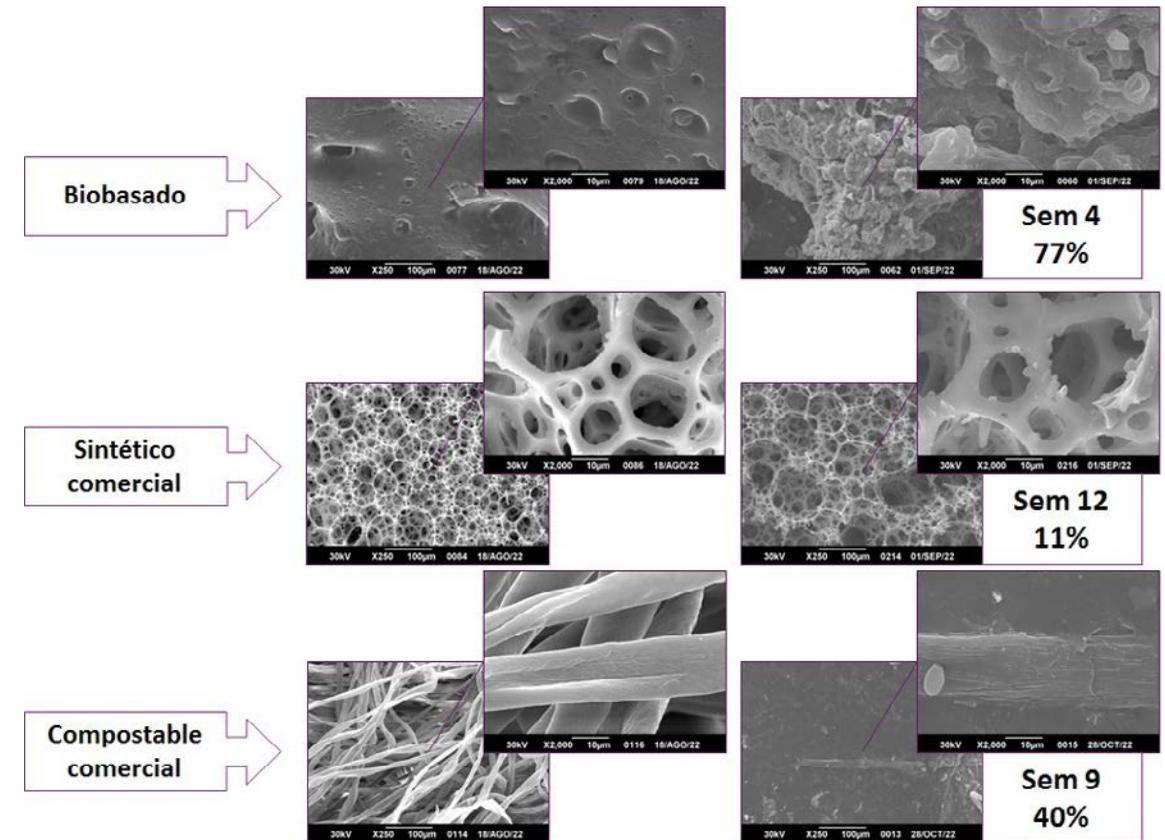


Figura 5. Imágenes a diferentes magnificaciones obtenidas SEM de los materiales, antes (izquierda) y después (derecha) del proceso degradativo. Se muestran los máximos tiempos y % de pérdida de masa de las muestras degradadas.

nantes y fragmentos en la muestra. Sin embargo, en concordancia con los resultados de pérdida de masa (**Figura 4**), no se considera que sea una evidencia de la degradación del material. Asimismo, el estudio del material comercial con sello compostable, resultó en un considerable cambio microestructural de las fibras, las cuales no pudieron ser identificadas luego de las 9 semanas.

Conclusiones y perspectivas

Este estudio permitió verificar que los materiales biobasados basados en mezclas de proteínas, pueden ser degradados en sistemas de compostaje y en menores tiempos que productos comerciales con sello compostable. La rápida biodegradación de estos materiales biobasados ofrece la posibilidad para su empleo en la fabricación de productos sanitarios que sean ecológicamente más amigables que los que existen actualmente en el mercado. Se recomienda estudiar el impacto a largo plazo de los productos de degradación lixiviados al medio ambiente y compararlo con el de los microplásticos producidos por productos comerciales. Asimismo, se recomienda un estudio de cómo los productos lixiviados pueden favorecer o no a los suelos en el caso de procesos degradativos en compostaje.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación BoRydins (Grant F30/19) por el apoyo financiero prestado al proyecto y a Universitets och högskolerådet (Linnaeus-Palme grant 3.3.1.34.15281-2021) por la financiación de las actividades académicas entre Venezuela (USB) y Suecia (KTH), además de al laboratorio de Superficie E-USB por las imágenes SEM.

Referencias

1. Ren Kai Neo, Edward; Yeo, Zhiquan; Sze Choong Low, Jonathan; Goodship, Vanessa; Debattista, Kurt. "A review on chemometric techniques with infrared, Raman and laser-induced breakdown spectroscopy for sorting plastic waste in the recycling industry." *Resources, Conservation & Recycling*, 2022, 180, 106217.
2. Viljakainen, V. R.; Hug, L. A. "New approaches for the characterization of plastic-associated microbial communities and the discovery of plastic-degrading microorganisms and enzymes". *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 2021, 19, 6191-6200.
3. Geyer, Roland; Letcher, Trevor M. "Chapter 2 - Production, use, and fate of synthetic polymers". *Plastic Waste and Recycling*. Academic Press, 2020, 13-32, ISBN [978-0-12-817880-5].
4. United Nations Environment Programme. "Drowning in Plastics – Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics". <https://www.unep.org/resources/report/drowning-plastics-marine-litter-and-plastic-waste-vital-graphics>
5. British Plastics Federation. "Oil Consumption". https://www.bpf.co.uk/press/Oil_Consumption.aspx
6. Cucina, Mirko; De Nisi, Patrizia; Trombino, Luca; Tambone, Fulvia; Adani, Fabrizio. "Degradation of bioplastics in organic waste by mesophilic anaerobic digestion, composting and soil incubation". *Waste Management*, 2021, 134, 67-77.
7. Hoseini, Maryam; Bond, Tom. "Predicting the global environmental distribution of plastic polymers". *Environmental Pollution*, 2022, 300, 118966.

8. Blair, L.A.G.; Bajón-Fernández, Y; Villa, R. "An exploratory study of the impact and potential of menstrual hygiene". *Cleaner Engineering and Technology*, 2022, 7, 100435.
9. European Commission. "EU restrictions on certain single-use plastics". https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics/eu-restrictions-certain-single-use-plastics_en#:~:text=The%20EU%20is%20acting%20against,of%20the%20EU%20Member%20States.
10. Capezza, Antonio J; Newson, William R; Muneer, Faraz; Johansson, Eva; Cui, Yuxiao; Hedenqvist, Mikael S; Olsson, Richard T; Prade, Thomas. "Greenhouse gas emissions of bio-based diapers containing chemically modified protein superabsorbents". *Journal of Cleaner Production*, 2023, 387, 135830.
11. Bae, Jihyun; Kwon, Hoonjeong; Kim, Jooyoun. "Safety Evaluation of Absorbent Hygiene Pads: A Review on Assessment Framework and Test Methods". *Sustainability*, 2018, 10(11), 1-17.
12. Organización de Naciones Unidas. "Department of Economic and Social Affairs". <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/900>
13. Institut National D'Études Démographiques. "Demographic fact sheets". [https://www.ined.fr/en/everything_about_population/demographic-facts-sheets/faq/more-men-or-women-in-the-world/#:~:text=The%20number%20of%20men%20and,496%20are%20women%20\(49.6%25\)](https://www.ined.fr/en/everything_about_population/demographic-facts-sheets/faq/more-men-or-women-in-the-world/#:~:text=The%20number%20of%20men%20and,496%20are%20women%20(49.6%25)).
14. Borooh, R.; Chanakya, H. N.; Dasappa, S. "Investigations into the performance of single chamber sanitary napkin incinerators with empha-

15. Rosenboom, Jan-Georg; Langer, Robert; Traverso, Giovanni. "Bioplastics for a circular economy". *Nature Reviews Materials*, 2022, 7, 117-137.
16. Jiménez-Rosado, M.; Bouroudian, E.; Perez-Puyana, V.; Guerrero, A.; Romero, A. "Evaluation of different strengthening methods in the mechanical and functional properties of soy protein-based bioplastics". *Journal of Cleaner Production*, 2020, 262, 121517.
17. Pollock, Veronica; Enna, S.J.; Bylund, David B. "Proteins". *xPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference*. Elsevier, 2007, 1-11, ISBN [978-0-08-055232-3].
18. Chen, Jingying; Wu, Jing; Raffa, Patrizio; Picchioni, Francesco; Koning, Cor E. "Superabsorbent Polymers: From long-established, microplastics generating systems, to sustainable, biodegradable and future proof alternatives". *Progress in Polymer Science*, 2022, 125, 101475.
19. Capezza, A. J.; Newson, W. R.; Olsson, R. T.; Hedenqvist, M. S.; Johansson, E. "Advances in the Use of Protein-Based Materials: Toward Sustainable Naturally Sourced Absorbent Materials". *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2019, 7(5), 4532-4547.
20. Vert, Michel; Doi, Yoshiharu; Hellwich, Karl-Heinz; Hess, Michael; Hodge, Philip; Kubisa, Przemyslaw; Rinaudo, Marguerite; Schué, François. "Terminology for biorelated polymers and applications (IUPAC Recommendations 2012)". *Pure and Applied Chemistry*, 2012, 84(2), 377-410.
21. Niaounakis, Michael. "2 - Definitions and Assessment of (Bio)degradability on CO and CO2 emissions". *Waste Management*, 2020, 102, 667-676.

- tion". *Biopolymers Reuse, Recycling, and Disposal*. William Andrew, 2013, 77-94, ISBN [978-1-4557-3145-9].
22. Singh, Baljit; Sharma, Nisha. "Mechanistic implications of plastic degradation". *Polymer Degradation and Stability*, 2008, 93(3), 561-584.
 23. Andrady, Anthony L. "Assessment of Environmental Biodegradation of Synthetic Polymers". *Journal of Macromolecular Science*, 1994, 34, 25-76.
 24. Viljakainen, V. R.; Hug, L. A. "New approaches for the characterization of plastic-associated microbial communities and the discovery of plastic-degrading microorganisms and enzymes". *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 2021, 19, 6191-6200.
 25. Thomas, Noreen L.; McLauchlin, Andrew R.; Clarke, Jane; Patrick, Stuart G. "Oxo-degradable plastics: degradation, environmental impact and recycling". *Waste and Resource Management*, 2012, 165(3), 133-140.
 26. Chandra, R; Rustgi, R. "Biodegradable Polymers". *Polymer Science*, 1998, 23(7), 1273-1335.
 27. Jimenez-Quero, A; Pollet, E; Zhao, M; Marchioni, E; Averous, L.; Phalip, V. "Itaconic and Fumaric Acid Production from Biomass Hydrolysates by *Aspergillus* Strains". *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2016, 26(9), 1557-1565.
 28. García-Depraect, Octavio; Lebrero, Raquel; Rodríguez-Vega, Sara; Bordel, Sergio; Santos-Beneit, Fernando; Martínez-Mendoza, Leonardo J.; Aragao Borner, Rosa; Borner, Tim; Muñoz, Raúl. "Biodegradation of bioplastics under aerobic and anaerobic aqueous conditions: Kinetics, carbon fate and particle size effect". *Bioresource Technology*, 2022, 344, 126265.

29. Lin, Chien-Chi; Anseth, Kristi S. "The Biodegradation of Biodegradable Polymeric Biomaterials". *Biomaterials Science*. Academic Press, 2013, 716-728, ISBN [978-0-12-374626-9].
30. Kim Ho, Thi Thien; Tung Tra, Van; Hai Le, Thanh; Nguyen, Ngoc-Kim-Quy; Tran, Cong-Sac; Nguyen, Phuong-Thao; Vo, Thi-Dieu-Hien; Thai, Van-Nam; Bui, Xuan-Thanh. "Compost to improve sustainable soil cultivation and crop productivity". *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2022, 6, 100211.
31. Mahapatra, Saswat; Hibzur Ali, Md.; Samal, Kundan. "Assessment of compost maturity-stability indices and recent development of composting bin". *Energy Nexus*, 2022, 6, 100062.



Liliana Beyalith Hurtado Colmenares es Magíster en Química y Licenciado Químico de la Universidad Simón Bolívar (USB), Caracas,

Venezuela. Desde el 2017 hasta hoy es miembro del grupo de biomateriales poliméricos B⁵IDA de la USB, y durante este periodo ha participado en varios proyectos como el estudio de la degradación de andamio 3D de poliácido láctico obtenido a partir de manufactura aditiva; y de servicios de formulación y caracterización para el sector industrial. Se ha desempeñado como Ayudante Académico en el Dpto. de Química de la USB, dictando laboratorios del área de química orgánica. También ha realizado trabajos de colaboración con el laboratorio CEPROBI de México. Durante el desarrollo de su tesis de maestría realizó una estancia de investigación en el Departamento de Tecnologías de polímeros y fibras del *Royal Institute of Technology* KTH (Estocolmo- Suecia), con el financiamiento del programa Linnaeus-Palme participando en un proyecto colaborativo entre KTH y USB. Su investigación se centra en la obtención, caracterización y degradación de polímeros biodegradables y biopolímeros; así como también en el diseño y procesamiento de nuevos materiales sustentables para diferentes aplicaciones biotecnológicas, biomédicas y farmacológicas, lo cual le ha permitido desarrollar experticias en técnicas de caracterización de biomateriales entre ellas la microscopia electrónica, etc.



Marcos Antonio Sabino Gutierrez, es Doctor en Química y Profesor Titular a dedicación exclusiva del Departamento de

Química de la Universidad Simón Bolívar USB (Caracas-Venezuela), formando parte de la sección de Química Orgánica, y es director del grupo de Investigación en Biomateriales poliméricos B⁵IDA-USB. Realizó postdoc en el INRA de Nantes en Francia y en el grupo 3Bs de la Universidad de Minho en Portugal. Sus áreas de investigación son Química Orgánica, Fisicoquímica, estudio de Propiedades y de Biocompatibilidad de los biomateriales poliméricos para aplicaciones Biomédicas y Farmacológicas. Trabaja en el desarrollo de estructuras tridimensionales 3D para aplicaciones en Ingeniería de Tejidos, hidrogeles bioimprimibles; así como en el desarrollo de micro nano estructuras (como partículas por micro-emulsión o fibras obtenidas por electrospinning). Recientemente se dedica al diseño, procesamiento y biodegradación de nuevos materiales sustentables para aplicaciones biotecnológicas, y también se dedica al estudio de los microplásticos con el grupo de Biología de Organismos CETOXMAR de la USB. Posee un índice h= 21 y un índice i10=31. Mantiene actualmente colaboración científica con el *Royal Institute of Technology* KTH (Estocolmo Suecia) y con varias instituciones brasileñas como CTI Renato Archer, UNICAMP, UNIARA, UFCG, UFPE, INT, entre otras.

<https://ve.linkedin.com/in/marcos-antonio-sabino-guti%C3%A9rez-58b9b43a>

<https://scholar.google.com/citations?user=I6q0GgkAAAAJ&hl=es>

<http://lattes.cnpq.br/6754795461140278>



Jeannine Adriana Moreno Villafranca

es Licenciado Químico de la Universidad Simón Bolívar (USB), Caracas, Venezuela;

y su área de interés se centra en la química aplicada a los estudios medio ambientales. En el 2022 se unió al grupo de biomateriales poliméricos B⁵IDA de la USB. La investigación de su tesis en colaboración con el KTH se enfocó en los procesos de degradación de polímeros biodegradables, biopolímeros y su comparación con polímeros derivados del petróleo, bajo variadas condiciones, particularmente, en compostaje. Actualmente, continúa participando en varios proyectos y artículos científicos entre el grupo B⁵IDA (Venezuela) y Materiales Poliméricos en KTH (Suecia).



Antonio José Capezza, es Ingeniero de Materiales de la Universidad Simón Bolívar (USB – Venezuela) y Doctor con

doble titulación en Fibra y Tecnología del Polímero (KTH- Suecia) y Ciencias Agrícolas (SLU – Suecia). Realizó su postdoc con una beca concedida para formar jóvenes investigadores independientes en KTH (Suecia) a través de la Fundación BoRydins. Su principal interés científico es la transformación de biomasa industrial a productos funcionales, específicamente el uso de esta materia prima de desecho para producir materiales porosos absorbentes de un solo uso. El enfoque de su investigación se basa en economía circular y adaptación de tecnologías actuales de procesamiento de plásticos para nuevos materiales sustentables. También es fundador del startup “SaniSOLE,” que desarrolla materiales amigables con el ambiente para productos sanitarios y ha sido la base de varios proyectos de cooperación con países como Luxemburgo, España y Venezuela. Ha recibido dos premios de innovación y actualmente se le otorgó una beca de investigación para jóvenes científicos como investigador principal (Proyecto “BioRESorb”). Posee un índice $h=16$ y $i10=18$, con más de 35 artículos científicos con diferentes grupos de investigación.

Perfil institucional: <https://www.kth.se/profile/ajcv>

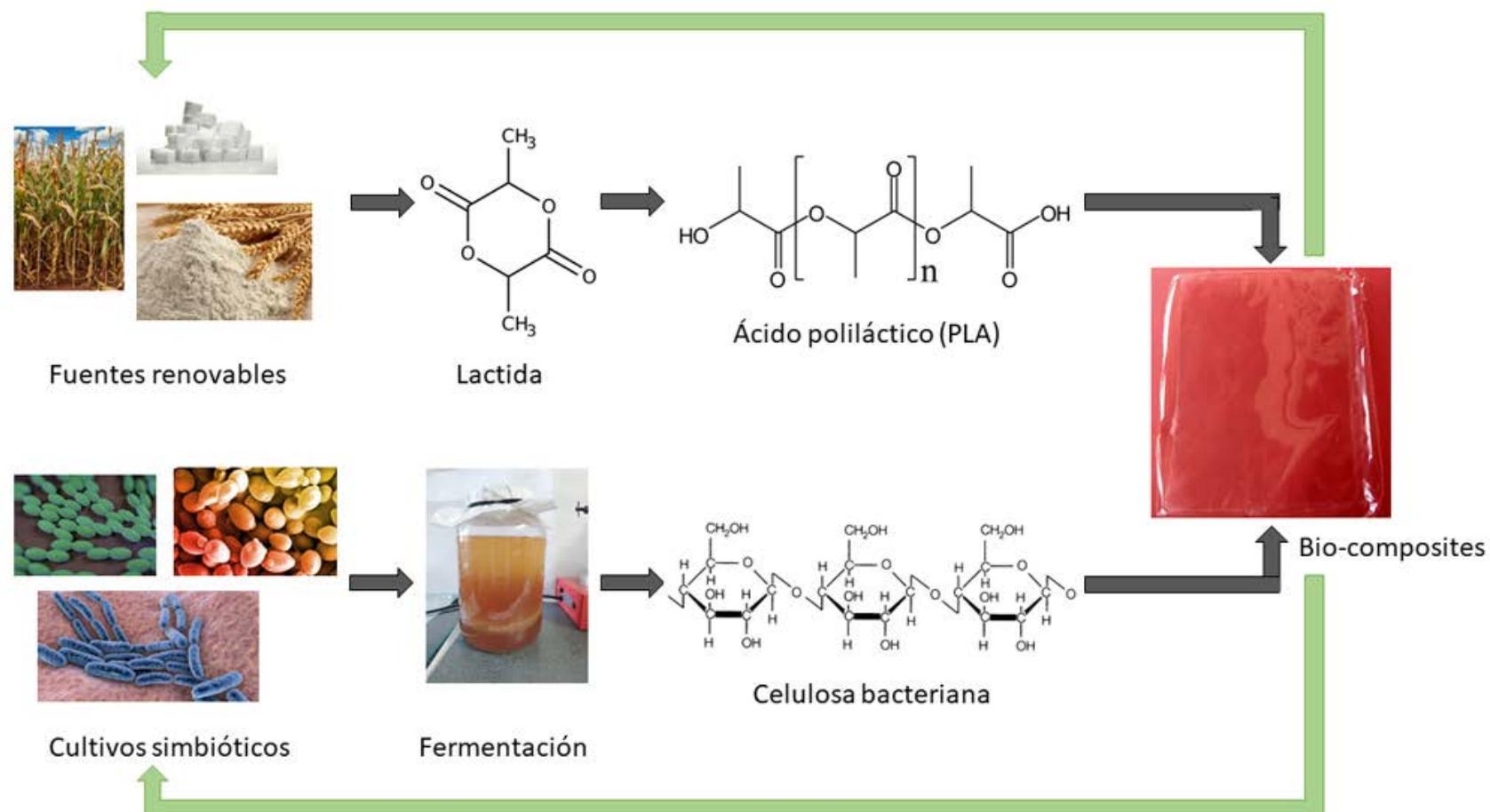
Google scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=BLaHgQUAAAAJ&hl=es&oi=ao>

Composites biobasados y biodegradables: propiedades y aplicaciones

Autores: Valentina Salaris, Victor Oliver Cuenca, Daniel López, Laura Peponi.

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, calle Juan de la Cierva 3, Madrid 28006, España

lpeponi@ictp.csic.es



Resumen

En este artículo se resumen las principales aplicaciones de un polímero biobasado y biodegradable como es el PLA y cómo se pueden mejorar sus propiedades a través de la fabricación de materiales compuestos con varios refuerzos como puede ser el caso de la celulosa de origen bacteriano. Asimismo, se presentan los métodos de producción y las principales propiedades tanto de la matriz polimérica como de este tipo de refuerzo.

Palabras clave: celulosa bacteriana, ácido poli(láctico), composites biodegradables, polímeros sostenibles, materiales bio-basados.

Abstract

This article summarizes the main applications of a biobased and biodegradable polymer such as PLA and how its properties can be improved through the fabrication of composites with various reinforcements, for example, bacterial cellulose. Likewise, the production and the main properties of both polymeric matrix and this type of reinforcement are presented.

Keywords: bacterial cellulose, poly(lactic acid), biodegradable composites, sustainable polymers, bio-based materials.

Ácido poliláctico

Los materiales plásticos son materiales con diferentes propiedades que encuentran aplicaciones en varios ámbitos. Sin embargo, los polímeros derivados del petróleo, no biodegradables, presentan largos tiempos de degradación por lo que los plásticos biobasados y biodegradables representan una de las alternativas más interesantes a los plásticos convencionales.

El ácido poliláctico (PLA) fue producido por primera vez en el 1932 por Wallace Carothers, científico en Dupont. Está constituido por moléculas de ácido láctico, presentes como dos isómeros ópticos, el D (-) láctico y L (+) láctico (**Figura 1**). Este último es el más abundante y es metabolizado por el cuerpo.

Dependiendo del porcentaje de isómero D o L, el procesado y peso molecular, el PLA ten-

drá unas propiedades u otras, ya que todos estos factores influyen en la cristalinidad.

El PLA puede pasar de ser semi-cristalino a amorfo con una cantidad de isómero D superior al 10%, y esto afecta a sus estructuras cristalinas y, evidentemente, a la temperatura de fusión y temperatura de transición vítrea.

El PLA es un poliéster biodegradable que se considera de origen bio, ya que se puede obtener a partir de fuentes vegetales como el maíz, la yuca o la caña de azúcar.

El ciclo de vida del PLA es representado en la **Figura 2**.

Actualmente existen dos procesos básicos para la obtención de ácido láctico (LA) que son la ruta química y la biotecnológica, la cual produce el 95% del consumo de LA.

El método de producción más común de LA

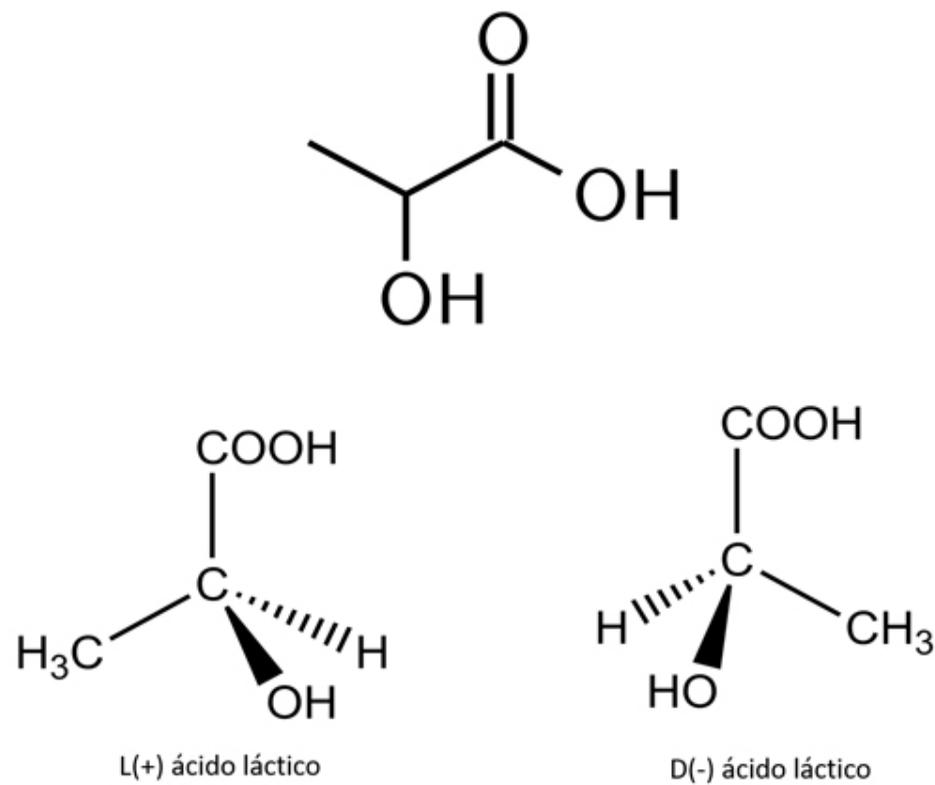


Figura 1. Isómeros del ácido láctico.

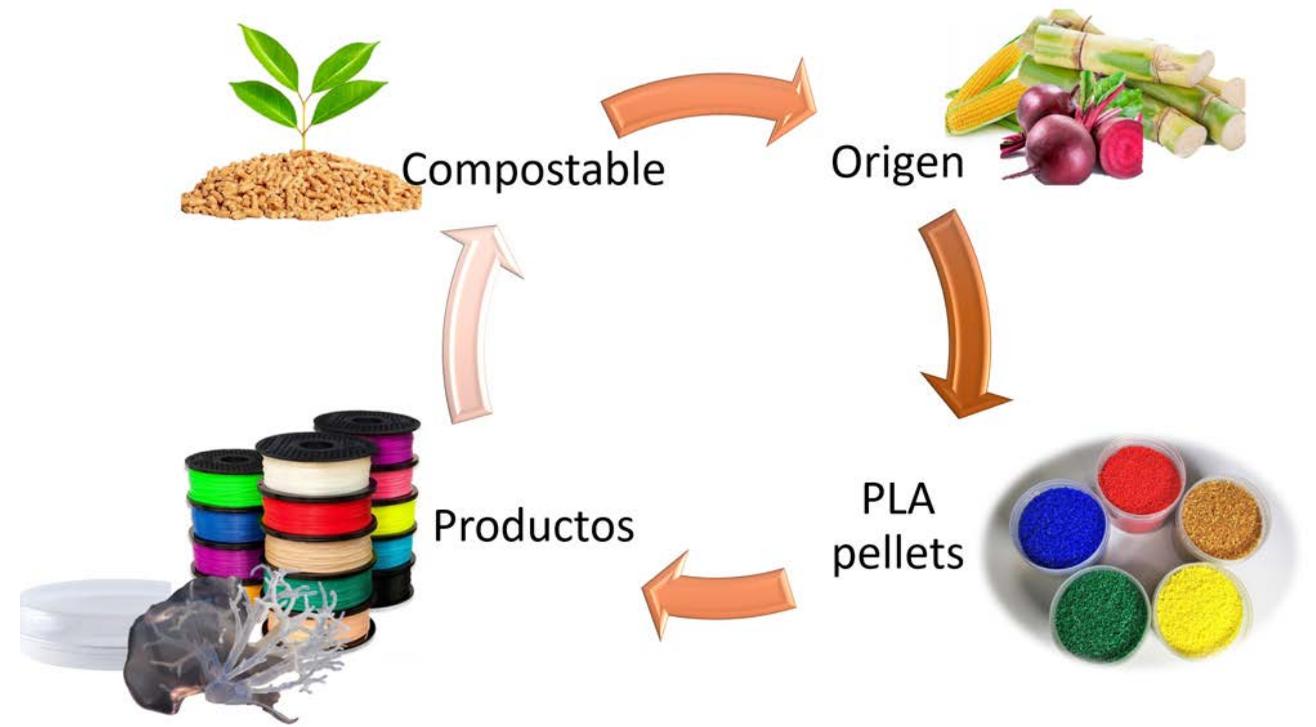


Figura 2. Ciclo de vida de PLA.

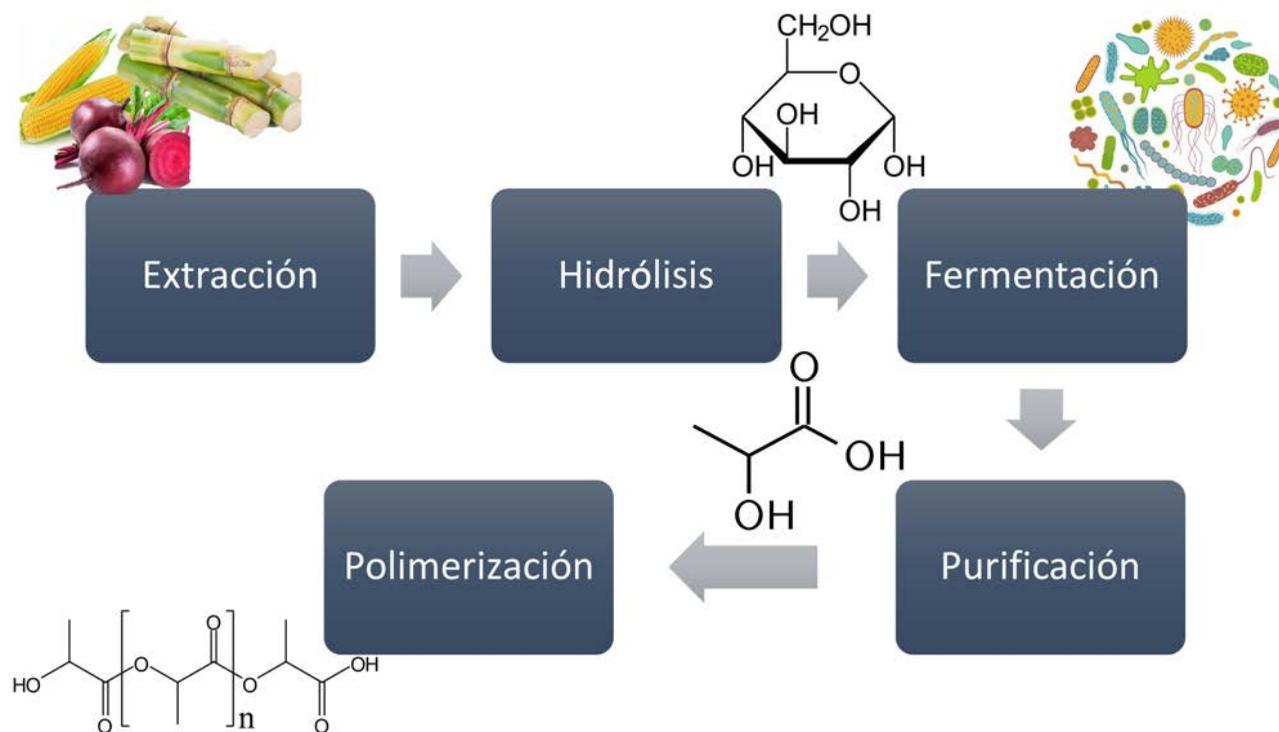


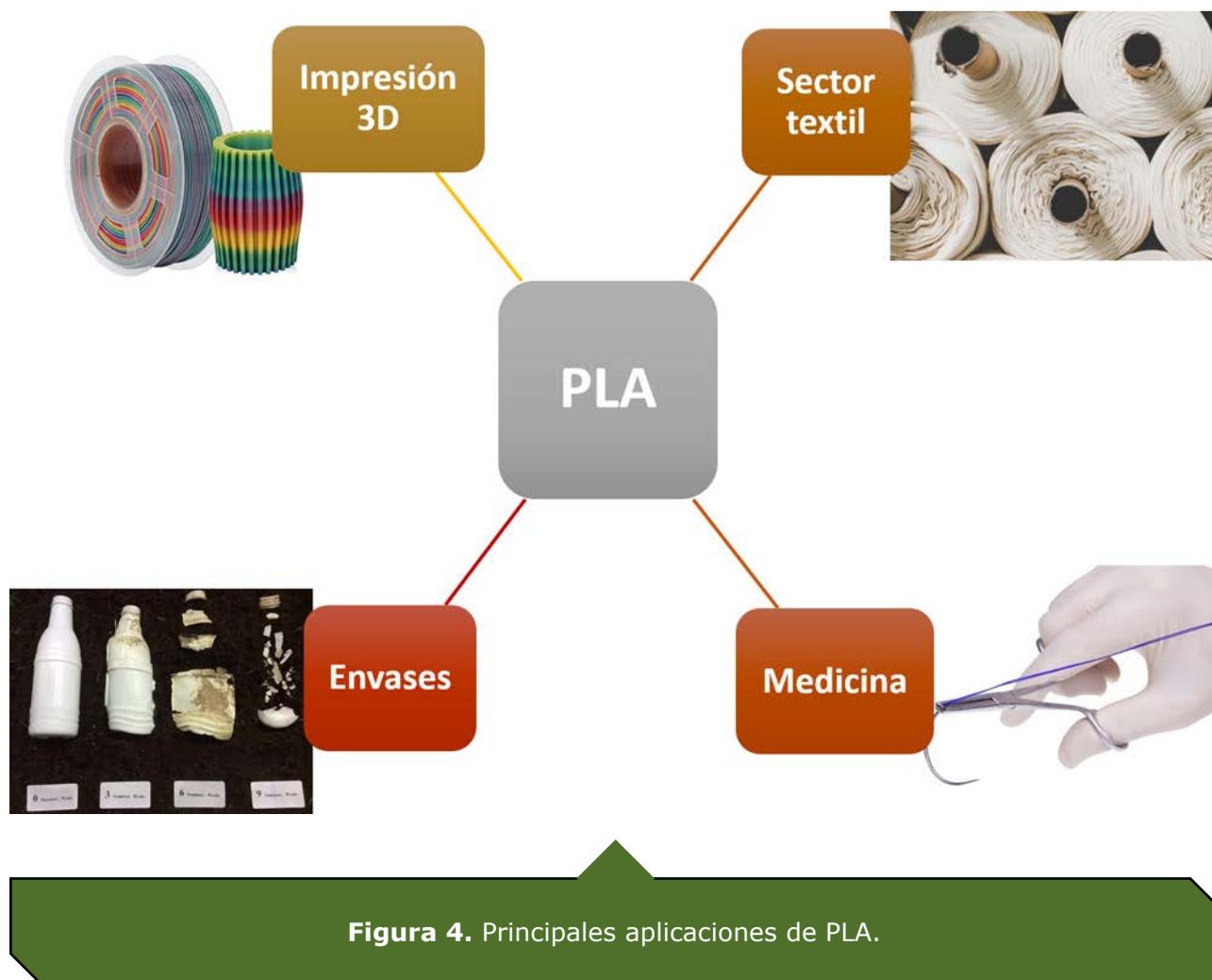
Figura 3. La vía biotecnológica de síntesis de PLA.

vía química es la reacción de acetaldehído con ácido cianhídrico (HCN) para obtener lactonitrilo, el cual se hidroliza para dar LA. Otra ruta es la reacción a alta presión de acetaldehído con monóxido de carbono utilizando ácido sulfúrico como catalizador [1].

Los elevados costes de producción de estas rutas hacen que la vía biotecnológica sea la más utilizada. Además, esta ruta permite la fabricación de los dos enantiómeros ópticamente activos, y no como mezcla racémica que se obtiene mediante la vía química.

La vía biotecnológica (**Figura 3**) se basa en la fermentación de sustratos ricos en carbohidratos como sacarosa de caña de azúcar, remolacha, lactosa, dextrosa y glucosa, mediante bacterias termófilas, que suelen ser *Lactobacillus*, *Canobacterium* entre las más comunes.

La producción de LA consiste en cuatro etapas: la fermentación, hidrólisis del lactado de



calcio, esterificación y destilación y finalmente hidrólisis del éster.

Una vez obtenido el LA, el siguiente paso es la producción de PLA, uno de los métodos es la policondensación del LA, cuyo inconveniente es la generación de moléculas de agua que lleva a la formación de cadenas de bajo peso molecular.

Por ello, se ha desarrollado otra ruta que consiste en la polimerización por apertura de anillo de L-lactida utilizando octoato de estaño como catalizador. Como este mecanismo no genera agua como subproducto, mediante este proceso se obtienen cadenas de más alto peso molecular.

Una de las características que hace que el PLA constituya una de las alternativas más utilizadas en lugar de polímeros provenientes del

petróleo es su biodegradabilidad bajo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y presencia de microorganismos.

De hecho, los microorganismos que atacan la superficie polimérica liberan enzimas que poseen grupos funcionales capaces de atacar los grupos éster del PLA, hidrolizándolos. De esta manera, el peso molecular de las cadenas se reduce de tal forma que los oligómeros formados pueden ser asimilados por los microorganismos.

El peso molecular es uno de los factores que afectan las propiedades físicas y mecánicas de PLA, además de la cristalinidad y del contenido de isómero D y L.

El PLA, además, tiene buenas propiedades barrera al agua, al CO₂ y O₂.

Asimismo, tiene propiedades mecánicas en términos de módulo elástico y resistencia a la tracción comparables a las de los polímeros petroquímicos como el polipropileno (PP), poliestireno (PS) y polietileno (PE) aunque se caracteriza por una baja elongación a rotura [2].

Debido a sus buenas propiedades y facilidad de procesamiento, el PLA tiene una amplia gama de aplicaciones, entre las más importantes: sector textil, medicina, impresión 3D, envases y embalajes (**Figura 4**).

En el sector textil se puede utilizar para crear telas de tapicería, toldos y cubiertas resistentes a la luz UV, además al tener propiedades (humectante) como el algodón, un bajo peso específico, tenacidad más alta, bajo poder calorífico, se ha planteado su utilización como fibras sintéticas para la producción de camisas, vestidos, etc.

En el campo de la medicina, el PLA al ser un material biodegradable y bioabsorbible, por lo que puede ser asimilado por el organismo humano, encuentra aplicación como material de sutura, implantes reabsorbibles, cirugía reconstructiva, como material para el suministro controlado de fármacos como insulina, antiinflamatorios, etc. y también en la ingeniería de tejidos que es un campo más novedoso para la regeneración de tejidos como piel, cartílago, hueso entre otros.

Uno de los campos más innovadores de la industria es el de la impresión 3D, el PLA se puede utilizar como *pellets* o filamentos que suele venir en dos diámetros diferentes: 1,75 mm y 3 mm y en varios colores. Además, se pueden emplear temperaturas más bajas ya que tiene una temperatura de fusión entre 160-170 °C comparada con la de ABS que llega hasta los 260 °C. A través de la impresión 3D se pueden imprimir por ejemplo andamiajes óseos como clavos, placas, tornillos y otros materiales para ingeniería de tejidos, ya que pueden degradarse en el cuerpo por hidrólisis a medida que se va regenerando el tejido [3].

Otro campo de aplicaciones muy importante es en la industria de alimentos donde el PLA se emplea para la fabricación de envases. De

hecho, los establecimientos de comida rápida, aunque no sólo ellos, utilizan materiales desechables, lo que supone la acumulación de plásticos no degradables y que tardan mucho en descomponerse. Para abordar este problema, se están desarrollando envases desechables basados en PLA que cumplen funciones de protección mecánica, barrera a la humedad, a la luz y a los gases y son biodegradables.

Nanocelulosa bacteriana

Como se ha comentado anteriormente, los residuos de productos de consumo diario se encuentran en auge debido a una mayor demanda por parte de una sociedad que cada vez utiliza una mayor cantidad de recursos naturales. Debido a esto, la valorización o transformación de este tipo de residuos en productos de interés para la sociedad es una solución interesante y prometedora para disminuir la explotación de recursos naturales, así como la disminución en la acumulación de residuos generados por el consumo humano.

En concreto unos de los productos más interesantes son aquellos biocomponentes presentes en dichos residuos, como pueden ser la celulosa, el almidón, el agar y diversos productos de origen natural. Debido a su biodegradabilidad por parte de microorganismos presentes en el medio, y a la variedad de propiedades que este tipo de compuestos son capaces de aportar a distintos materiales, como puede ser un incremento en las propiedades mecánicas reduciendo a su vez el peso total del material.

En este artículo nos centraremos en las propiedades que pueden otorgar a matrices de polímeros biodegradables como el PLA, el refuerzo de las mismas con nanocelulosa de origen bacteriano.

Este tipo de nanocelulosa es producida por microorganismos más concretamente por bacterias del tipo gram negativa, en concreto de los géneros *Acetobacter*, *Rhizobium*, *Agrobacterium* y *Sarcina*. Este tipo de bacterias son capaces de producir este tipo de material de forma extracelular, lo que facilita la recuperación y purificación de dicho material.

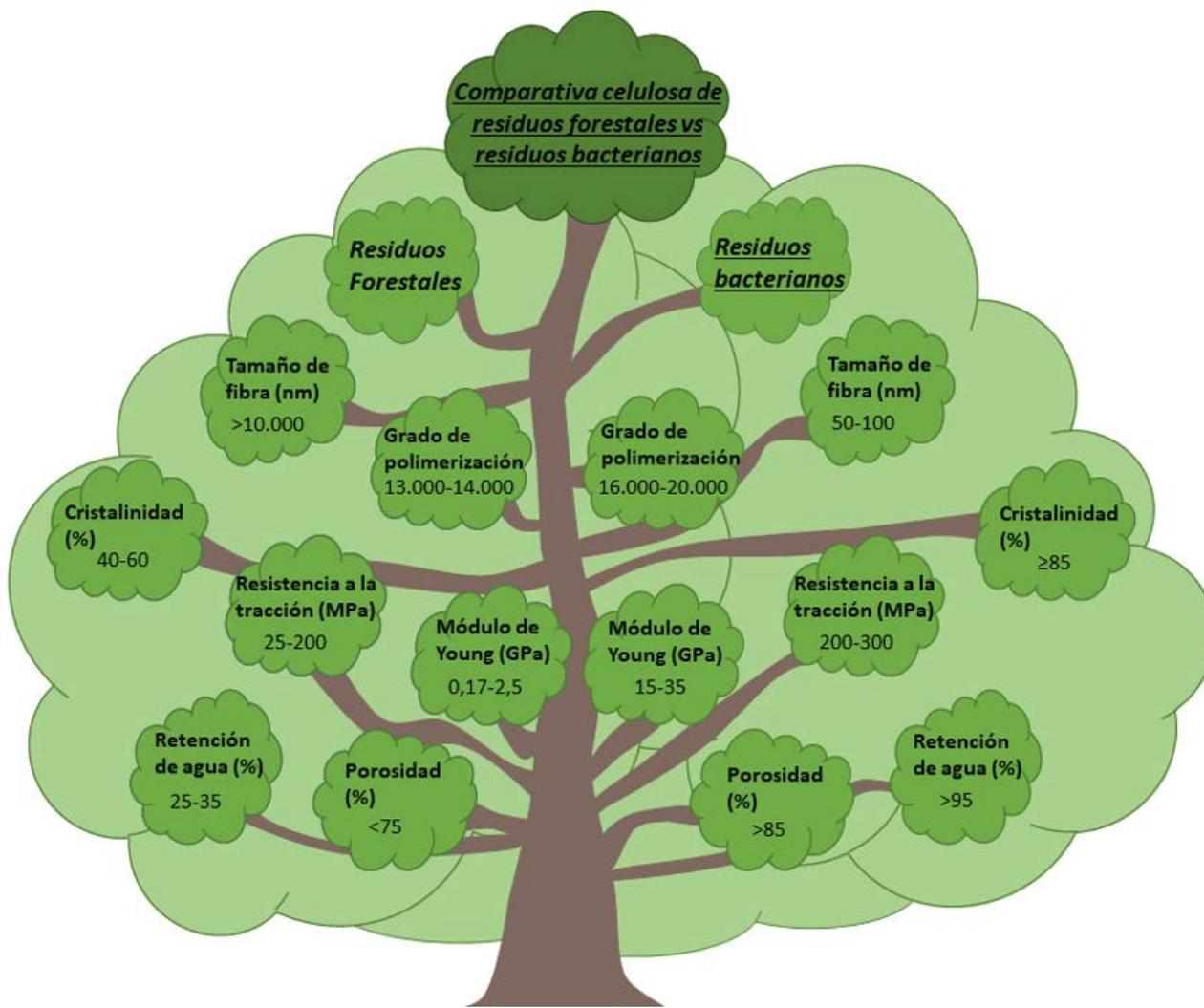


Figura 5. Comparativa entre las propiedades de la celulosa de origen vegetal y nanocelulosa bacteriana.

En contraste con la nanocelulosa obtenida de residuos forestales, este tipo de nanocelulosa posee un mayor grado de pureza, debido a la ausencia de otros residuos como puede ser la lignina, pectina o hemicelulosa presente en residuos vegetales. Estos dificultan en gran medida la purificación de la celulosa haciendo además este proceso menos respetuoso con el medioambiente que el caso del proceso de purificación de la nanocelulosa bacteriana. La purificación de la nanocelulosa bacteriana consiste exclusivamente en la separación

de esta de los restos celulares, siendo este un proceso sencillo y respetuoso con el medioambiente. En relación a la estructura, la nanocelulosa bacteriana presenta una estructura análoga a la de la celulosa de origen vegetal. Se trata de cadenas lineales de 1,4-β-glucosa, las cuales se agregan en microfibras debido a la presencia de enlaces de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals intra e intercatenarias, a su vez, estas son capaces de agregarse en macrofibras, las cuales, a su vez, forman estruc-

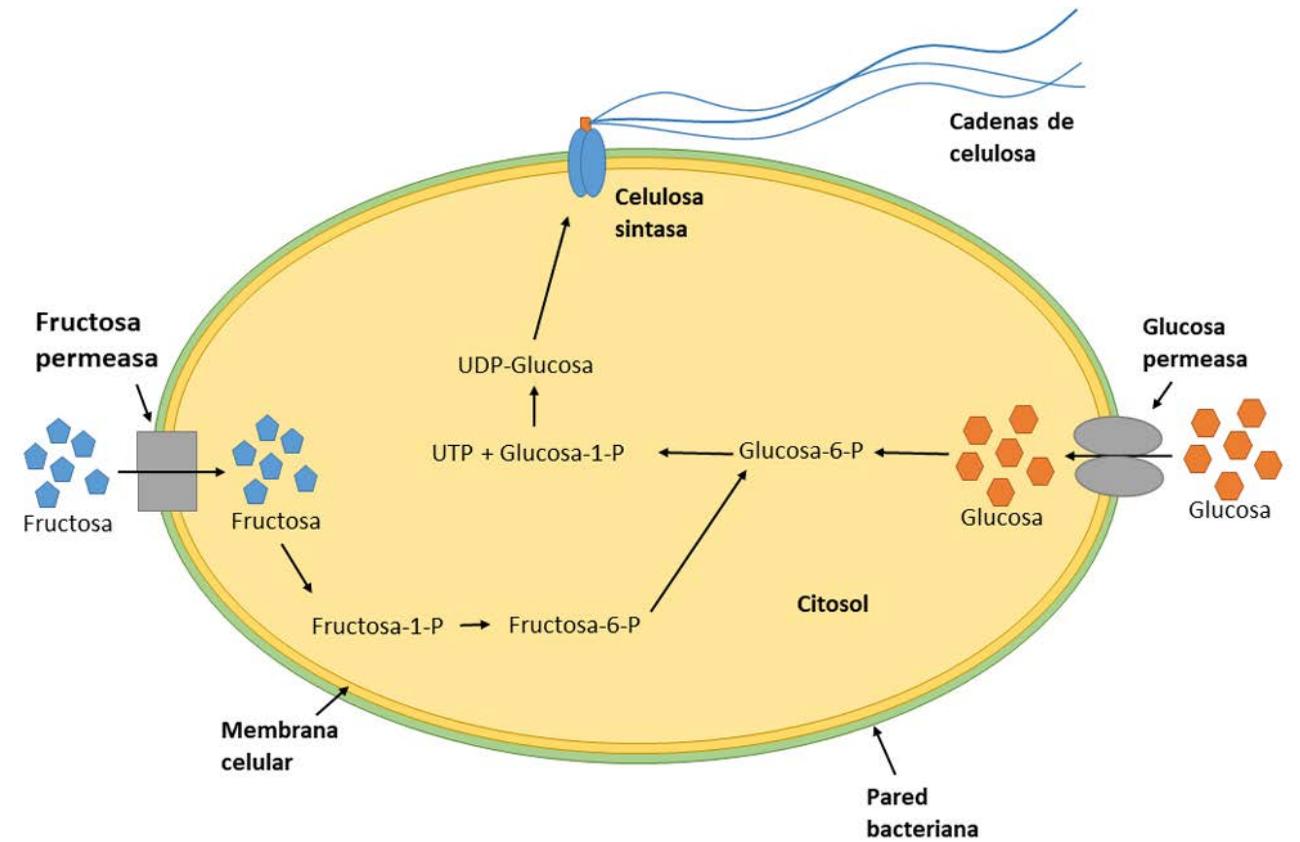


Figura 6. Ruta metabólica de la síntesis de celulosa bacteriana a partir de fructosa y glucosa como sustratos para el caso de la especie *Komagataeibacter*.

turas tridimensionales. Sin embargo, existen ciertas diferencias entre la nanocelulosa bacteriana y la celulosa de origen vegetal, entre ellas una de las más importantes es que la celulosa bacteriana posee una fase cristalina denominada α la cual no presenta su contraparte vegetal, caracterizada por una estructura cristalina denominada β. Este hecho tiene consecuencias directas en la estructura del polisacárido, presentando el de origen bacteriano un grado de cristalinidad (≥85%) mucho mayor al observado en el de origen vegetal (40-60%). Lo cual afecta directamente a algunas propiedades mecánicas del mismo, como pueden ser el módulo elástico o la resistencia a la tracción [4].

Las principales diferencias entre la celulosa de origen vegetal y de origen bacteriana se representan en la **Figura 5**.

Métodos de obtención

En relación a los procesos de obtención de este tipo de materiales, la forma más extendida es la fermentación de cultivos de bacterias en entornos controlados como son los laboratorios. Este proceso tiene lugar mediante una ruta metabólica propia de este tipo de bacterias en el que la enzima más importante para la bioconversión de la glucosa o la fructosa en celulosa es la celulosa sintasa, una enzima transmembrana formada por unidades hexaméricas de las cuales cada una contiene 6 subunidades, en las que a su vez cada subunidad contiene 6 proteínas CesA. Este tipo de proteínas tienen un gran tamaño, de aproximadamente 1000 aminoácidos, con 8 dominios transmembrana y un dominio hidrófilo hacia el citosol. Este hecho conlleva la formación de la celulosa de forma exógena (**Figura 6**).



Figura 7. Fermentación del cultivo simbiótico de bacterias y levaduras (SCOBY) en la producción de kombucha.

Sin embargo, existen fermentaciones industriales de las cuales queda como residuo dichas colonias de fermentación las cuales son desechadas. Este es el caso de la kombucha, una bebida gaseosa de gran auge en los últimos años en la cual se produce una fermentación llevada a cabo por una colonia simbiótica de bacterias y levaduras con el objetivo de producir la bebida gaseosa. Quedando de esta forma como residuo del proceso dicha colonia, la cual, genera celulosa de origen bacteriano como residuo del proceso (**Figura 7**) [5].



Figura 8. Aplicaciones principales de la celulosa de origen bacteriano.

Actualmente la celulosa bacteriana se utiliza principalmente en la industria cosmética, en la industria alimenticia, en las que destaca su rol como estabilizador o emulsionador y como sustituto de grasas. Sin embargo, también cuenta con importantes y prometedoras aplicaciones en otros campos, como puede ser en el campo de la bioingeniería como sistema portador de enzimas, componentes bioactivos o probióticos, en el caso de la industria del envasado de alimentos como material activo o en la industria médica como material para apósitos o incluso como material para órganos prostéticos (**Figura 8**) [6].

PLA + BCNC

Para mejorar las propiedades del PLA, se fabrican materiales compuestos con varios refuerzos dependiendo de las características que se quieran modular.

Debido a sus buenas propiedades mecánicas, pureza y alto grado de cristalinidad la celulosa nanocristalina de origen bacteriano (BCNC) se ha utilizado como refuerzo de matrices poliméricas, el PLA entre ellas. La incorporación de nanocelulosa bacteriana permite mejorar algunas propiedades del PLA como las propiedades mecánicas, ya que es un polímero frágil con solo el 10% de elongación a rotura (**Figura 9**).

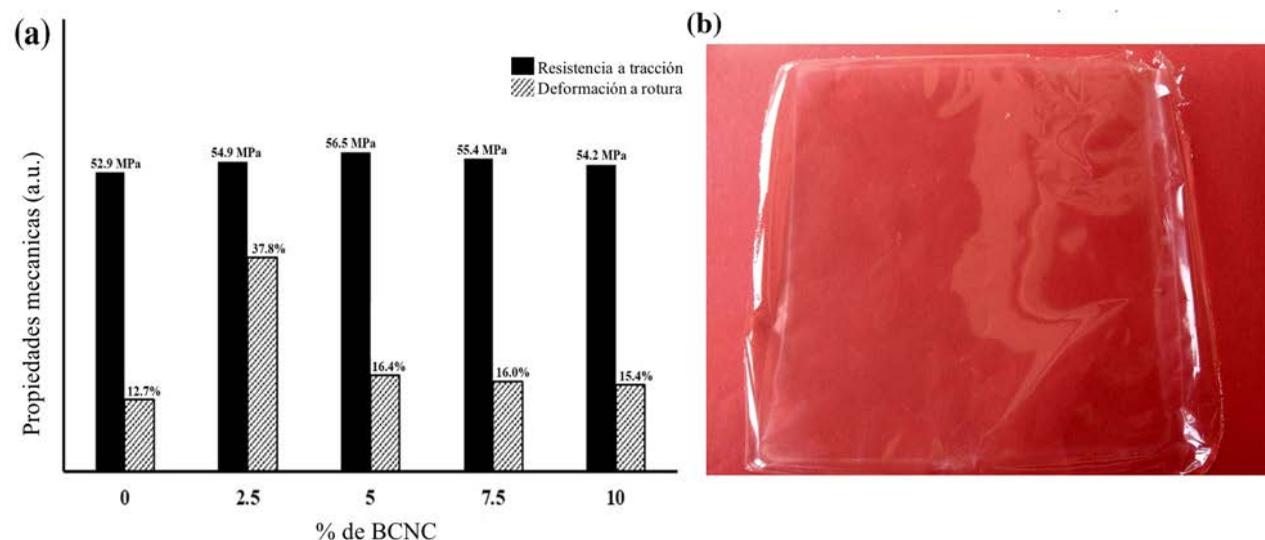


Figura 9. a) Propiedades mecánicas de los bio-compuestos de PLA/BCNC, **b)** imagen fotográfica de película de biocompuesto que contiene 5% p/p de BCNC [7].

Además, la introducción de celulosa permitiría la fabricación de un material con mejores propiedades barrera que se pueden utilizar en embalajes [7].

Conclusiones

Los materiales compuestos de polímeros y cargas biodegradables suponen una importante y prometedora alternativa a los materiales poliméricos convencionales en el campo del envasado de alimentos. Sin embargo, en la actualidad, las prestaciones alcanzadas por este tipo de materiales no se equiparan a las presentadas por los materiales poliméricos utilizados comercialmente. Por ello, es necesaria la continua investigación y optimización de este tipo de materiales hasta alcanzar unas prestaciones iguales o superiores a las presentadas por los polímeros comerciales, haciéndolos de esta forma viables desde un punto de vista industrial.

Referencias

1. Serna C., L.; Rodríguez de S., A.; Albán A., F. Ácido Poliláctico (PLA): Propiedades y Aplicaciones. *Ing. y Compet.* **2011**, *5*, 16, doi:10.25100/iyc.v5i1.2301.
2. Hamad, K.; Kaseem, M.; Yang, H.W.; Deri, F.; Ko, Y.G. Properties and medical applications of polylactic acid: A review. *Express Polym. Lett.* **2015**, *9*, 435–455, doi:10.3144/expresspolymlett.2015.42.
3. Saniei, H.; Mousavi, S. Surface modification of PLA 3D-printed implants by electrospinning with enhanced bioactivity and cell affinity. *Polymer (Guildf).* **2020**, *196*, 122467, doi:10.1016/j.polymer.2020.122467.
4. Justyna Płoska, Monika Garbowska, Antoni Pluta, Lidia Stasiak-Rózańska, Bacterial cellulose – Innovative biopolymer and possibilities of its appli-

cations in dairy industry, *International Dairy Journal*, Volume 140, 2023, 105586, ISSN 0958-6946

5. Yuly A. Ramírez Tapias, M. Victoria Di Monte, Mercedes A. Peltzer, Andrés G. Salvay, Kombucha fermentation in yerba mate: Cellulose production, films formulation and its characterisation, *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, Volume 5, 2023, 100310, ISSN 2666-8939, <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2023.100310>.
6. Ullah, H., Santos, H. A., & Khan, T. Applications of bacterial cellulose in food, cosmetics and drug delivery. *Cellulose*, **2016**, *23*, 2291-2314.
7. Wardhono, E.Y.; Kanani, N.; Alfirano; Rahmayetty Development of polylactic acid (PLA) bio-composite films reinforced with bacterial cellulose nanocrystals (BCNC) without any surface modification. *J. Dispers. Sci. Technol.* **2020**, *41*, 1488–1495, doi:10.1080/01932691.2019.1626739.

El almidón termoprocésado como sustituto renovable y biodegradable a los envases tradicionales

Autores: Pedro Francisco Muñoz Gimena*, Jaime Vaquerizo Gómez, Daniel López García y Laura Peponi.

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, calle Juan de la Cierva 3, Madrid 28006, España

*pfmunoz@ictp.csic.es



Resumen

El creciente interés para reducir el impacto medioambiental de los envases plásticos, ha promovido el desarrollo de nuevos materiales biodegradables. Durante las últimas décadas, los polímeros procedentes de fuentes renovables se han propuesto como una alternativa para los envases de origen fósil. Uno de los polímeros naturales más prometedores es el almidón, especialmente en su forma termoprocésada. Las grandes ventajas del almidón son, fundamentalmente, proceder de una fuente renovable, ser abundante y biodegradable y tener bajo coste y versatilidad.

Palabras clave: almidón termoplástico, biobasado, mezclas poliméricas, biodegradable, nanocristales.

Abstract

The rising concern to reduce the environmental impact from plastic packaging has led to an increase interest in the development of new biodegradable materials. For the last decades, renewable polymers have been proposed as an alternative to fossil based packaging. Starch has an amazing potential, especially in its thermoplastic form. Starch is an abundant and renewable source with biodegradable properties, low cost and versatility.

Keywords: thermoplastic starch, biobased, polymeric blends, biodegradable, nanocrystals.

Almidón

El almidón se puede extraer de semillas, raíces y tubérculos como la patata, el maíz, el trigo o la cebada. Este polisacárido constituye la principal reserva alimenticia de todas las plantas y se transforma en azúcares, según se va requiriendo. El almidón está presente en alimentos básicos como el pan, la patata, el arroz y la pasta, actuando como una fuente vital de carbohidratos en algunas partes del mundo. La extracción del almidón a partir de fuentes comestibles podría resultar en el encarecimiento de los alimentos y desabastecimiento de algunas poblaciones. Por ello, uno de los objetivos científicos ha sido la búsqueda de fuentes botánicas no comestibles y el aprovechamiento de subproductos de cultivos.

En el ámbito industrial, diversas fuentes vegetales se emplean para la obtención de almidón, siendo necesarias etapas sucesivas de extracción, aislamiento y purificación del mismo. De esta serie de procesos se obtiene el almidón puro, o también llamado almidón nativo, como un polvo granular de color blanquecino. El almidón nativo forma gránulos semicristalinos, cuya forma (esférica, ovalada, poligonales, alargada, etc.) y tamaño

(generalmente entre 1 a 100 micrómetros) depende del origen botánico del almidón y puede variar de manera considerable (**Figura 1**). Estos agregados presentan un comportamiento altamente hidrófobo con una alta densidad de enlaces de hidrógeno entre los grupos hidroxilo libres presentes en su estructura.

En este tipo de sistemas tridimensionales encontramos dos estructuras, la amilopectina y la amilosa. En función de la fuente de obtención del almidón la relación entre los componentes presentes en los gránulos varía. Como normal general, el porcentaje de amilosa fluctúa entre el 15-35%, mientras que el porcentaje de amilopectina varía entre el 65-85%. Siendo la relación entre el porcentaje de ambos compuestos macromoleculares uno de los factores determinantes para la estructura, propiedades y procesabilidad. Ambos complejos presentan estructuras análogas, son polisacáridos formados por moléculas de glucosa unidas por enlaces 1-4-glucosídicos en el caso de la amilosa. Mientras que en el caso de la amilopectina presenta a su vez enlaces 1-6-glucosídicos (5% del total de los enlaces), hecho el cual permite la ramificación del mismo (**Figura 2**), resultando en un mayor peso molecular final en el caso de la

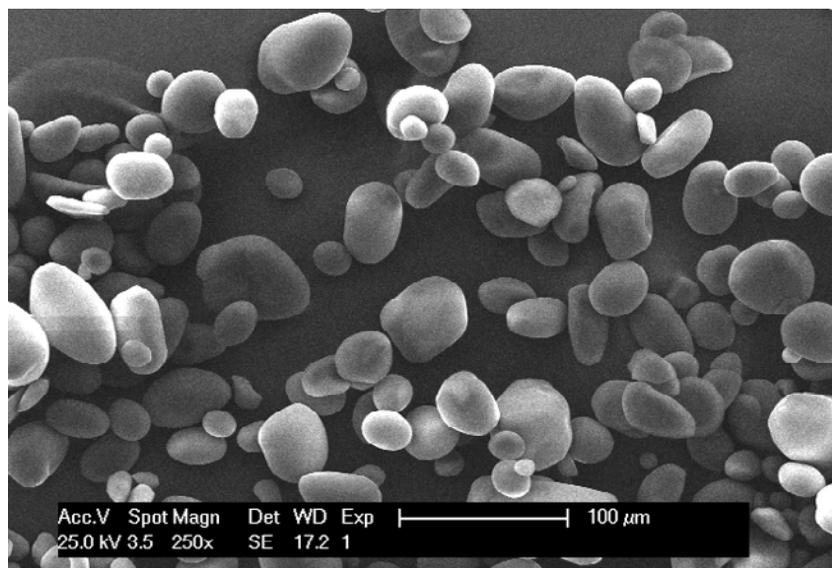


Figura 1. Gránulos de almidón de patata a vista de microscopio electrónico de barrido (SEM).

amilopectina frente al presentado por la amilosa. De forma minoritaria, el almidón puede contener lípidos, proteínas y minerales como calcio, magnesio, fósforo, potasio o sodio.

Los gránulos de almidón tienen una estructura cristalina formada por anillos concéntricos alternando regiones amorfas y cristalinas (**Figura 2**). Las franjas cristalinas están compuestas por amilopectina y las zonas amorfas son una combinación de amilosa y amilopectina [2]. La cristalinidad de los gránulos varía entre un 15 % y 45 % influenciado por el origen del almidón y se puede estudiar mediante la difracción de rayos X. El almidón nativo se puede agrupar en tres tipos cristalinos diferentes o formas polimorfas: el tipo A (cereales como el arroz, maíz y cebada), B (tubérculos como la patata y la tapioca) y tipo C (legumbres como los guisantes). El grado de cristalinidad tiene una gran influencia sobre las propiedades químicas, estructurales, biodegradabilidad y el impacto medioambiental [3].

Almidón Termoplástico

Pese a las grandes ventajas del almidón como sustituyente de materiales poliméricos basados en el petróleo, para la mayoría de aplicaciones es necesario perturbar la estructura granular del almidón mediante un tratamiento térmico. El almidón termoplástico (TPS, por sus siglas en inglés *thermoplastic starch*), se alcanza por interrupción de la estructura cristalina de los gránulos de almidón. Habitualmente, la conversión del almidón en un termoplástico moldeable se hace con ayuda

de agua a altas temperaturas, muchas veces añadiendo un plastificante. Los plastificantes como el glicerol, la urea o el sorbitol se utilizan para incrementar la flexibilidad y procesabilidad del TPS.

Este procesamiento de almidón termoplástico se puede realizar en los mismos equipos usados en la fabricación de materiales plásticos convencionales. Sin embargo, los almidones con diferentes ratios de amilosa-amilopectina tienen distintos comportamientos de transición de fase y propiedades reológicas. Los TPS

formados a partir de almidones con altos porcentajes de amilosa presentan mejores propiedades mecánicas y térmicas. Sin embargo, el procesamiento (especialmente en extrusión) de los almidones ricos en amilosa es mucho más complejo que el resto de almidones debido a la alta viscosidad de fundido.

Films por evaporación de disolvente

La metodología más frecuente para la elaboración de películas o *films* de almidón es la preparación por evaporación de disolvente

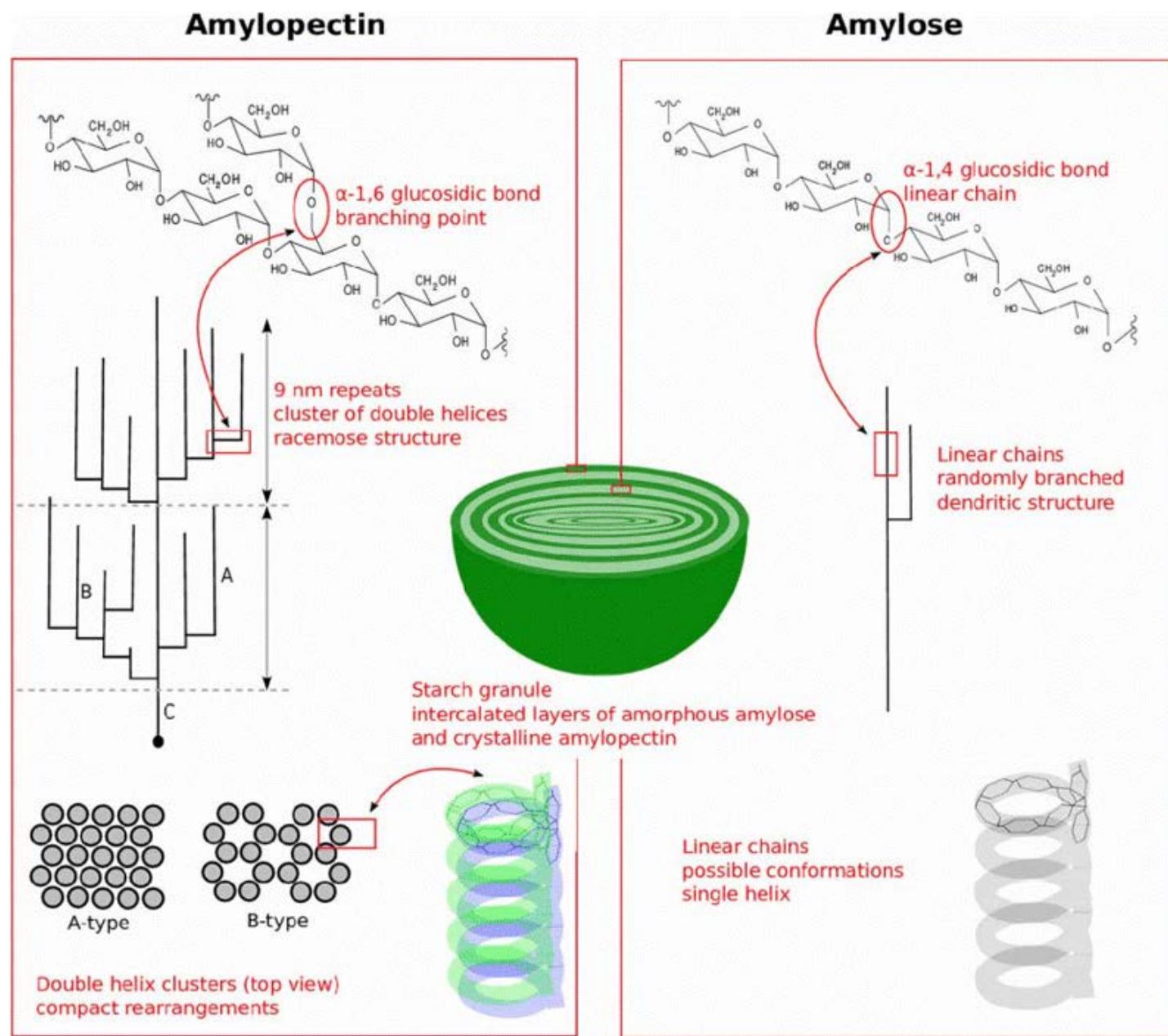


Figura 2. Estructura del gránulo de almidón [1].

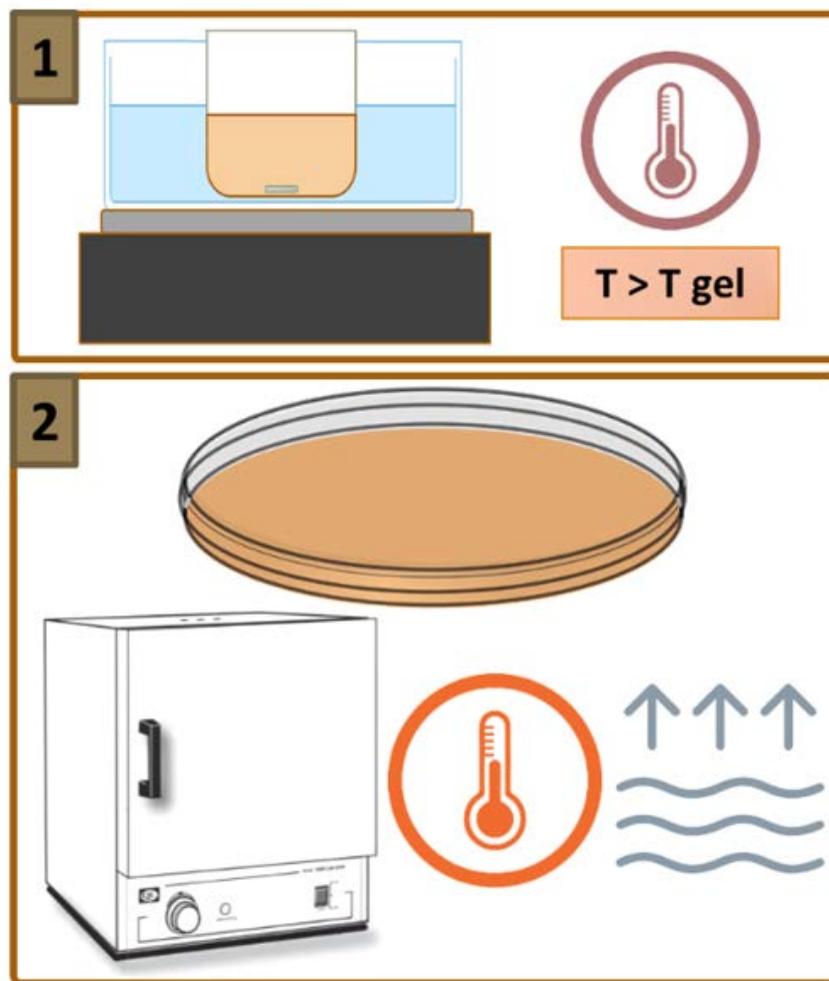


Figura 3. Esquema de la preparación de películas por evaporación de disolvente.

(*solvent casting*). Para ello se dispersa el almidón en una disolución acuosa y se calienta la disolución por encima de la temperatura de gelatinización del almidón (**Figura 3**). En la mayoría de almidones, la temperatura de gelatinización se encuentra entre los 60 y 80 °C. Durante el proceso de gelatinización, los gránulos pierden su cristalinidad y organización estructural de manera irreversible. Una vez gelatinizado el almidón, la disolución se coloca en un molde y se deja a secar en un horno permitiendo la evaporación del agua.

El grosor de la película de almidón se puede definir ajustando el volumen o la concentración de la disolución de almidón al volumen del molde. Las condiciones de secado como la humedad relativa y la temperatura, determinan el tiempo de secado y, consecuentemente, la microestructuras y propiedades del *film*.

Los *films* de almidón puro tienen una baja flexibilidad debido a la fragilidad provocada por los enlaces polares del almidón gelatinizado. Este problema se resuelve añadiendo un plastificante a la mezcla, que ocasiona un debilitamiento en las fuerzas intermoleculares de las cadenas y aumenta su movilidad. La adición de plastificante va acompañada de una mejora de las propiedades mecánicas de los *films*. Generalmente, la adición de plastificante reduce la fuerza a rotura y el módulo de Young, mientras aumenta la elongación a rotura. El glicerol es el plastificante más habitual y se considera el más efectivo en la elaboración de películas, gracias a su pequeño tamaño, que le permite insertarse con facilidad entre las cadenas poliméricas y ejercer mayor influencia en las propiedades mecánicas [4]. Averous y Boquillon señalaron que, en las mezclas de almidón y glicerol, la

composición más favorable era: 70% almidón 30% glicerol (**Figura 4**). A partir del 35% de contenido en glicerol, observaron un descenso en la resistencia a tracción de las películas [5].

La mayor limitación del TPS que impide su uso generalizado en envases es su alta sensibilidad a la humedad y la retrogradación del almidón (proceso de reorganización del almidón gelatinizado en una estructura ordenada) con el trascurso del tiempo. Las propiedades mecánicas también son susceptibles a la reorganización molecular del almidón, que dependen de las condiciones de procesado y almacenamiento [6]. Con el paso del tiempo, las películas presentarán endurecimiento y pérdida de elongación de rotura. Por este motivo, los materiales TPS en envasado para alimentos se están empleando principalmente para productos de vida corta o alimentos secos [7].

Extrusión

La extrusión es un proceso termomecánico muy usado en la producción de polímeros basados en almidón y presenta como ventajas su bajo coste, capacidad de trabajo en continuo, eficiencia energética y versatilidad. La extrusión consiste en fundir y moldear el polímero haciéndolo pasar por una boquilla con forma determinada, en condiciones de flujo constante y bajo presión, para obtener películas (**Figura 5**). En función de las propiedades concretas deseadas, se puede variar las condiciones del proceso, como la velocidad de rotación del rodillo o la temperatura y humedad de procesado.

Durante la extrusión, el almidón es sometido a altas temperaturas y presiones, así como a importantes fuerzas de tensión, dando lugar a una serie de transformaciones tanto físicas como químicas, que se ven reflejadas en las propiedades mecánicas del polímero termoplástico. Además, la especial complejidad estructural de los gránulos de almidón, hace que las nuevas propiedades sean difíciles de entender, debido a los múltiples cambios estructurales, transiciones de fase, y otros procesos propios del almidón como la gelatinización o retrogradación.



Figura 4. Película de almidón de hueso de aguacate y glicerol desarrollada en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros del CSIC.

Mientras el almidón nativo puede presentar regiones de una alta cristalinidad debido a la direccionalidad de los enlaces de hidrógeno intra e intermoleculares que producen un ordenamiento de las cadenas poliméricas, los procesos de tratado térmico permiten modificar estas regiones semicristalinas para formar un material amorfo mediante una serie de etapas. En primer lugar, como consecuencia de la elevada temperatura, se produce la ruptura de estos enlaces de hidrógeno, en especial de las cadenas de amilopectina, perdiéndose parte de las regiones ordenadas en la estructura del almidón. A continuación, las fuerzas de tensión provocan la degradación de las cadenas de amilopectina, de modo que las ramificaciones se acortan, obteniendo cadenas cada vez más similares a la amilosa en cuanto a tamaño, hasta el punto de llegar a romperse los enlaces α -1,6 glucosídicos de las ramificaciones. Esto desencadena un aumento del porcentaje de amilosa en el almi-

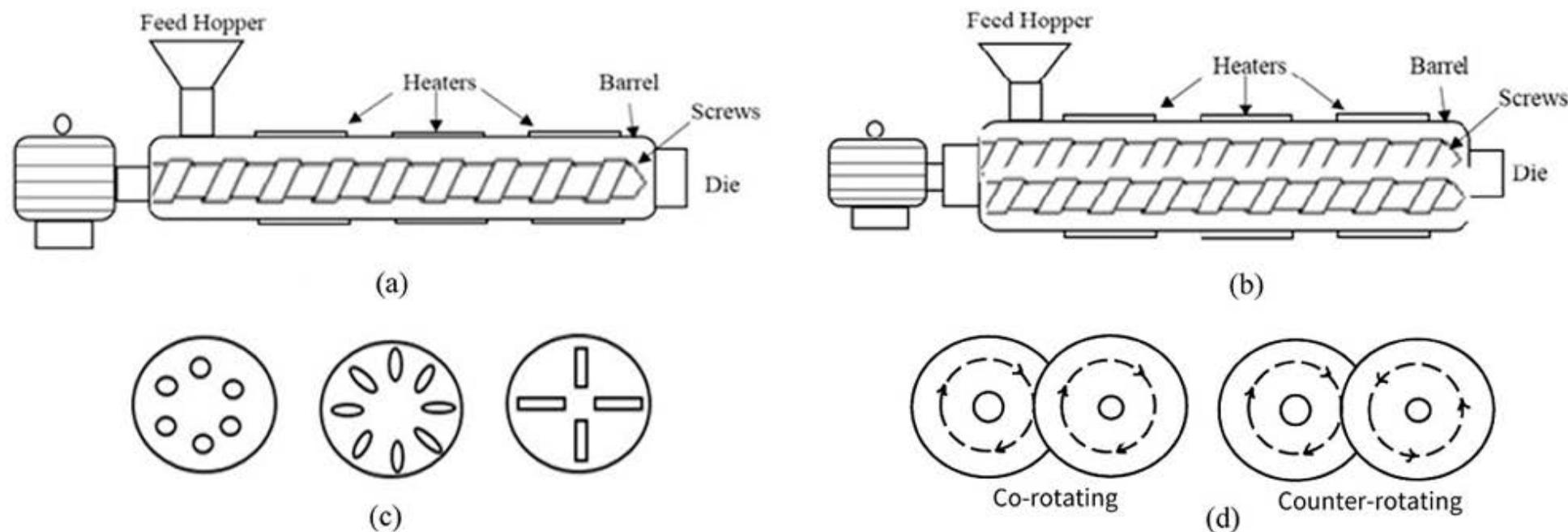


Figura 5. Tipos de extrusoras: (a) extrusora de un husillo, (b) extrusora de doble husillo, (c) tipos de boquillas y (d) husillos co- y contra-rotantes [8].

dón, lo cual tiene numerosas consecuencias durante el proceso de extrusión.

Por otro lado, cuando las cadenas de amilosa son sometidas a la degradación, se produce principalmente el acortamiento de las mismas, pudiendo llegar a ser tan cortas que dejan de experimentar el proceso de retrogradación. Además, cuando se degradan estas cadenas, pueden formar complejos con los lípidos presentes en el almidón obtenido de fuentes naturales [9].

Otro fenómeno de interés es el cambio en el porcentaje de amilosa durante la extrusión en función del origen botánico del almidón. Esto es debido a que en algunos almidones se degradan más las cadenas de amilosa y en otros las de amilopectina. Mientras en el almidón de la harina de plátano verde se degradan preferentemente los enlaces α -1,6 glucosídicos, produciéndose un aumento del porcen-

taje de amilosa [10], en el almidón de harina de maíz se observa una disminución, debido a la degradación predominante de los enlaces α -1,4 de las cadenas de amilosa frente a las de amilopectina [9].

Como se ha comentado anteriormente, el porcentaje de amilosa en el almidón es fundamental para optimizar las condiciones de extrusión. Los polímeros con altos porcentajes de amilosa son más difíciles de procesar, debido a que se requieren temperaturas más altas para la extrusión, pero dan lugar a materiales con mejores propiedades mecánicas.

La complejidad estructural del almidón da lugar a procesos muy interesantes, pero a su vez provoca que las propiedades de procesamiento de cara a la extrusión no sean idóneas. Esto es debido en gran parte a los enlaces de hidrógeno formados, que dan lugar a la complicada estructura del almidón y a sus

propiedades, como la elevada viscosidad, las transiciones de fase o la retrogradación. Una forma de solucionar esto es la modificación de las cadenas del almidón. Si se reemplazan grupos hidroxilo por otros grupos como ésteres y éteres, de modo que se formen menos enlaces de hidrógeno, las condiciones de procesamiento mejoran. En este sentido, el método más empleado a la hora de mejorar tanto la procesabilidad como las propiedades mecánicas del almidón, es emplear mezclas poliméricas, en las cuales se añaden otros polímeros más hidrófobos.

Blends

El almidón termoplástico se considera un material biodegradable y económicamente viable, que se puede producir a partir de almidones con variedad de orígenes botánicos. Sin embargo, sigue presentando las desven-

tajas del almidón puro: propiedades mecánicas sensibles a la humedad y baja estabilidad a largo plazo. Para sobrepasar estos inconvenientes, se suele recurrir al desarrollo de mezclas poliméricas o también denominadas *blends*, una manera sencilla, rápida y barata de conseguir combinaciones de propiedades que no suelen estar presentes en un único material polimérico. La mezcla con otros polímeros biodegradables permite mejorar las propiedades, preservando la biodegradabilidad del almidón. Se han propuesto numerosas combinaciones de almidón tanto con polímeros naturales como sintéticos.

Como ejemplo de polímero sintético destaca el poliácido láctico (PLA). El PLA es uno de los polímeros más empleados en mezclas de almidón, ya que consigue mejorar las propiedades mecánicas de este, disminuyendo la fragilidad del material, sin alterar la degradabilidad y reduciendo considerablemente el coste del material. Sin embargo, al ser el PLA un polímero hidrófobo, es necesario añadir un agente que aumente la compatibilidad de ambos polímeros, como el anhídrido maleico, o plastificantes como el glicerol. Otros polímeros sintéticos que se suele emplear para mejorar las propiedades mecánicas del almidón son el alcohol polivinílico (PVA), el succinato de polibutileno (PBS) o la policaprolactona (PCL).

En la categoría de polímero natural, la celulosa se suele mezclar frecuentemente con el almidón. Como curiosidad, la diferencia entre el almidón y la celulosa a nivel estructural es la orientación espacial de los monómeros de la glucosa (**Figura 6**). En el almidón encontramos enlaces glucosídicos tipo α por los enlaces tipo β de la celulosa, es decir, en el almidón los monómeros están orientados en la misma dirección, mientras en la celulosa cada unidad glucosídica rota 180° con respecto al eje de la cadena polimérica del monómero anterior. De forma similar a otras mezclas, el objetivo principal sigue siendo el refuerzo de las propiedades mecánicas.

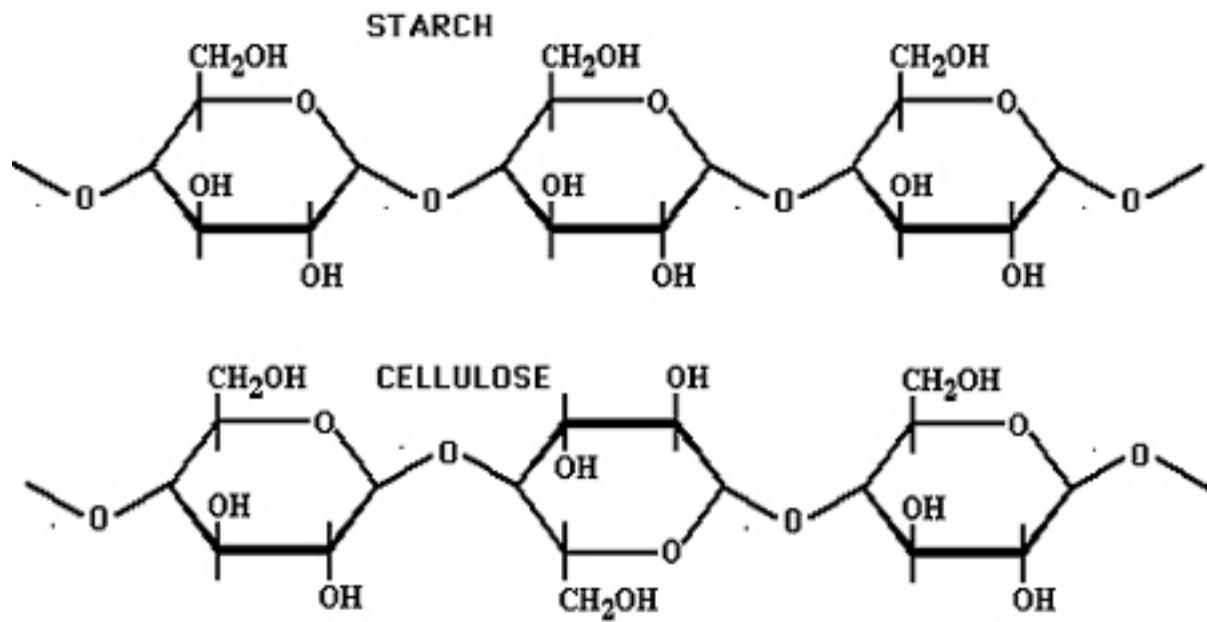


Figura 6. Estructura del almidón (enlaces α 1-4) y celulosa (enlaces β 1-4).

Refuerzos

De forma adicional, el almidón se puede emplear como refuerzo en películas de almidón u otros polímeros, por a su alta compatibilidad y abundancia. Destacamos los nanocristales de almidón obtenidos por hidrólisis ácida y las nanopartículas producidas por tratamiento con ultrasonido de los gránulos.

Para la formación de nanocristales, el almidón se dispersa en una disolución de ácido fuerte, siendo el ácido más ampliamente utilizado el ácido sulfúrico 3,16 M, durante un tiempo de 5 días a 40 °C con agitación constante (Figura 7). La región amorfa del almidón, correspondiente con la zona rica en amilosa, es más

susceptible a la hidrólisis, siendo posible la degradación completa de esta zona sin afectar a la fracción cristalina del almidón. Este proceso de hidrólisis se realiza a bajas temperaturas debido al proceso a la gelatinización que presenta el almidón a temperaturas elevadas ($T \geq 60$ °C). Finalizado el proceso de hidrólisis, se procede con la neutralización del medio de reacción mediante centrifugación del mismo con agua desionizada, seguida de la liofilización del producto. Los nanocristales presentan una morfología en forma de plaqueta, que resulta idónea para la función de refuerzo, pero tienen como contrapartida el aumento de la opacidad de los *films* [5].

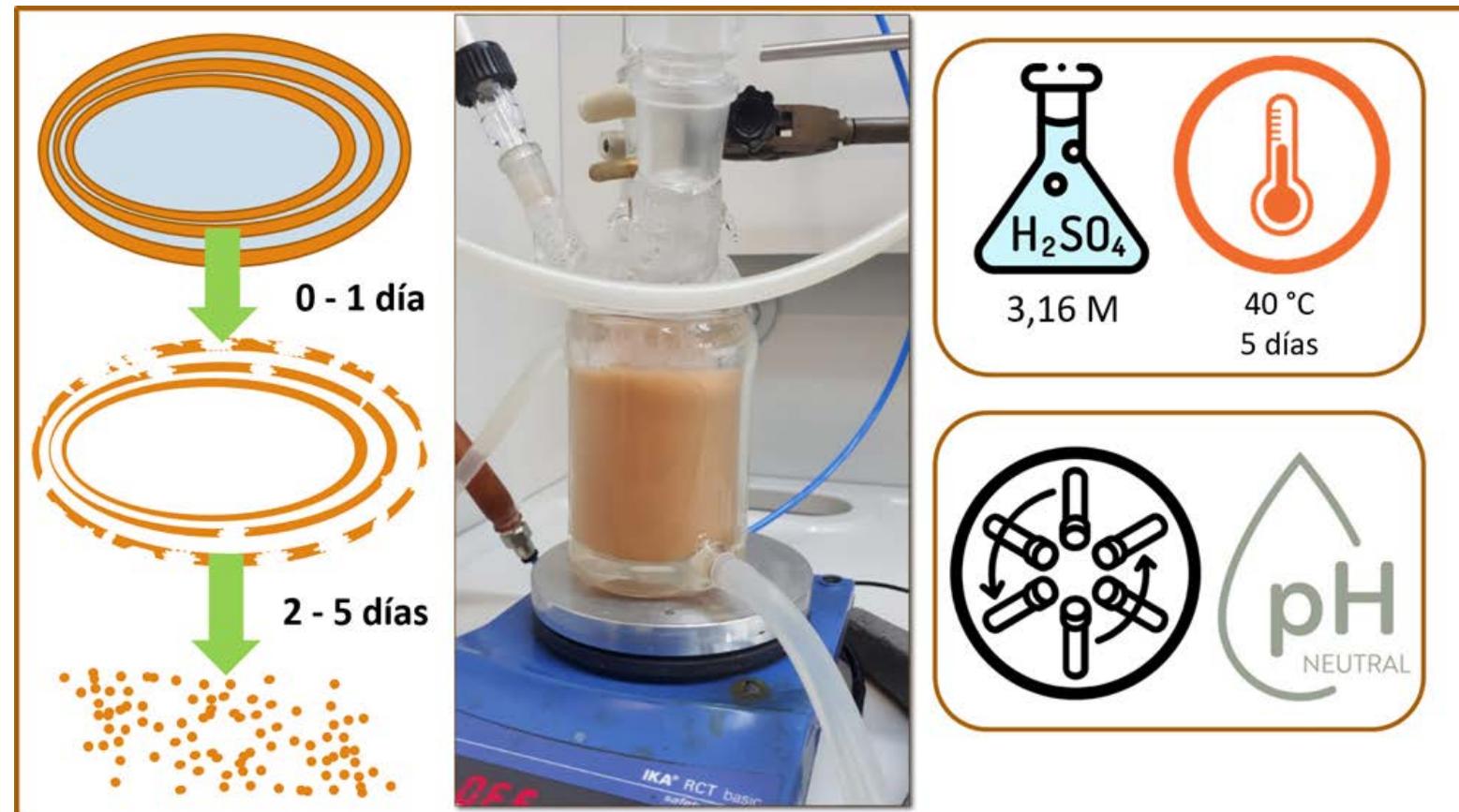


Figura 7. Esquema elaboración nanocristales.

A diferencia de los nanocristales, las nanopartículas de almidón se pueden obtener por métodos físicos, como el ultrasonido. Durante el sonicado, los gránulos experimentan un erosiónamiento que comienza en la superficie y continúa en forma de fragmentación del gránulo hasta alcanzar un tamaño límite. El procesamiento de nanopartículas puede alterarse por parámetros como la potencia de sonicación y frecuencia, temperatura, tiempo de tratamiento y las propiedades del almidón. Otro factor interesante es la cavitación causada por el colapso de burbujas en la disolución. Estas explosiones pueden provocar la desestructuración del gránulo e incluso la rotura de las cadenas poliméricas. La adición de nanopartículas, incluso en bajas cantidades, tiene un fuerte efecto reforzante y mejora de las propiedades barrera. Como contrapartida, las nanopartículas tienen una alta tendencia a agregarse, reduciendo el área superficial con otros polímeros de la matriz, provocando un empeoramiento de las propiedades mecánicas. Para evitar la agregación es importante asegurar una dispersión homogénea del refuerzo dentro de la matriz.

Conclusiones

El almidón es un material abundante, barato y renovable que se presenta como sustituto del plástico tradicional en el ámbito del envasado. Su capacidad de degradación y alta versatilidad resultan muy interesantes para el desarrollo de nuevos materiales capaces de reducir el impacto medioambiental. Para la obtención de bioplásticos de almidón es necesario desestructurar los gránulos mediante algún proceso térmico como el *casting* o la extrusión. El *casting* al contrario que la extrusión, es una técnica sencilla, pero tiene como desventaja su limitada capacidad para el escalado industrial. Para aumentar la procesabilidad se suele recurrir a plastificantes como el glicerol. La mezcla de almidón con otros polímeros o la adición de refuerzos permite mejorar las propiedades de las películas termoplásticas y abaratar costes.

Referencias

1. Raguin, A., Ebenhö, O., Design starch: stochastic modeling of starch granule biogenesis. *Biochem Soc Trans* 15 August 2017; 45 (4): 885–893.
2. Reynolds, A., *Proc. Agric. Film.* 2009, 2009, 24–26.
3. Gamage, A.; Liyanapathirana, A.; Manamperi, A.; Gunathilake, C.; Mani, S.; Merah, O.; Madhujith, T. Applications of Starch Biopolymers for a Sustainable Modern Agriculture. *Sustainability* 2022, 14, 6085.
4. L. Avérous and N. Bouquillon, *Carbohydr. Polym.*, 2004, 56, 111.
5. Mchugh, T. H., Aujarf, J. F. and Krochta, J. H. *Macromol. Mater. Eng.*, 2000, 276, 1.
6. Thiewes, H.J., Steeneken, P.A.M., 1997. The glass transition and the sub-Tg endotherm of amorphous and native potato starch at low moisture content. *Carbohydrate Polymers* 32 123-130.
7. Haaj, S.B., Thielemans, W., Magnin, A., Boufi, S., 2016. Starch nanocrystals and starch nanoparticles from waxy maize as nanoreinforcement: a comparative study. *Carbohydrate Polymers* 143, 310-317.
8. Albhagat, C.G.; Mahato, D.K.; Mishra, H.N. Effect of extrusion processing on physicochemical, functional and nutritional characteristics of rice and rice-based products: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 2019, 85, 226–240.
9. Zhang, X.; Chen, Y.; Zhang, R.; Zhong, Y.; Luo, Y.; Xu, S.; Liu, J.; Xue, J.; Guo, D. Effects of extrusion treatment on physicochemical properties and in vitro digestion of pregelatinized high amylose maize flour. *J. Cereal Sci.* 2016, 68, 108–115.
10. Sarawong, C.; Schoenlechner, R.; Sekiguchi, K.; Berghofer, E.; Ng, P.K.W. Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour. *Food Chem.* 2014, 143, 33–39.

Color Technik se incorpora al Grupo GRAFE

Color Technik AG, Widnau (Suiza) se ha asociado recientemente con Grafe Polymer Solutions GmbH, Blankenhain, y como parte del grupo GRAFE permitirá a la compañía alemana expandir su catálogo de plásticos termoestables, fluoropolímeros y dispositivos médicos. La alianza de ambas compañías será muy positiva especialmente en el mercado suizo, gracias a la sinergia de ambas. De ahora en adelante, Color Technik AG podrá aprovechar toda la cartera de la empresa GRAFE y ofrecer su gama de productos y compuestos en la República Alpina.



“Queremos mostrar a nuestros clientes cómo pueden beneficiarse del conocimiento combinado de nuestras dos empresas”, explicó Lars Tonnecker, Gerente de Ventas de Grafe. Por ejemplo, Color Technik puede recurrir al equipamiento y tecnología de Grafe en Blankenhain y hacer uso de las capacidades de desarrollo, gestión de calidad y un gran equipo de expertos en color del socio alemán. “Además, estamos en condiciones de implementar mayores capacidades en poco tiempo”, agregó.

“La filosofía básica de ambas empresas es muy similar. Atendemos a todo el mercado suizo y nos concentramos en este negocio principal”, informó Jan Meik Menke, director general de Color Technik, refiriéndose a la posibilidad de implementar pedidos desde pequeñas cantidades de producto (1 kg) hasta unas pocas toneladas. “Estamos

diseñados para ofrecer un servicio rápido. Eso significa que entregamos el pedido en el menor tiempo posible, incluso dentro de las 24 horas, para un pedido de 100 kilogramos de masterbatch”. La producción está adaptada exclusivamente a la demanda.

Además, Color Technik tiene una experiencia única en el campo de la coloración de fluoropolímeros y plásticos termoestables utilizados en medicina, odontología, ingeniería eléctrica e ingeniería mecánica, tales como PVDF, ETFE, PEEK, PSU. “GRAFE se beneficia de esta oferta. Juntos podemos lograr mucho y satisfacer las necesidades de numerosos clientes”, dice Menke.

GRAFE se ha consolidado con éxito en el mercado como fabricante líder durante más de 30 años con sus tres áreas de negocio: masterbatches de color, aditivos y compuestos

funcionales. La empresa es un motor de innovación en la producción de granulados de color. Además de calidad y funcionalidad, se ofrece un servicio integral de color. En los laboratorios del líder tecnológico, cada año se producen 10.000 masterbatches nuevos diferentes en variantes individuales, se prueban y se personalizan de acuerdo con las necesidades individuales de los clientes.

En el campo de los compuestos, GRAFE ofrece una amplia gama de granulados eléctricamente conductores además de soluciones plásticas específicas adaptadas al cliente y a la aplicación. Los plásticos modificados pueden ayudar a dar solución a los efectos no deseados de las cargas eléctricas son indeseables, como pueden ser las explosiones. Los compuestos eléctricamente conductores y permanentemente antiestáticos transforman el plástico de aislante en

conductor, abriendo así nuevos campos de aplicación.

GRAFE también ofrece una amplia gama de aditivos granulados, incluidos los de relleno y refuerzo mezclados con polímero. Como resultado se obtienen materiales con propiedades optimizadas que se adaptan especialmente a las necesidades del cliente. Retardantes de llama que contienen halógenos y libres de halógenos, películas resistentes a los rayos UV, termoes-tabilizadores, lubricantes o antiestáticos son solo algunos ejemplos de la amplia cartera de productos de GRAFE. Continuamente se desarrollan nuevos productos y procesos, y se crean soluciones para aplicaciones específicas.

Color Technik AG fue fundada en 1995 y produce masterbatch de color y compuestos para la industria de procesamiento de plásticos. Los clientes de Color Technik AG cubren numerosos sectores de plásticos, desde electrodomésticos hasta tecnología médica y de embalaje. Todos los socios y productores son de la UE. Los clientes reciben una confirmación por escrito de que las materias primas cumplen con los estándares, el producto es seguro para los alimentos y las materias primas están incluidas en la lista de la FDA. La empresa está certificada por SQS ISO 9001:2015. La certificación bajo ISO 13485, norma de dispositivos médicos ópti-

ma para la industria médica, está en preparación.

Además del negocio principal, también se producen lotes combinados que tienen propiedades como resistencia a los rayos UV, antiestático, marcado láser, estabilización, etc. La coloración de fluoropolímeros que no son fáciles de procesar también forma parte de la gama. La empresa depende por completo de los controles de calidad de extremo a extremo, que comienzan al inicio de la producción. Después de un control de proceso en línea, se produce una placa de muestra, que sirve como objeto de referencia para futuras producciones. A esto le sigue una inspección visual en la oficina con luz diurna y, finalmente, un dispositivo de medición del color asegura el proceso por medio de la medición óptica.

Para más información:

Tel.: +49 (0) 36459 51 45
grafe@grafe.com
<https://www.grafe.com>

AIMPLAS participa en un proyecto europeo para desarrollar una planta de recuperación de materiales robótica y portátil que mejorará el sistema de gestión de residuos en zonas remotas



El Proyecto RECLAIM combinará equipos de reciclado mecánico y sistemas robóticos de clasificación con inteligencia artificial en un contenedor, que podrá transportarse donde sea preciso y ponerse a punto en pocas horas.

Además, dentro del proyecto, se desarrollarán juegos para la concienciación y el compromiso con el medio ambiente de la ciudadanía.

La gestión de los residuos es una tarea de cierta dificultad en zonas remotas, aisladas, con grandes variaciones en la cantidad de población según la estación o en lugares en los que la cantidad de residuos que se generan no son suficientes para justificar la puesta en marcha de infraestructuras de reciclaje. Es el caso por ejemplo de las islas, como las Islas Griegas donde cada verano los residuos se llevan a tierra firme para su tratamiento o procesado. Esto conlleva altos costes y poca eficiencia.

El proyecto RECLAIM desarrollará una planta de valorización de materiales (MRF por sus siglas en inglés) de bajo coste, portátil y fácil de instalar, que permitirá recuperar materiales en cualquier zona, incluso en áreas recónditas. Además, el

proyecto desarrollará juegos para fomentar la concienciación y el compromiso con el medio ambiente de la ciudadanía y animarla a que tome medidas para aumentar la recuperación de materiales a partir de residuos.

AIMPLAS, Instituto tecnológico del Plástico, participará en RECLAIM poniendo en valor su amplia experiencia en la recuperación de plásticos y en economía circular. En palabras del investigador de Reciclado Mecánico de AIMPLAS, Javier Grau, “nuestro papel se centrará en definir los requisitos y la especificación del equipo MRF portátil y robótico. También priorizaremos la valorización de plásticos y optimizaremos el rendimiento del sistema para los distintos casos de uso”.

En línea con el Pacto Verde Europeo, el proyecto RECLAIM aglutina las últimas tecnologías para la creación de instalaciones de recuperación de materiales portátiles y robóticas. RECLAIM combinará equipos de reciclado mecánico y sistemas robóticos de clasificación con inteligencia artificial en un contenedor, que podrá transportarse donde sea preciso y ponerse a punto en pocas horas. Este sistema permitirá la eficaz recuperación de materiales reciclables con un número mínimo de trabajadores y seguirá siendo funcional y sostenible durante varios años después de que finalice el proyecto. El sistema se validará en localizaciones reales en las Islas Jónicas.

Además, en el marco del proyecto, se fomentará la concienciación social en materia de reciclado gracias al desarrollo de un juego que pondrá el foco en los retos del reciclado y animará a la ciudadanía a participar en actividades del proyecto desde el punto de vista científico de la población para proporcionar datos a la formación en inteligencia artificial y aprendizaje interactivo.

El proyecto está financiado por el programa Horizonte 2020 de la Unión Europea y está formado por tres centros de investigación, dos universidades, una autoridad regional, un centro de responsabilidad del productor, una empresa de robótica, una empresa de gestión de la innovación y una asociación internacional. Los miembros son: FORTH – Foundation for Research and Technology (Grecia), AIMPLAS (España), Axia Innovation (Alemania), ION (Grecia), IRIS (España), HRRC – Hellenic Recovery Recycling Corporation (Grecia), KU Leuven (Bélgica), Robenso – Robotic Environmental Solutions (Grecia), ISWA - International Solid Waste Association (Países Bajos) and UoM - L-Universita ta' Malta (Malta).

El Proyecto RECLAIM ha recibido financiación del Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del Acuerdo de Subvención No: 101070524.

Sobre AIMPLAS

En AIMPLAS, Instituto Tecnológico del Plástico, tenemos un doble compromiso: aportar valor a las empresas para que creen riqueza y dar respuesta a los retos sociales para mejorar la calidad de vida de las personas y garantizar la sostenibilidad medioambiental.

Somos una entidad sin ánimo de lucro perteneciente a la Red de Institutos Tecnológicos de la Comunitat Valenciana, REDIT y ofrecemos a las empresas del sector de los plásticos soluciones integrales y personalizadas. Desde los proyectos de I+D+i hasta la formación y los servicios de inteligencia competitiva y estratégica, pasando por otros servicios de carácter tecnológico como los análisis y ensayos o el asesoramiento técnico.

Además, apoyamos los 17 ODS del Pacto Mundial de las Naciones Unidas mediante el ejercicio de nuestra actividad y nuestra responsabilidad social.

Para más información:

Elisa Cones
Tel.: 96 136 60 40 (ext. 3525)
econes@aimplas.es
www.aimplas.es

El análisis circular e integral de los impactos de los materiales en el edificio centrará la colaboración entre URSA y GBCe

URSA, que fue miembro del equipo fundador de GBCe, renueva su compromiso de colaboración como patrocinador Plata.

La compañía ha colaborado con la asociación desde su nacimiento en 2009.

“Conocer cómo se analizan de forma integral los impactos ambientales de los productos utilizados en los edificios a lo largo de todo su ciclo de vida, nos permite un aprendizaje integral que tiene una gran utilidad para fijar nuestra visión y misión como fabricantes”, explica Marina Alonso.

URSA continuará un año más brindando su apoyo a Green Building Council España (GBCe), asociación con la que lleva colaborando desde su fundación en 2009.

El acuerdo de colaboración, que convierte a URSA en Patrocinador Plata de GBCe, ha sido firmado por la directora general de GBCe, Dolores Huerta y la directora de Marketing de URSA, Marina Alonso.

URSA y GBCe renuevan su trabajo conjunto en el marco de los macro-objetivos de la Comisión Europea para la Edificación Sostenible. Estos objetivos forman parte del proyecto europeo Life Level(s), impulsado por la Comisión Europea para generalizar la edificación sostenible en Europa mediante una mayor sensibilización y la utilización del marco Level(s), es decir, el conjunto de indicadores comunes de la Unión Europea para abordar el comportamiento medioambiental de los edificios a lo largo de todo su ciclo de vida.

“Esta colaboración nos permite conocer cómo se analizan de forma integral los impactos ambientales de los productos utilizados en los edificios a lo largo de todo su ciclo de vida, desde que nos suministran las materias primas, fabricamos el material, lo transportamos, se instala,



se gestionan los residuos y se utiliza el edificio durante toda su vida útil. Nos permite un aprendizaje integral que tiene una gran utilidad para fijar nuestra visión y misión como fabricantes”, explica Marina Alonso.

“Este marco Level(s), potenciado y adaptado a la realidad del mercado gracias al proyecto Life Level(s), permite que prime esa perspectiva de ciclo de vida a la hora de analizar la sostenibilidad de un edificio”, asegura Dolores Huerta. “Que un patrocini-

nador como URSA colabore en este ámbito de trabajo nos ayudará a plantear un lenguaje común a la hora de abordar la sostenibilidad de los edificios, con un conjunto de indicadores y parámetros comunes a todos”, añade la directora general de GBCe. Esta metodología tiene en cuenta seis grandes objetivos: minimizar las emisiones de carbono de todo el ciclo de vida del edificio, optimizar el diseño del edificio desde la economía circular, hacer un uso eficiente del agua, crear espacios cómodos y sanos,

adaptar los edificios a los futuros cambios climáticos, y no perder de vista todos los costes del ciclo de vida del edificio.

Para Marina Alonso esta visión circular, alejada de los análisis parciales que solo estudian una etapa del ciclo de vida, nos permite entender todos los factores que intervienen en el edificio desde antes de su construcción y hasta después de su demolición. Esta información nos ayudará a adoptar decisiones estratégicas para crear procesos y materiales cada vez más eficientes y con menor impacto ambiental.

Desde la asociación agradecen el respaldo de URSA. “Nuestra asociación no podría abordar un abanico tan amplio de actividades, ni dar cumplimiento a sus proyectos y objetivos sin el apoyo de la industria. URSA es parte de la historia de GBCe y nos alegra continuar nuestro camino junto a ellos”, declara Huertas.

La compañía, que formó parte del equipo fundador de la asociación, ha colaborado con la asociación en diversas iniciativas como el apoyo al Grupo de Trabajo por la Rehabilitación (GTR), el Proyecto Europeo BUILD UPON y los Congresos Mundiales y Regionales SB.

Sobre URSA

URSA, perteneciente a la multinacional de materiales de construcción Xella, es una empresa dedicada a la producción y comercialización de materiales de aislamiento térmico y acústico orientados a la sostenibilidad y eficiencia energética en la edificación.

Cuenta con una amplia presencia comercial tanto en España como en Europa gracias a sus 13 plantas de producción repartidas estratégicamente en todo el continente europeo.

URSA es, a día de hoy, uno de los mayores fabricantes de Europa de lana mineral y poliestireno extruído (XPS), dos materiales de aislamiento totalmente complementarios que contribuyen a aislar térmica y acústicamente los edificios. Los productos de URSA ayudan a reducir la demanda energética de los edificios, principalmente en calefacción y refrigeración, permitiendo a los usuarios una reducción en el consumo energético y, en sostenibilidad, estos productos no sólo contribuyen al bienestar del usuario final, sino también ayudan al medio ambiente, reduciendo las emisiones de CO₂, y a la economía del país, disminuyendo la dependencia de éste a los combustibles fósiles.

Para más información:

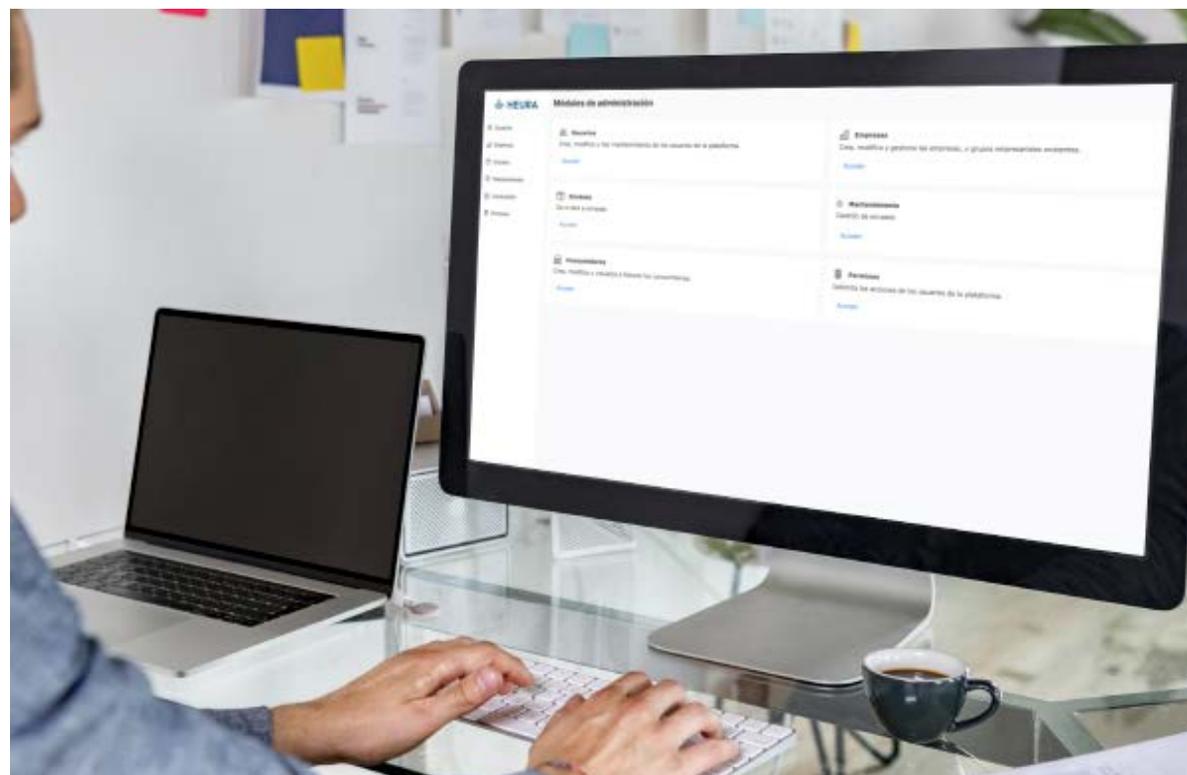
Helena Platas
Tel.: 636 78 85 70
helenaplatas@cpaccomunicacion.com

Desarrollan una nueva tecnología para gestionar la trazabilidad de envases reutilizables a gran escala

El Cluster de Envase y Embalaje es el coordinador del proyecto 'Track & Trace Reuse', cofinanciado por los fondos Next Generation del Ministerio de Industria.

Heura Gestió Ambiental, junto a Nettrim Technology y TECNARA, ha desarrollado esta innovación.

El resultado final será una aplicación colaborativa para la trazabilidad y el control de envases reutilizables de uso industrial.



Entre las nuevas directrices que la Unión Europea ha marcado para avanzar en materia de Economía Circular, destaca el fomento del uso de envases reutilizables. Para que este tipo de envases y embalajes puedan emplearse de nuevo, es fundamental contar con sistemas avanzados basados en nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones que puedan realizar una trazabilidad completa de dichos envases y embalajes en todos los procesos.

Con el fin de poder impulsar la trazabilidad de envases reutilizables a gran escala, un consorcio de entidades está desarrollando el proyecto 'Track & Trace Reuse', cuyo objetivo es gestionar la trazabilidad y el control del uso de envases industriales mediante un sistema digital colaborativo de una forma más viable y sostenible.

En palabras de Jesús Pérez, director del Cluster de innovación en Envase y Embalaje, coordinador de esta iniciativa, la "trazabilidad de los envases es uno de los puntos clave del nuevo Real Decreto de Envase y Residuos de Envases". El proyecto está cofinanciado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCOTUR).

Se trata de una innovación de Heura Gestió Ambiental, junto a la empresa Nettrim Technology y Cluster TECNARA de Aragón, cuyo fin es "conseguir una digitalización completa de nuestro servicio de desarrollo de modelos de reutilización de envases, que da respuesta a una necesidad importante de las empresas y que va a suponer un avance en este ámbito", explica José Guaita, Presidente de Heura Gestió Ambiental.

Esta solución se apoya en las tecnologías de la información para proveer a los diferentes actores involucrados en el ciclo de vida de los envases de todas las facilidades para garantizar la trazabilidad y control de estos a través de un avanzado sistema de tracking, haciendo uso de las "últimas tecnologías de desarrollo para aplicaciones web y contando con la seguridad y la robustez de una infraestructura basada en la nube", destaca Francisco Mir, CEO de Nettrim Technology, compañía del grupo ÂTTRIM Impact Technology Group que se encarga del desarrollo tecnológico del sistema.

Ecosistema de colaboración

La propuesta de 'Track & Trace Reuse' es la de generar un ecosistema de colaboración que garantice el máximo de información para conseguir la reutilización controlada y se-

gura de los envases, "al tiempo que facilitar un uso sencillo y adaptado para cada tipo de usuario involucrado", según detalla José Guaita.

Esta solución tecnológica permite configurar de forma accesible y dinámica las diferentes tipologías de envases y modelar sus características propias, adaptándose a cada organización. De igual forma, mediante diversos sistemas de registro de estado, monitorización y accesibilidad, la plataforma focaliza en cada usuario la información relevante que necesita ver en cada momento, adaptando la funcionalidad de forma personalizada a través de un potente sistema de roles y permisos configurables. También es capaz de adaptarse a diferentes tipos de dispositivos, en función de la necesidad de cada actor involucrado en el ciclo de vida del envase.

Por último, este proyecto cuenta con un presupuesto total superior a los 300.000€, así como con la financiación a través de los fondos Next Generation del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCOTUR) y está enmarcado en la línea de ayudas de 2022 dirigidas a las Agrupaciones Empresariales Innovadoras (AEI), aprobados por la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa.

Sobre el Clúster

El Clúster de Innovación en Envase y Embalaje es una asociación empresarial que cuenta con más de 70 asociados. Su objetivo es facilitar la generación de negocio entre las empresas asociadas integrando a toda la cadena de valor del envase y embalaje.

Sus asociados, entre los que se encuentran empresas de papel, cartón, plástico y madera, dan respuesta a la industria agraria y alimentaria, automovilística y azulejera.

El sector del Envase y Embalaje tiene unas ventas superiores a 3.200 millones de euros anuales y emplea a más de 12.000 personas en la Comunidad Valenciana. El sector representa el 10% de la facturación agregada de las industrias con sede en la Comunitat y el 2,6% del PIB valenciano.

Para más información:

Antonio Monsalve
Tel.: 656 266 846
antonio@aletreo.com

Finaliza el proyecto de innovación BOWSER para la optimización del proceso de extrusión



El Packaging Cluster, el Centro Español de Plásticos (CEP), Saplex, Dribia y TAI Smart Factory, finalizan el proyecto de innovación colaborativa BOWSER, con el objetivo de conocer cómo impactan las diferentes variables del proceso de extrusión en la calidad final del producto, para poder definir cuál es el modelo óptimo de fabricación.

Este proyecto de investigación industrial nació como evolución del proyecto MARIO, enmarcado en el plan estratégico de implementación de IA 4.0 de Saplex. El proyecto MARIO se centró en la mejora de los procesos de mantenimiento, mientras que Bowser ha ido un paso más allá, esclareciendo efectos de causalidad entre parámetros productivos y resultados, a fin y efecto de maximizar la calidad y optimizar globalmente el proceso.

Con el proyecto BOWSER se pretendía conseguir, en una primera instancia, mejorar la calidad del producto fabricado, a la vez que reducir costes, al controlar de forma ajustada el proceso, permitiendo mejorar la estabilidad de este proceso productivo, reduciendo incidencias y mermas de producción.

Esta optimización del proceso se enmarca dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, en especial al número 12 que hace referencia a la Producción y Consumo Responsables.

El proyecto BOWSER ha sido financiado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo a través del programa de ayudas de apoyo a Agrupaciones Empresariales Innovadoras (AEI), en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, con objeto de mejorar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas.

Sobre el Centro Español de Plásticos
El CEP es una asociación sin ánimo de lucro con la misión de establecer una cultura responsable fomentando el buen uso de los plásticos y su circularidad.

Sobre el Packaging Cluster
El Packaging Cluster es una entidad sin ánimo de lucro que tiene como objetivo dinamizar el sector del envase y embalaje mediante proyectos de innovación y jornadas.

Sobre SAPLEX
Saplex es una empresa pyme transformadora de plástico flexible con más de 45 años de experiencia en el sector, especializada en la fabricación de bolsas de basura.

Sobre Dribia
Dribia es un estudio de innovación en ciencia de datos: diseña algoritmos que hacen predicciones y optimizan procesos utilizando análisis de datos e inteligencia artificial.

Sobre TAI Smart Factory
TAI es una empresa especializada en el desarrollo, comercialización, implantación y mantenimiento de proyectos y herramientas de software para la empresa industrial en temas de calidad, productividad y mejora continua.

Para más información:
Tel.: 93 218 94 12
comunicacion@cep-plasticos.com
www.cep-proyectos.com

5 En definitiva, si quieres vivir mejor...



si quieres que tu casa valga más
En definitiva si quieres vivir

Andimat pone en valor el aislamiento en su nueva campaña “La envolvente, lo primero”

“La envolvente, lo primero” es una campaña dinámica que se desarrolla a partir de un conocido juego visual, donde se plantea el reto de dibujar una casa sin levantar el lápiz ni pasar dos veces por el mismo sitio.

Esta campaña pretende servir de estímulo para las comunidades de propietarios que deseen rehabilitar su edificio con las subvenciones procedentes de los Fondos Next Generation. Actuar sobre la envolvente (cubierta, fachada y suelos) es fundamental para poder optar hasta el 80% de las ayudas.

La Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes (ANDIMAT) ha puesto en marcha una nueva campaña “La envolvente, lo primero” a partir de la cual pretende poner en valor las ventajas y beneficios del aislamiento, el único producto de la construcción que ahorra energía a lo largo de toda la vida útil del edificio.

“Es importante que empiece a calar en la sociedad el término ‘envolvente’ en referencia a la fachada, la cubierta y los suelos, como ya es reconocida la ‘piel’ del edificio. Con esta idea nace esta campaña; para concienciar no solo a los ciudadanos, sino también a los profesionales y las administraciones públicas de que la envolvente es el primer elemento sobre el que hay que actuar para reducir la demanda de energía del edificio y, en consecuencia, contribuir al confort y el ahorro económico de sus ocupantes”, explica Luis Mateo, director General de ANDIMAT.
“La envolvente, lo primero” es una campaña dinámica que se desarrolla a partir de un conocido juego visual, donde se plantea el reto de dibujar una casa sin levantar el lápiz ni pasar dos veces por el mismo sitio. El objetivo es que

el espectador identifique dos conceptos, su casa o edificio con todo lo que lo “envuelve”, su envolvente.

“Queremos que sea una campaña complementaria a la realizada por el Gobierno, pero aportando un enfoque más dinámico, visual y resolutivo”, opina Mateo.

A través de vídeos cortos protagonizados por representantes de las Administraciones, CEOs de empresas, presidentes de asociaciones y colegios profesionales, incluso ciudadanos, que se apunten al reto de dibujar la casa, se dinamizará una campaña que pretende servir de estímulo para las comunidades de propietarios que deseen rehabilitar su edificio con las subvenciones procedentes de los Fondos Next Generation. Actuar sobre la envolvente (cubierta, fachada y suelos) es fundamental para poder optar hasta el 80% de las ayudas.

#Laenvolventeloprimer

Vídeo informativo:

https://www.youtube.com/watch?v=VZPNZ_MSxrkç

Para más información:

Helena Platas
CPAC Comunicación
Tel.: 636 78 85 70
helenaplatas@cpaccomunicacion.com

SUSPLAST
FAB3D



Profesionales en Fabricación Aditiva
Desarrollo de Materiales 3D
Prototipado y Fabricación Aditiva
de Materiales Técnicos

Contacto: prototipado-mat@ictp.csic.es



Andaltec participa en el proyecto “Dcool” para desarrollar sistemas de refrigeración fabricados con plástico reciclado mediante impresión 3D

Esta iniciativa, liderada por la Universidad de Córdoba, está desarrollando un sistema de refrigeración mediante enfriamiento evaporativo indirecto, ultracompacto y de bajo coste

Andaltec Centro Tecnológico participa en el proyecto “Dcool”, liderado por la Universidad de Córdoba, que está desarrollando un novedoso sistema de refrigeración mediante enfriamiento evaporativo indirecto, ultracompacto y de bajo coste. Para ello, Andaltec está trabajando en la utilización de materiales poliméricos reciclados para la fabricación de sistemas de refrigeración evaporativa indirecta (IEC) y en la optimización del proceso de transferencia de calor y masa de los canales húmedos de estos sistemas.

Desde Andaltec están implicados en este proyecto los investigadores Jesús Castillo y Francisco Javier Navas y, desde la Universidad de Córdoba, Francisco Comino y Manuel Ruiz dentro del grupo de investigación EP 974- Research Group in Applied Thermal Engi-



neering (RATE). Los investigadores de Andaltec también llevarán a cabo en el marco de este proyecto la fabricación de prototipos utilizando técnicas de fabricación aditiva (impresión 3D) a partir de materiales poliméricos reciclados. A todo ello se sumará la realización de estudios del ciclo de vida del sistema IEC y su comparación con equipos tradicionales.

En este proyecto también se identificará el mercado potencial de equipos de refrigeración evaporativa indirecta para cubrir una parte de la demanda energética de refrigeración por aire existente en diferentes sectores económicos. El proyecto cuenta con un plan de difusión e internacionalización, un plan de transferencia de tecnología y un plan de gestión de datos, con el objetivo de ayudar a impulsar el sector industrial de los sistemas de climatización de una forma sostenible e innovadora.

El proyecto ‘Dcool’ se encuentra dentro del eje de Transición Ecológica, incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y pretende aportar soluciones innovadoras para la descarbonización y aumento de la eficiencia energética de los sistemas de refrigeración de edificios. Esta iniciativa también se alinea con

los objetivos de sostenibilidad y apuesta por la economía circular marcados por la Unión Europea al emplear material polimérico reciclado en la fabricación de los sistemas de climatización.

Jesús Castillo, investigador responsable de este proyecto en Andaltec, explica que el centro tecnológico va a aplicar en esta iniciativa su experiencia en el desarrollo de sistemas de refrigeración, como apoyo al importante sector industrial que existe en Andalucía. “Este proyecto está enfocado claramente hacia la descarbonización y la sostenibilidad, ya que la finalidad es poner en el mercado sistemas con una mayor eficiencia energética que además se puedan fabricar con un porcentaje significativo de material plástico reciclado”, afirma.

El proyecto está incluido en el Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación del Ministerio de Ciencia e Innovación y presenta una duración de dos años.

Para más información:

Hermes Comunicación
Tels.: 953 235480 / 625 849563

AIMPLAS trabaja en un mejor rendimiento de los bioplásticos para preservar alimentos y bebidas, pero también el medio ambiente

A través del proyecto europeo PRESERVE, el Instituto Tecnológico del Plástico, está desarrollando recubrimientos barrera al vapor de agua basados en PHA para mejorar las propiedades barrera de los bioplásticos.

También trabaja en el desarrollo de materiales reforzados para mejorar las propiedades mecánicas de los materiales reciclados.

Coordinado por IRIS y con 26 socios participantes, PRESERVE fomenta el uso circular de envases biobasados, contribuyendo a impulsar la competitividad europea del sector, gracias a procesos, recubrimientos y adhesivos innovadores.



AIMPLAS, Instituto Tecnológico del Plástico, participa en el proyecto europeo PRESERVE con el objetivo de mejorar el rendimiento de los bioplásticos, de forma que no sólo preserven de forma óptima alimentos y bebidas, sino que también protejan los recursos no renovables del planeta y el medio ambiente. Así, en el marco de esta investigación, AIMPLAS está desarrollando recubrimientos biobasados con propiedades barrera al vapor de agua y materiales reforzados con mejores propiedades mecánicas donde se tiene muy en cuenta el fin de vida (biodegradabilidad o reciclabilidad).

Coordinado por IRIS y con 26 socios participantes, el principal objetivo de PRESERVE es sustituir los plásticos de fuente fósil utilizados en los envases de alimentos y bebidas por plásticos biobasados y para ello se trabaja en la mejora de las tecnologías ya existentes en diseño de envases, la gestión de residuos y la recuperación de polímeros para

impulsar el uso circular de los plásticos. Para ello, se están desarrollando un conjunto de procesos y materiales innovadores, como recubrimientos y adhesivos, que fomentarán la circularidad de los envases biobasados y contribuirán a impulsar la competitividad europea del sector.

En concreto, AIMPLAS está trabajando en el desarrollo de recubrimientos barrera al vapor de agua basados en PHA para mejorar las propiedades de envases basados en celulosa. Además, también está desarrollando materiales reforzados en procesos de compounding y extrusión de lámina plana convencionales para la mejora de las propiedades mecánicas de los bioplásticos reciclados. Asimismo, el centro también interviene en procesos de reciclado químico y enzimático para dar una segunda vida a los nuevos envases desarrollados.

Tal y como explica Lola Gómez, investigadora principal del proyecto en AIMPLAS

“nuestro objetivo es minimizar el uso de plásticos de origen fósil fomentando el desarrollo de bioplásticos con las mismas propiedades e incluso mejores. Para ello, se trabajan diferentes estrategias de mejora de las propiedades como el desarrollo de recubrimientos barrera basados en proteínas y PHA, la obtención de adhesivos biobasados, la aplicación de radiación e-Beam para mejorar las propiedades barrera y mecánicas y el desarrollo de tecnologías de reforzado de polímeros para mejorar las propiedades de los bioplásticos reciclados”.

Además, -ha continuado la investigadora – “también nos centramos en la mejora del fin de vida mediante el uso de reciclado enzimático de biopolímeros para obtener oligómeros que pueden ser aprovechados como aditivos, el uso de enzimas embebidas en los bioplásticos para mejorar la biodegradabilidad de los materiales y el uso de detergentes enzimáticos para favorecer la deslaminación de

las estructuras multicapa. Así, se trabaja no sólo en la obtención de nuevos materiales sostenibles desde su origen, sino también en la mejora de su fin de vida”.

El proyecto, con una duración de cuatro años, se encuentra a mitad de su ejecución. AIMPLAS acogió el pasado mes de febrero la reunión general del consorcio.

PRESERVE desarrollará diferentes tipos de artículos de envase a base de fibra de celulosa y bioplástico totalmente basados en recursos renovables y con un impacto ambiental mínimo para validar los resultados desde una perspectiva de economía circular. El proyecto mejorará los biomateriales para conservar de forma óptima los productos alimenticios y bebidas, pero también reciclará los materiales resultantes al final de su vida útil para producir cajas de transporte, bolsas y envases para el cuidado personal de alto valor añadido.

Así, PRESERVE tiene potencial para cambiar hasta el 60% de los envases que actualmente utiliza el mercado. Este ambicioso objetivo es posible gracias a la colaboración de 26 organizaciones de 9 países europeos: IRIS, ASU, Centexbel, AIMPLAS, Fraunhofer, ITENE, NTT, UNIBO, ADM Biopolis, PLANET, BOSTIK, Carbiolice, SÜDPACK, Graphic Packaging International, SIBO Group, BEIERSDORF, OWS, PLATO, ROMEI, DENIMX, SILON SRO, KNEIA, Crowdhelix Network, European Bioplastics, Danone RD y Ferrero.

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención n.º 952983.

Sobre AIMPLAS

En AIMPLAS ayudamos a las empresas a aplicar la Economía Circular a su modelo de negocio para convertir los cambios legislativos que afectan a la industria del plástico en oportunidades para mejorar su eficiencia, reducir su impacto ambiental y aumentar su rentabilidad económica. Para ello, trabajamos e investigamos en ámbitos como el reciclado, los materiales y productos biodegradables, el uso de biomasa y CO₂, con el objetivo de desarrollar soluciones innovadoras que ayuden a resolver los desafíos actuales en medio ambiente.

Para más información:

Elisa Cones
Tel.: 96 136 60 40 (ext. 3525)
econes@aimplas.es
www.aimplas.es



¿Cómo reducir el tiempo de curado en sistemas de poliuretano al agua 2C?

El tiempo de curado de los recubrimientos de poliuretano al agua 2C acostumbra a ser muy largo, sobre todo comparado con los sistemas al disolvente.

Hay que buscar soluciones si queremos obtener las excelentes propiedades que aportan estos sistemas al agua: Resistencia a la intemperie al reticular con isocianatos alifáticos, resistencia química, resistencia a la corrosión y resistencia a la abrasión.

La solución más simple es incluir catalizadores adicionales que reduzcan el tiempo de curado, aunque puede generar defectos no deseados como bajo brillo, pérdida de nivelación, etc. Comindex te propone otra solución: su poliol, NECOWEL 720, que cuenta con una estructura mejorada que reduce el tiempo de secado.

¿Cómo funciona y qué aporta el poliol NECOWEL 720?

NECOWEL 720 tiene un esqueleto de poliéster de alto peso molecular, el cual ha sido modificado para incorporar unos bloques que aumentan la reactividad con los isocianatos. Así, podemos reducir el tiempo de secado hasta solo 3 horas. Además, no contiene ni COVs, ni sCOVs ni APEO.

Las propiedades que aporta su uso en lacas de poliuretano 2C son un alto brillo, una excelente resistencia química, a la intemperie y al rayado, y el no amarilleamiento del producto final.

Para ampliar la información sobre estos productos contacta con el equipo de Asesoría Técnica Comercial de Comindex.

¿Conoces los pigmentos de aluminio “Ultra-thin Silver Dollar”?

Los pigmentos de aluminio destacan por las propiedades visuales únicas que aportan.

Los fabricantes de pigmentos de aluminio utilizan procesos de molienda en el que intervienen disolventes volátiles. Sin embargo, la representada de Comindex Metaflake, ha apostado por la sostenibilidad y la innovación con un proceso completamente nuevo.

Su tecnología de fabricación única y respetuosa con el medio ambiente se basa en un proceso de molienda en medio acuoso, sin disolventes.

¿Cuáles son los pigmentos de aluminio que comercializa Comindex?

Empleando esta metodología única, obtienen una gama de productos de geometría “Silver Dollar” y diferentes tamaños de partícula – para escoger el más adecuado a tu formulación – que tienen un excepcional brillo metálico.

En caso de buscar una mayor opacidad, mayor apariencia cromática o un efecto flip-flop



mejorado, la recomendación por parte de Comindex sería emplear los pigmentos con geometría “Ultra-thin Silver Dollar”, una gama de mayores prestaciones.

¿Cuáles son las ventajas de los pigmentos ultrafinos?

Los pigmentos ultrafinos ofrecen numerosos beneficios en aplicaciones de recubrimientos. Por un lado, proporciona un brillo metálico excepcional que puede ser utilizado para conseguir efectos suaves y brillantes a bajos sólidos. Además, su distribución del tamaño de partículas es estrecha y controlada, lo que los hace ideales para lograr una opacidad un 30-35% mayor que los pigmentos “Silver Dollar” convencionales.

Estos pigmentos ultrafinos son adecuados para recubrimientos monocapa y permiten obtener un alto nivel de flop con una buena formulación y orientación de pigmentos. Se recomienda su uso en combinación con pigmentos transparentes para conseguir excelentes efectos cromáticos. En resumen, los pigmentos ultrafinos ofrecen una amplia gama de posibilidades para la creación de recubrimientos de alta calidad.

Estos pigmentos tienen una gran cantidad de aplicaciones: pinturas decorativas (alta decoración), recubrimientos sobre soporte plástico, pinturas de piezas de automóvil, tintas... Para ampliar la información sobre estos productos contactar con el Equipo de Asesoría Técnica de Comindex.

Sobre Comindex

Comindex es una empresa que distribuye especialidades químicas que aportan soluciones innovadoras, fiables y eficientes, ofrece el servicio logístico, el asesoramiento técnico y la formación especializada necesaria para potenciar la actividad de nuestros clientes.

Para más información:

comindex@comindex.es
www.comindex.es

Fuente:

Elmar Drastrup
www.freebrand.es

Eficiencia de línea

Producción flexible mediante cambio más rápido de la boca en la máquina de moldeo por estirado-soplado

Mayor eficiencia de la línea gracias a menores tiempos de cambio de formato.

Cambio más sencillo de piezas a través de almacenes incorporados.

El nuevo desarrollo de soportes de mandril puede quitarse más rápidamente.

En el pasado, solo una categoría de productos solía producirse en líneas asépticas, pero actualmente los embotelladores de bebidas sensibles se enfrentan a exigencias de flexibilidad cada vez mayores: Por ejemplo, cualquiera que produzca bebidas y jugos envasados asépticamente, así como también refrescos carbonatados, debe procesar bocas de botella de 38 milímetros para los primeros y de 28 milímetros para los segundos. Sin embargo, si se desea cambiar la boca del envase en una línea PET, hasta ahora esto requiere una cantidad comparativamente alta de trabajo de conversión, especialmente en la máquina de moldeo por estirado-soplado. Las máquinas suelen estar inactivas durante períodos de hasta cuatro horas, y el personal de operación, a menudo escaso, está ocupado durante un tiempo desproporcionadamente largo. Gracias al nuevo y simplificado cambio de la boca, KHS



Distintas bocas (Fuente: Frank Reinhold)
Por ejemplo, si se deben producir bebidas y jugos llenados de manera aséptica, así como refrescos carbonatados, se requieren bocas de botellas de diferentes tamaños.

redujo ahora el tiempo que lleva convertir la máquina de moldeo por estirado-soplado InnoPET Blomax, incluida la alimentación de preformas.

Normalmente, en una línea se procura producir y envasar solo botellas con cuello idéntico. Si un embotellador de agua quiere producir alternativamente un producto sin gas y otro carbonatado, hasta ahora debe tomar una decisión: ¿Utiliza el cuello más alto y más pesado para ambos productos, que en realidad solo se requiere para el agua carbonatada? De esa forma ahorra tiempo, pero desperdicia material y dinero con el agua sin gas. ¿O acepta cada vez los largos tiempos de inactividad asociados con el cambio de la boca? Sumado a estas cuestiones, el marketing generalmente juega un papel en la decisión, exigiendo una botella propia para los distintos productos. Tales líneas combinadas, que se basan en el cambio de boca, son particularmente comunes en Japón.

Hasta ahora, mucha inversión de tiempo

Para tener una idea de lo complejo que es un cambio de este tipo solo en la máquina de moldeo por estirado-soplado, vale la pena observar de cerca los pasos de trabajo individuales necesarios: En primer lugar, se debe ajustar alimentación de las preformas y cambiar los soportes de mandril, que se sujetan en las bocas de las piezas brutas para guiarlas de manera segura a través del módulo de calentamiento. A esto le sigue el cambio de las pinzas en la rueda de estrella, que conducen las preformas a la rueda de soplado sujetándolas en la zona del cuello. Finalmente, en las estaciones de soplado se deben cambiar los moldes, las boquillas de soplado y, a menudo, las varillas de estiramiento, así como otras pinzas aguas abajo, que transportan los envases terminados a la llenadora subsiguiente. El número de piezas a cambiar depende del tamaño del equipo. Especialmente importantes son sobre todo los mandriles y las sombrillas: Cuanto mayor sea el ren-



Cambio de las sombrillas (Fuente: Jörg Schwalfenberg)
Para realizar el cambio de cuello en la máquina de moldeo por estirado-soplado, primero se deben reemplazar las sombrillas.



Cambio de los soportes de mandriles (Fuente: Jörg Schwalfenberg)
El soporte de mandril se desbloquea con solo presionar un resorte, lo que permite reemplazarlo de forma rápida y fácil.

dimiento de la máquina, más largo debe ser el horno, ya que los envases se mueven más rápido, pero siempre se requiere el mismo tiempo de permanencia para el calentamiento. Por ejemplo, en una máquina de moldeo por estirado-soplado InnoPET Blomax 16 con una capacidad de hasta 48.000 botellas por hora, se deben reemplazar manualmente alrededor de 170 soportes de mandril y sombrillas. Por lo tanto, esta parte del cambio de cuello es particularmente relevante para el tiempo total requerido, a diferencia del cambio de solo 20 pinzas, que se puede hacer comparativamente rápido.

Pensado en detalle

Para acelerar significativamente la conversión en general, KHS no solo simplificó los pasos de trabajo individuales, sino que también optimizó el concepto para todo el proceso. “Comenzamos con un análisis de cómo trabajan los operadores”, explica Arne Andersen, Gerente de Producto de Moldeo por estirado-soplado. “Sobre esta base, reflexionamos cómo todas las actividades podrían simplificarse y organizarse de manera óptima, especialmente desde un punto de vista ergonómico. Por ejemplo, se han instalado almacenes para evitar que el operador tenga que abandonar la máquina varias veces para retirar o recuperar piezas intercambiables. Además, reemplazamos las pinzas para reducir la cantidad de tornillos que deben aflojarse. Al mismo tiempo se utilizan soportes de mandriles recientemente desarrollados que se pueden quitar fácilmente después de presionar un gatillo, lo que anteriormente era mucho más complejo”.

En este caso, KHS eligió conscientemente un enfoque que se centró en pensar los procesos específicos hasta el final, en línea con los requisitos reales del cliente, enfatiza Andersen. “Nuestro objetivo era conseguir la mayor mejora posible en el menor tiempo posible.” Ambos se consiguieron: Por ejemplo, a través del sencillo cambio de boca, el tiempo que necesitan dos operadores para convertir la máquina de moldeo por estirado-soplado KHS InnoPET Blomax16 se reduce en dos terceras partes a solo alrededor de 86 minutos, incluida la alimentación de preformas. Dado que en una unión en bloque como la máquina KHS InnoPET BloFill las botellas PET se sujetan y transportan continuamente por el cuello, además de la máquina de moldeo por estirado-soplado, la llenadora también se ha desarrollado aún más, para así acortar los tiempos de cambio. La atención se centró especialmente en el taponador, donde el cono responsable de levantar y girar la botella debe cambiarse manualmente. Por otra parte, con respecto a la tapa roscada, no es necesaria una conversión, ya que la alimentación de las mismas está diseñada doble, para ambos diámetros de boca en el formato respectivo.

Mayor flexibilidad, menor necesidad de superficie de almacenamiento

Andersen está convencido de que la nueva opción del cambio de boca brinda a los productores de bebidas una flexibilidad considerablemente mayor, ya que ahora pueden realizar ciclos de producción significativamente más cortos para botellas con diferentes bocas, y en consecuencia reducir su almacenamiento. “Algunos de nuestros clientes producen ‘just in

time’ - y los packs van directamente al camión sin almacenaje intermedio. El tiempo de cambio de calibre drásticamente reducido permite que estas plantas de embotellado cambien el cuello con más frecuencia y, por lo tanto, se beneficien de opciones completamente nuevas para la planificación de la producción”. Lo mismo se aplica a las empresas convertidoras, que ahora pueden producir para sus clientes lotes con tendencia a ser más pequeños en una línea, con botellas a veces muy diferentes, de manera mucho más eficiente. Los primeros clientes en Asia que ya utilizan el sistema de cambio rápido de bocas desarrollado por KHS están muy satisfechos con el tiempo y el esfuerzo ahorrados. En consecuencia, sus comentarios sobre esta nueva opción de actualización han sido totalmente positivos.

Para más información:

Sebastian Deppe
Tel.: +49 2 51 / 62 55 61-243
Fax: +49 2 51 / 62 55 61-19
presse@khs.com

Eileen Rossmann
Tel.: +49 7 11 / 2 68 77-656
Fax: +49 7 11 / 2 68 77-699
eileen.rossmann@mmb-media.de

www.khs.com/presse

La tecnología HP Multi Jet Fusion impulsa a Addwerk a la producción 3D de piezas con acabados únicos

La empresa, considerada una de las pocas “fábricas digitales” en España, realiza ahora aplicaciones innovadoras en blanco gracias a la nueva solución de impresión HP Jet Fusion 5420W



Las soluciones de impresión 3D de HP hacen posibles aplicaciones de producción totalmente nuevas, abriendo un mundo de posibilidades que permiten aumentar la rapidez y la eficacia durante el proceso, así como la experiencia de los clientes finales. Por ello, la empresa Addwerk, centrada en ofrecer un servicio de fabricación de piezas industriales especializado únicamente en impresión 3D, ha apostado por la tecnología de impresión HP Multi Jet Fusion, que le posibilita realizar aplicaciones de acabados superficiales únicos sobre las piezas, dotándoles de una mayor funcionalidad y adaptabilidad. De esta forma, la compañía da un paso al frente, ayudando a sus clientes a avanzar hacia la Industria 4.0 junto a la tecnología de HP.

Como proveedor líder en la fabricación industrial de piezas en 3D, Addwerk ha ampliado

su negocio mediante la implementación de la nueva HP Jet Fusion 5420W. Esta solución permite una producción constante y de alta calidad de piezas de color blanco, además de brindar las ventajas de la robusta plataforma Multi Jet Fusion de HP, que está diseñada para la fabricación industrial, ofreciendo una calidad confiable, bajo coste por pieza y una mejora en la previsibilidad de la fabricación.

Gracias a esta incorporación, Addwerk ha transformado su portfolio de servicios y ha permitido a sus clientes alcanzar nuevos sectores extremadamente exigentes, como el sanitario. La producción constante y de alta calidad de piezas blancas con pulido químico es difícil de igualar, y esto convierte a la compañía en un referente en el mercado de la fabricación aditiva.

Addwerk se encuentra actualmente inmersa en un ambicioso proyecto en torno a la sostenibilidad que busca transformar su producción energética a corto y medio plazo. Este proyecto consiste en la implementación de paneles fotovoltaicos para generar el 80% de la energía que necesita para su producción, lo que le permitirá reducir significativamente su huella de carbono. En este contexto, la solución HP Jet Fusion 5420W cuenta con tiempos de trabajo que se adaptan perfectamente a la temporización de fabricación adaptada al horario solar.

“Las soluciones de impresión 3D de HP están cambiando la forma de fabricar, mejorando la experiencia de los clientes y aumentando la funcionalidad de las piezas impresas. Addwerk es un claro ejemplo de cómo la innovación puede ayudar a las empresas a de-

ribar las antiguas limitaciones, mejorando sus sistemas de producción y situándoles como referente en el mercado, ya que es de las pocas empresas que sólo fabrica con Multi Jet Fusion”, apunta Miguel Olivé, Director de Ventas de impresión 3D de HP Iberia.

“Como expertos en acabados superficiales damos mucho valor a partir de un sustrato óptimo. La baja rugosidad que ofrece la solución HP Jet Fusion 5420W supone un punto de partida muy ventajoso para dar un servicio de coloreado rápido, fiable y homogéneo con nuestras capacidades in-house de pintura líquida, mejorando entorno a un 25% el flujo de trabajo actual. El hecho de partir de una base blanca en la misma geometría impresa nos ayuda a ofrecer colores brillantes en toda la carta de RAL a un coste muy competitivo y con una

uniformidad y repetibilidad inigualables”, destaca Montserrat Juvany, responsable de acabados de superficies de Addwerk. “Nuestra visión de poder imprimir cualquier color en 3D a escala industrial está ahora mucho más cerca gracias a la tecnología de HP”.

Compromiso de HP con la sostenibilidad en la impresión 3D

Las soluciones de impresión 3D de HP han sido diseñadas con la sostenibilidad en mente, proporcionando a empresas - como Addwerk en este caso - las herramientas necesarias para optimizar sus procesos de producción de manera respetuosa con nuestro planeta.

La impresión 3D es, además, una tecnología innovadora que permite promover la economía circular y reducir el número de materiales utilizados en la producción. Aumenta también la productividad y elimina procesos innecesarios a la hora de fabricar piezas, reduciendo los costes derivados del trabajo manual y el transporte, y mejorando la eficiencia en toda la cadena de suministro.

Sobre HP

HP Inc. (NYSE: HPO) es un líder tecnológico mundial y creador de soluciones que permiten a las personas dar vida a sus ideas y conectarse con las cosas que más importan. Presente en más de 170 países, HP ofrece una amplia gama de dispositivos, servicios y suscripciones innovadoras y sostenibles para los segmentos de informática personal, impresión, impresión 3D, trabajo híbrido, gaming y mucho más. Para más información, visite: <http://www.hp.com>.

Para más información:

José Luis Arranz
Director de Comunicación HP Iberia
jl.arranz@hp.com

María Fernández
maria.fernandez.solana@hp.com

Fuente:

Lucía de Dios
www.edelman.com

Romaco en interpack 2023

Sostenible: del polvo al palé

En la feria, Romaco presentará sus últimas tecnologías en los ámbitos de la granulación, la fabricación de comprimidos, el recubrimiento pelicular, el llenado y el envasado de productos sólidos, polvos y líquidos. En sus nuevos desarrollos, el proveedor de soluciones de sistemas se centra en un diseño eficiente desde el punto de vista energético y económico.

Con sus soluciones innovadoras e integrales para las industrias farmacéutica, nutracéutica, alimentaria, cosmética y química, Romaco cubre toda la cadena del proceso: desde la elaboración del polvo hasta el palé acabado. Los conceptos de máquinas sostenibles del fabricante convencer por su excelente balance de CO₂, que va acompañado de una reducción de los costes de producción. Todas las instalaciones están disponibles también en versión con huella de carbono cero y están equipadas con monitores de energía para registrar y documentar en línea el consumo actual de energía.

Además, el proveedor presenta su extensa cartera con servicios digitales seleccionados, como la aplicación de servicios, que reúne amplia información en un solo lugar y ofrece numerosas opciones de interacción. La gran oferta la completan las herramientas de aprendizaje electrónico y la plataforma web Blister Magic, una herramienta de diseño de libre acceso para los usuarios que permite el dimensionamiento de blísteres y estuches. Además, para proporcionar apoyo específico a sus clientes, Romaco opera un total de seis laboratorios de granulación, fabricación de comprimidos, recubrimiento pelicular, llenado y envasado. Los centros de competencia sirven de punto de contacto para el asesoramiento de expertos, el análisis de productos,

la optimización de procesos y las actividades de desarrollo.

Microdosificadora MicroRobot 50 de Romaco Macofar: rendimiento inteligente para productos exigentes

Con la microdosificadora MicroRobot 50, Romaco Macofar ofrece una solución de alta tecnología extremadamente flexible para el llenado de polvos y líquidos altamente potentes y citostáticos. El sistema robotizado de transferencia de viales de la instalación compacta de alta contención (hasta el nivel OEB 5), con una longitud inferior a cuatro metros, garantiza la seguridad de los procesos bajo la protección del aislador. Tres robots antropomórficos transportan los viales hasta la estación de dosificación, cierre y rebordeado, evitando así la dispersión de partículas provocada por el uso de diferentes tecnologías de transporte. Los sistemas inteligentes funcionan completamente sin formato, lo que reduce significativamente los tiempos de cambio de producto. Todas las piezas que entran en contacto con el producto son extremadamente pequeñas y ligeras, por lo que son muy fáciles de retirar y montar. Gracias a los numerosos sistemas de control y a la flexibilidad de los tres robots de funcionamiento independiente, la cantidad de desechos de los costosos medicamentos es casi nula. La tecnología de llenado es especialmente adecuada para la dosificación aséptica de polvos

farmacéuticos pegajosos, higroscópicos o generalmente complejos. Dado que el contenido de oxígeno en los viales puede reducirse por debajo del 3 %, incluso los productos sensibles al oxígeno pueden procesarse con una alta calidad. Mediante la instalación de un sistema de llenado adecuado, también pueden llenarse líquidos estériles. De este modo, el MicroRobot 50 alcanza una producción máxima de 3000 viales por hora, incluido el control del peso al 100 % durante el proceso y, en caso necesario, el ajuste automático del volumen de llenado. Debido a los procesos de llenado de alta precisión, la cantidad mínima de dosificación del MicroRobot 50 de Romaco Macofar es de 20 mg o 0,5 ml.

Línea de blísteres Unity 600 de Romaco Noack con hasta un 45 % de ahorro energético

La nueva línea de blísteres Unity 600 de Romaco Noack combina el máximo rendimiento con un concepto de línea sostenible. La línea de alta velocidad de dos filas alcanza una producción máxima de hasta 600 blísteres y 350 estuches por minuto y procesa con flexibilidad dimensiones de blísteres de hasta 145 mm de largo y 90 mm de ancho. Un innovador sistema de transferencia prescinde de las bombas de vacío convencionales y mejora así decisivamente la eficiencia energética del monobloque, compuesto por una máquina de blíster con sellado por rodillos y

una encartonadora de funcionamiento continuo. En cambio, el vacío para la transferencia de los blísteres a la encartonadora, así como el retiro de los estuches y los prospectos, se genera mediante el proceso Venturi, más respetuoso con el medioambiente. Las bombas Venturi, comparativamente pequeñas y de bajo mantenimiento, emiten mucho menos calor, lo que reduce considerablemente los requerimientos de refrigeración de la sala limpia. La transferencia de blísteres a la encartonadora se realiza mediante una rueda de avance paso a paso en forma de carrusel con una unidad de transferencia de pilas conectada, que solo transfiere pilas de blísteres completas a la encartonadora. Los espacios vacíos se reproducen y compensan por primera vez mediante software. Como ya no se retienen blísteres buenos, se puede prescindir del cargador manual de reposición de blísteres. Además, la solución de transferencia altamente automatizada permite una trazabilidad ininterrumpida de los blísteres desde la alimentación del producto. Debido a su muy buena holgura de línea y a los cortos tiempos de cambio de producto, la línea de blísteres flexible de formato Unity 600 de Romaco Noack también destaca por su excelente efectividad total del equipo (OEE).

Línea de granulado integrada IGL de Romaco Innojet: sostenibilidad mediante procesos optimizados

Las líneas de granulado de la serie IGL de Romaco Innojet se utilizan para producir granulados de alta calidad para la fabricación de comprimidos. El concepto de la línea consiste en una mezcladora de alto cizallamiento y un secador de lecho fluidizado con molinos húmedos y secos integrados, así como un contenedor a granel conectado. La mezcladora de alto cizallamiento convence por su granulación extremadamente homogénea, incluso de productos con una proporción muy pequeña de principios activos (PA) farmacéuticos. Sus muy breves tiempos de proceso se deben, entre otras cosas, a las mayores velocidades máximas del agitador de paletas, de aprox. 10 m/s. La pequeña distancia entre el agitador de paletas y el fondo del recipiente minimiza la pérdida de producto, lo que aumenta el rendimiento de la mezcladora y acorta los tiempos de limpieza. Además, la parte superior cónica del recipiente permite una utilización de la capacidad del 25 % al 80 %, ofreciendo la máxima flexibilidad de lotes. Por otra parte, la geometría lineal del recipiente facilita los escalados. Las distintas piezas adicionales de las boquillas de pulverización garantizan una distribución muy fina de las gotas y una aplicación uniforme de los aglutinantes. Esto reduce el consumo de medio de pulverización y mejora la calidad del granulado húmedo. La transferencia de producto del granulado húmedo al procesador de lecho fluidizado tiene lugar por descarga gravimétrica y puede apoyarse en la alimentación de aire de proceso. A través de la distribución del aire de proceso con la carga propulsora Orbiter® se controla con precisión el movimiento del producto del procesador multifuncional de lecho fluido VENTILUS®, lo que reduce significativamente los tiempos de secado. Un sistema WIP (del inglés Washing In Place) de control central se encarga de la limpieza de todos los componentes de la línea conforme a las buenas prácticas de fabricación. En total,



Línea de blísteres Unity 600 de Romaco Noack
Unity-600_Noack_Romaco.jpg



Microdosificadora MicroRobot 50 de Romaco Macofar



Línea de granulado IGL de Romaco Innojet



Comprimidora rotativa doble KTP 720X de Romaco Kilian



Prensa de comprimidos de I+D KTP 1X de Romaco Kilian

las líneas de granulado IGL de Romaco Innojet procesan un volumen de llenado de 1 a 1500 litros.

Comprimidora rotativa doble KTP 720X de Romaco Kilian: optimizada para una alta producción

Por primera vez, la comprimidora rotativa doble KTP 720X de Romaco Kilian también está disponible con un rotor de segmentos, lo que puede aumentar el rendimiento hasta un 30 %. El nuevo equipo, con cinco segmentos y hasta 115 estaciones de prensado, permite una producción máxima de hasta 1 380 000 comprimidos por hora. Además, el rotor de segmentos reduce considerablemente los tiempos de preparación y limpieza. Para la limpieza, basta con desmontar los segmentos individuales con los orificios de punzonado específicos del producto; se elimina por completo la retirada de las matrices individuales que requiere mucho tiempo. Gracias a la separación hermética de los compartimentos de prensado y accionamiento, no entra polvo de comprimidos en la zona de la máquina durante la producción, lo que reduce significativamente la cantidad de limpieza necesaria. Además, se ha conseguido reducir sistemáticamente el número de componentes que entran en contacto con el producto. Los fuelles patentados protegen de forma fiable los comprimidos de la

contaminación con lubricantes. La prensa de alta velocidad se utiliza para la producción de comprimidos monocapa y bicapa, en la que la temperatura de la cámara de prensado se mantiene constantemente por debajo de 30 °C. Esto se consigue, por ejemplo, mediante rodillos de presión, pernos y cojinetes de baja fricción, así como mediante la refrigeración específica de las juntas de anillo en V y los accionamientos. Por lo tanto, la tecnología es especialmente adecuada para procesar fármacos sensibles a la temperatura, como el ibuprofeno y la metformina. En general, la comprimidora rotativa doble convence por su excelente coste total de propiedad (TCO) y la efectividad total del equipo (OEE).

Prensa de comprimidos de I+D KTP 1X de Romaco Kilian: datos de investigación accesibles en todo el mundo y en cualquier momento

Con la KTP 1X, Romaco Kilian presenta la última generación de sus prensas de comprimidos de I+D para su uso en laboratorios. La comprimidora monopunzón se ha diseñado como un instrumento “todo en uno” para las actividades de investigación y desarrollo. Puede utilizarse para pensar comprimidos monocapa, bicapa o tricapa, pero también comprimidos de núcleo recubierto “tab-in-tab”. Para ello, la comprimidora alcanza un rendimiento máximo de has-

ta 1800 comprimidos por hora y trabaja, dependiendo del modelo, con presiones de hasta 80 kN. Con la versátil prensa de I+D pueden determinarse automáticamente los distintos parámetros de tableteo como, por ejemplo, la fuerza de prensado y la velocidad de tableteo posible. Para ello, el sistema de medición inteligente evalúa en poco tiempo grandes cantidades de datos. Asimismo, la KTP 1X es capaz de simular cualquier prensa rotativa comercial, lo cual facilita, en particular, la realización de ensayos de escalado. Además de la producción de muestras de ensayos clínicos, esta tecnología también es ideal para los análisis detallados de errores y, en consecuencia, para la optimización de los procesos. Gracias a la excelente rigidez de la máquina, se ha podido mejorar especialmente la medición de recorridos de los punzones. La alta precisión de medición va acompañada de un consumo de productos extremadamente bajo, por lo que la KTP 1X no solo es muy precisa, sino también rentable y sostenible. Debido a los estudios de prensado altamente automatizados, con pocas series de pruebas pueden obtenerse resultados fiables. Gracias al pequeño tamaño de su sala de comprensión, la máquina, diseñada para ahorrar espacio, puede limpiarse rápida y fácilmente, y esto, a su vez, ahorra más energía y tiempo. Además, la KTP 1X está

equipada con un módulo de datos que permite al usuario acceder a los datos de medición brutos de la prensa de comprimidos en todo el mundo y en cualquier momento, incluso cuando esta no está en funcionamiento.

TP R Optima de Romaco Tecpharm: con variabilidad de lote del 10 % al 100 %, totalmente automática y sin intervención mecánica

La recubridora de comprimidos TP R Optima de Romaco Tecpharm procesa tamaños de lote desde un 10 % hasta un 100 % real con un solo tambor y consigue los mejores resultados de recubrimiento incluso con los volúmenes de llenado más pequeños, de forma totalmente automática, sin ninguna intervención manual. La amplia gama de aplicaciones de la recubridora de tambor perforado con su diseño integrado en la pared (in-wall) conforme a las buenas prácticas de fabricación se debe a la completa automatización de todos los pasos del proceso. Un brazo pulverizador desplegable con boquillas pulverizadoras móviles no solo garantiza la distancia de pulverización correcta, sino también el ángulo de pulverización ideal. El volumen del lote y el ángulo de inclinación del lecho de comprimidos, que depende de la velocidad de rotación del tambor, se registran continuamente mediante el uso de tecnología sonar. De esta

forma, el sistema de pulverización patentado es capaz de ajustar automáticamente la separación y el ángulo de las boquillas durante todo el proceso. Además, las condiciones de flujo en el interior del tambor se controlan con precisión mediante aletas de aire de escape ajustables y de apertura continua. El control preciso de la trayectoria del aire permite una aplicación sin pérdidas de la suspensión de recubrimiento y un secado eficaz del lecho de comprimidos. Esto acorta los tiempos de proceso, disminuye el consumo de energía y también reduce la cantidad de líquido de pulverización necesario hasta en un 50 %. De este modo, la TP R Optima fomenta la producción sostenible de productos farmacéuticos y nutraceuticos. Además, la tecnología inteligente de recubrimiento pelicular de Romaco Tecpharm cuenta con un sistema de detección de obstrucciones por pulverización que localiza de forma fiable la boquilla afectada.

Se expondrá del 4 al 10 de mayo de 2023 en la feria interpack de Düsseldorf (Alemania), pabellón 16, stand D22.

Grupo Romaco

Romaco es uno de los principales proveedores mundiales de ingeniería de procesos y envasado, especializado en el procesamiento de productos farmacéuticos. Las máquinas, líneas y soluciones llave en mano del fabricante se utilizan para la producción, el llenado y el envasado de polvos, granulados, gránulos, comprimidos, cápsulas, jeringas, líquidos y productos sanitarios. La empresa también presta servicios a la industria alimentaria y química. Romaco aboga con sus tecnologías por una producción sostenible y una reducción sistemática de las emisiones de CO2.

El Grupo Romaco, con sede en Karlsruhe, Alemania, forma parte del Grupo Truking, un grupo tecnológico global con sede en Changsha, China. La competencia principal de Truking es la manipulación y el llenado de líquidos farmacéuticos.

Para más información:

Susanne Silva
Tel. : +49 (0)721 4804 0
susanne.silva@romaco.com
www.romaco.com

Fuente:
Micha L. Harris
www.carta.eu

La Inteligencia Artificial y el factor humano: el engranaje perfecto para mejorar la eficiencia y productividad del sector industrial

Expertos industriales comparten en el Industry 4.0 Congress la necesidad de combinar Inteligencia Artificial, IoT y Big Data con talento formado en estas nuevas tecnologías.

Durante tres días, Advanced Factories muestra las últimas soluciones en Inteligencia Artificial para predecir fallos y ahorrar costes en la industria.



La Inteligencia Artificial es una de las tecnologías clave de esta nueva era de la industria 4.0 y que está marcando un antes y un después en el sector industrial. Mejora en la fiabilidad, mejora de la calidad y la reducción en el consumo energético son algunos de los beneficios que ofrece el Big Data y la Inteligencia Artificial gracias a los datos de las máquinas conectadas. Una tecnología que apareció en 2012 y que en la última década ha ido evolucionando y mejorándose hasta la Inteligencia Artificial generativa, capaz de generar contenido original a partir de datos existentes. Esta tecnología utiliza algoritmos y redes neuronales avanzadas para aprender de textos e imágenes, y luego generar contenido nuevo y único. Es la IA detrás del ChatGPT. Pero la generación de textos no es la única funcionalidad de la Inteligencia Artificial, sino que la IA ofrece grandes oportunidades en el

sector industrial gracias a su capacidad de analizar grandes cantidades de datos y predecir comportamientos.

Este ha sido uno de los temas centrales de la nueva edición del Industry 4.0 Congress, que se celebró en Fira de Barcelona – Gran Vía en la séptima edición de Advanced Factories. Alicia Asín, cofundadora y CEO de Libelium, ha puesto de manifiesto la necesidad del sector industrial de anticiparse, adaptarse y adoptar en su operativa diaria herramientas de Inteligencia Artificial, IoT y blockchain. Así ha hecho un repaso de como la tecnología IoT ha ido evolucionando desde la simple colocación de redes de sensores inalámbricos para digitalizar procesos a principios de los años 2000, a la transformación de estos datos en información con la introducción de la Inteligencia Artificial, hasta la introducción del blockchain. “En los inicios, podíamos aplicar el IoT para

digitalizar procesos y ahorrar costes en mano de obra humana; con la IA, pasamos a obtener inputs e instrucciones para ser más eficientes; ahora, con el blockchain, tenemos la capacidad de monitorizar cualquier máquina, analizar los datos y obtener información, y asegurar la integridad de esos datos”, ha destacado.

En esta línea coincide Victor Alonso, Responsable del departamento de procesos y fábrica del futuro del CTAG: “Cada vez las empresas buscan más la IA, herramientas que les permitan tomar decisiones con menos tiempo”. Es el caso, por ejemplo, de la robotización y automatización de procesos productivos, la introducción de la visión artificial en los controles de calidad, o la incorporación de sistemas IoT que permitan a las personas comunicarse con las máquinas y viceversa.

Sin embargo, este proceso de digitalización y monitorización de la industria requiere un proceso de transformación digital de todos los trabajadores implicados en la planta de producción. De hecho, en 2019 se realizó la primera encuesta de adopción del IoT y la industria 4.0 que incluyó información sobre la resistencia al cambio por parte de los trabajadores de una organización. “La digitalización te hace trabajar mejor, pero no menos. Tenemos la tecnología para ser más productivos, para ayudarnos a pasar al siguiente nivel, pero aún así las personas tenemos mucho que aportar y decir en estos procesos”, ha señalado Asín. Así pone como ejemplo el proyecto de una empresa que implementó un proceso de digitalización y dos años después la organización contaba con tres personas más en su plantilla que habían tenido que ser contratadas; con otros perfiles, pero nuevo personal.

Algo en lo que coincide el economista y catedrático de la Universidad de Columbia, Xavier Sala-i-Martin: “Gracias a la tecnología hemos progresado, con puestos de trabajo que han desaparecido, pero toda esta gente que ha perdido su trabajo ha encontrado otro. Porque la tecnología favorece la creación destructiva, es decir, cada vez que destruimos algo, creamos algo nuevo, y eso mismo pasa con los puestos de trabajo”.

En resumen, tal y como afirma Javier González, Education Manager de EIT Manufacturing, “debemos apostar por la IA e incorporarla en las industrias. No hay que verla como una amenaza a nuestros puestos de trabajo, sino una

oportunidad para ser más competitivos, y para ello necesitamos formación y tener las skills para aprovechar al máximo los beneficios de la IA en el trabajo en las fábricas”.

Sobre Advanced Factories y AMT - Advanced Machine Tools (18-20 de abril 2023. Fira Barcelona Gran Vía)

Son dos eventos organizados por NEBEXT, empresa especializada en eventos profesionales centrados en la innovación y en la transferencia tecnológica, como HIP, Digital Enterprise Show, Rebuild, Pick&Pack o Tourism Innovation Summit.

Advanced Factories es una Expo y Congreso anual para líderes y pymes industriales que buscan soluciones en automatización industrial, robótica, nuevas tecnologías 4.0 y 3D Printing, para mejorar su competitividad industrial. Junto con el Industry 4.0 Congress, es el mayor congreso europeo sobre innovación industrial.

AMT – Advanced Machine Tools es el evento para los profesionales de la máquina-herramienta que buscan las soluciones tecnológicas más avanzadas en el sector del metal, oportunidades de negocio y know-how para digitalizar y automatizar la industria. Junto con el Metal Industry 4.0 Congress, el congreso que aglutinará los contenidos más relevantes de la máquina-herramienta.

Para más información:

Paula Amer / Enric Casals / Clara Fayos
Tel.: +34 919 551 551
press@advancedfactories.com
press@advancedtoolsexpo.com
www.advancedfactories.com

www.advancedtoolsexpo.com

Medidores de espesor sobre sustratos metálicos

Lumaquin, empresa referente para ayudarle a controlar la calidad de su producto desde hace más de 45 años, distribuye los medidores de espesor sobre sustratos metálicos, de su representada ElektroPhysik.



o MiniTest 70 F

El MiniTest 70 F es un instrumento de medición que cuenta con diversas características, entre las cuales destaca la visualización de estadísticas, donde se muestran el número de lecturas, los valores medios, la desviación estándar, el valor máximo y mínimo.

Cabe recordar que este equipo es adecuado solamente para sustratos ferromagnéticos, como el acero. Además, su rango de medición se encuentra entre 0 y 3mm/118mils.

● Gama MiniTest 70

El medidor de espesor de recubrimientos MiniTest 70 es un dispositivo ligero y práctico que tiene un formato similar al de un bolígrafo, y cuenta con un sensor integrado que permite realizar mediciones precisas y rápidas de recubrimientos. Este dispositivo es capaz de medir con exactitud el espesor del recubrimiento, con un rango de hasta 3mm (F) o 2.5mm (N).



o MiniTest 70 B-FN

El dispositivo es adecuado tanto para sustratos ferromagnéticos, como para sustratos no ferromagnéticos, lo que lo hace versátil y adaptable a diferentes necesidades. Su rango de medición va



Además, cuenta con un sensor dual que identifica automáticamente el sustrato, procediendo a realizar la medición apropiada. El dispositivo está fabricado con sondas resistentes al desgaste, lo que garantiza un servicio prolongado del mismo.

o MiniTest 70 FN

Con las mismas características que el MiniTest 70F, pero adecuado para sustratos ferromagnéticos (ej. acero) y también para sustratos no ferromagnéticos (ej. aluminio).

desde 0 a 3mm sobre sustratos de acero y de 0 a 2.5mm sobre metales no ferrosos, lo que lo convierte en una herramienta útil para una amplia gama de aplicaciones.

Además, permite calibraciones de 1 punto, siendo muy fácil de usar y configurar. En resumen, este dispositivo es una opción confiable y eficiente para la medición de espesores en diferentes tipos de sustratos.



o MiniTest 70 E-FN

Se trata de un dispositivo de gama económica diseñado para quien precisa realizar medidas directas sin la necesidad de calibraciones o registro de estadísticas. Es especialmente adecuado para sustratos ferromagnéticos como el acero, pero también es compatible con sustratos no ferromagnéticos como el aluminio.

El rango de medición abarca desde 0 hasta 3mm sobre sustratos de acero y desde 0 hasta 2.5mm sobre metales no ferrosos. Es la solución rentable y versátil para medir espesores en distintos tipos de superficies.



● MiniTest 650

El dispositivo Minitest 650 está fabricado con una carcasa de acero arenado que le proporciona una protección resistente contra la corrosión, lo que lo hace ideal para su uso en instalaciones offshore e instalaciones mineras. Además, sus superficies han sido rociadas con plasma para mejorar su resistencia y durabilidad.

La serie MiniTest 650 también cuenta con una gama económica que incluye los modelos E-F y E-FN, los cuales ofrecen un alto rendimiento a un precio significativamente bajo. En resumen, el Minitest 650 es un dispositivo resistente y duradero que se adapta a una amplia variedad de aplicaciones industriales.

Para más información:

Tel.: 93 544 43 10
lumaquin@lumaquin.com
www.lumaquin.com

Fuente:

Elmar Drastrup
www.freebrand.es

MiniTest 70							
Modelo	Sustrato Férrico	Sustrato No Férrico	Rango de Medición	Calibración Cero	Calibración Lámina	Punto de Calibración	Estadísticas
F	✓	✗	0 a 3mm	✓	✓	1 y 2	✓
FN	✓	✓	0 a 3mm	✓	✓	1 y 2	✓
B-FN	✓	✓	0 a 3mm/ 0 a 2,5mm	✓	✗		✗
E-FN	✓	✓	1 a 3mm/ 0 a 2,5mm	✗	✗	✗	✗

MiniTest 650							
Modelo	Sustrato Férrico	Sustrato No Férrico	Rango de Medición	Calibración Cero	Calibración Lámina	Punto de Calibración	Estadísticas
650 F	✓	✗	0 a 3mm	✓	✓	1 y 2	✓
650 N	✓	✓	0 a 3mm	✓	✓	1 y 2	✓
650 FN	✓	✓	0 a 3mm/ 0 a 2,5mm	✓	✓	1	✓
650 B-F	✓	✗	1 a 3mm/ 0 a 2,5mm	✓	✗	✗	✗
650 E-F	✓	✗	0 a 3mm	✗	✗	✗	✗
650 E-FN	✓	✓	1 a 3mm/ 0 a 2,5mm	✗	✗	✗	✗

150 profesionales de toda España participan en el I Congreso “Economía Circular y Plástico” de Alcalá la Real

Este evento organizado por el Ayuntamiento de Alcalá la Real pretende convertirse en un referente nacional para las empresas del sector, a la vez que busca posicionar a la ciudad como uno de los grandes enclaves industriales del plástico



Cerca de 150 profesionales del sector del plástico de toda España participaron en el I Congreso “Economía Circular y Plástico”, que se celebró en Alcalá la Real (Jaén). El evento, que ha llenado el aforo del Antiguo Convento de la Trinidad, ha sido inaugurado por el delegado del Gobierno de la Junta de Andalucía, Jesús Estrella, y el alcalde de Alcalá la Real, Marino Aguilera. El objetivo de esta iniciativa es posicionar a la ciudad como un referente nacional en el sector industrial del plástico, a la vez que se ofrece un punto de encuentro y una formación de primer nivel para las empresas en un momento en el que el sector está afrontando grandes cambios.

Un evento de primer nivel que cuenta entre los ponentes con líderes de firmas como Repsol,

TotalEnergies, Basf, Bioammo, Grupo Sulayr o la Asociación Nacional de Recicladores de Plástico. Además, el presidente de la Confederación de Empresarios de Andalucía, Javier González de Lara, que ofreció la ponencia de clausura del congreso.

En su intervención, Marino Aguilera ha puesto de relieve que el programa de este congreso se ha diseñado pensando no sólo en las ponencias y el conocimiento, sino en que haya también espacio para que las empresas se conozcan, para descubrir nuestro municipio y que sigamos vendiendo Alcalá como una ciudad para invertir y una ciudad para vivir”.

Por su parte, Jesús Estrella ha incidido en que la celebración de este evento “supone una apuesta por un sector estra-

tégico y pujante como el del plástico, que solamente en la provincia de Jaén durante 2022 fue capaz de exportar 122 millones de euros y que cuenta con la complicidad de la Junta de Andalucía, que recientemente ha aprobado la Ley de Economía Circular, la herramienta más eficaz contra el cambio climático, dejando atrás la cultura del usar y tirar para centrarse en la sostenibilidad y la eficiencia”.

A continuación, Jordi Ferrer, gerente del área de ventas Iberia en GCR Group, abrió el programa de ponencias hablando de “Poliolefinas recicladas y su impacto en la huella de carbono”. Después, tomó la palabra Óscar Hernández, director general de la Asociación Nacional de Recicladores de Plástico (Anarpla), que ha disertado sobre la situación actual del plástico reciclado.

Tras una pausa para un café networking la jornada ha proseguido con Ana Marina Lineros, responsable de proyectos de I+D y Nuevos Desarrollos de Edifesa, que ha abordado el reciclado desde el punto de vista de una planta de Residuos Sólidos Urbanos. La siguiente ponencia ha versado sobre reciclado mecánico de plástico técnico, a cargo de Juan Manuel Castro, responsable de I+D+i de Retuc. A continuación, Francisco Arrebola, director general de Rook, se ha ocupado de abordar los sistemas de Recogida Selectiva de Residuos, además de exponer la innovadora Retrovending Machine que ha desarrollado esta empresa con sede en Rute (Córdoba).

Tras el almuerzo, el congreso retomó su primera jornada con tres ponencias: Una sobre reciclado químico de polímeros, a cargo de Manuela Borao, gerente sénior de Economía Circular en Repsol Química; otra centrada en el reciclado de bandejas multicapa”, ofrecida por Sergio Collado, responsable de Ingeniería e I+D de Grupo Sulayr; y la tercera, “Nueva imposición sobre envases de material plástico no reciclado”, en la que ha intervenido Andrés Rodríguez, inspector jefe del Equipo Regional de Inspección de Aduanas e Impuestos Especiales.

Para más información:

Carlos Rísquez
(Hermes Comunicación)
Tel.: 625 849563

AIMPLAS analizará el contexto regulatorio de los plásticos en la cuarta edición de OKPLAST los días 24 y 25 de mayo



AIMPLAS ha organizado la cuarta edición de su Foro de Plásticos y Legislación OKPLAST que tendrá lugar en Valencia los días 24 y 25 de mayo y en la que se analizará el impacto de la regulación que afecta a los materiales plásticos así como las perspectivas para esta industria a nivel internacional.

Con el patrocinio de Andersen y Raorsa, el Foro pondrá sobre la mesa la regulación vigente y la que está por llegar como el Pacto Verde Europeo y el Nuevo Plan de Economía Circular, las novedades en el REACH y en la legislación de materiales en contacto con los alimentos.

La industria de los plásticos se enfrenta en la actualidad a desafíos relacionados directamente con grandes retos sociales como el cambio climático, la economía circular, el desperdicio alimentario o la protección de la salud y la mejora de la calidad de vida de las personas. En este contexto, los materiales plásticos van a tener la oportunidad de poner en valor su versatilidad y funcionalidad para ofrecer soluciones y al mismo tiempo van a tener que adaptarse y cumplir con las nuevas exigencias regulatorias que se avecinan tanto a nivel nacional como internacional.

Para analizar esta situación, AIMPLAS, Instituto Tecnológico del Plástico, ha organizado para los días 24 y 25 de mayo la IV edición del Foro de Plásticos y Legislación OKPLAST que a lo

largo de dos jornadas y cinco bloques temáticos repasará los cambios legislativos que afectarán a los productos que contengan plástico como prevé el Pacto Verde Europeo y el Nuevo Plan de Economía Circular, por una Europa más limpia y más competitiva, las novedades en el REACH y en la legislación de materiales en contacto con los alimentos, entre otros.

El Foro, que cuenta con el patrocinio de Andersen y Raorsa, expondrá en un primer bloque las novedades y tendencias legislativas a nivel internacional a través de ponencias en las que se abordará desde el Proyecto de Reglamento de ecodiseño para productos por parte de la Comisión Europea, hasta el Proyecto de Acuerdo internacional de los plásticos de la mano de Plastics Europe,

pasando por el Proyecto de legislación europea de microplásticos, entre otros. En el segundo bloque, se analizará situación actual de la aplicación de la Ley de Residuos y Suelos Contaminados y del impuesto al plástico, así como las distintas estrategias para minimizar su impacto mediante la introducción de materiales reciclados y soluciones reutilizables. A continuación, se dedicará un bloque completo a analizar las novedades relacionadas con el Reglamento REACH para el control de la importación y producción de sustancias y mezclas. Se trata de una legislación compleja y en continua actualización, lo que permite garantizar el uso seguro de los productos presentes en el mercado. El nuevo registro de polímeros y las prohibiciones o restricciones de sustancias

preocupantes estarán sobre la mesa en esta sesión.

Durante la segunda jornada, entidades certificadoras a nivel internacional mostrarán la importancia de las ecoetiquetas y certificaciones a la hora de comunicar y transmitir confianza sobre la sostenibilidad de los productos (contenido en reciclado, biodegradabilidad, compostabilidad...) evitando el peligro de incurrir en técnicas de greenwashing cuando este mejor comportamiento ambiental no está acreditado y se basa solo en apariencias o creencias. Precisamente, la aparición de nuevos materiales supuestamente más sostenibles para el envasado de alimentos que no están sometidos a las mismas exigencias a nivel regulatorio que los plásticos, ha generado en los últimos tiempos un importante aumento de las alertas sanitarias. Por este motivo, en OKPLAST se ha previsto un último bloque dedicado a los plásticos en contacto con alimentos. En él se abordarán los retos y oportunidades para los materiales reciclados y la importancia de ensayos como el challenge test, las NIAS, el caso del papel y el cartón, así como la aplicación a otros sectores como el de la cosmética.

Sobre AIMPLAS

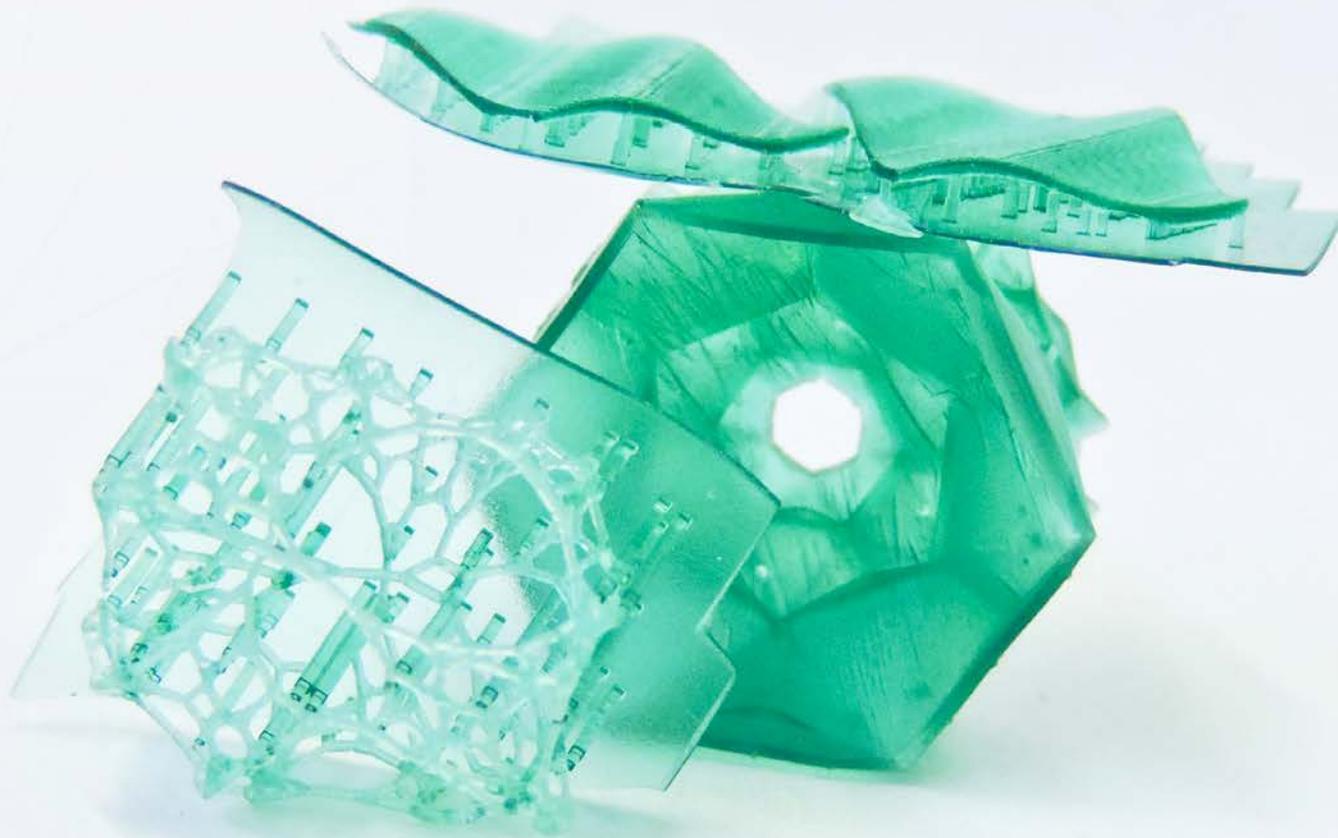
En AIMPLAS ayudamos a las empresas a aplicar la economía circular a su modelo de negocio para convertir los cambios legislativos que afectan a la industria del plástico en oportunidades para mejorar su eficiencia, reducir su impacto ambiental y aumentar su rentabilidad económica. Para ello, trabajamos e investigamos en ámbitos como el reciclado, los materiales y productos biodegradables, el uso de biomasa y CO2, con el objetivo de desarrollar soluciones innovadoras que ayuden a resolver los desafíos actuales en medio ambiente.

Para más información:

Elisa Cones
Tel.: 96 136 60 40 (ext. 3525)
econes@aimplas.es
www.aimplas.es

3D

Funcionalización de Polímeros (FUPOL) group



Ofertas y Demandas

MAQUINARIA Y EQUIPOS

► Ofertas

3.017.- Se vende **máquina para recuperar plásticos Erema**, modelo RGA 80, con pirómetros digitales marca Gefran, traductor de presión Omron, variador Toshiba 75 CV, motor 75 CV, bañera de acero inoxidable, y husillo y camisa recientemente rectificadas. Interesados, contactar en el Tel.: 670 05 51 69 o en la dirección de correo electrónico: indecor@indecor.es.

3.019.- Se venden **dos inyectoras** marca **Demag** por cierre de empresa; una de 250 toneladas de cierre y con cuatro noyos, y otra de 150 t de cierre; ambas con pantalla de control NC III. Para más información, contactar en el Tel.: 606708734.

3.020.- Se venden **dos granceadoras** marca **Rieter**, modelo Primo 100S, de 3 kW, año 2004. Interesados, contactar en el Tel.: 954 52 33 77 (Sr. Berrocal).

3.027.- Se venden **moldes de inyección de plástico** para la **fabricación de productos de menaje de hogar y ordenación**, en perfecto estado de uso; como son: carro verdulero Multibasket, cesto modular, cubertero 360 mm, cubertero 330 mm, bandeja escurridora, campana protección alimentos, escurridor, exprimidor jarra 250 mm, y jarra 750 mm, portarrollos mural, tablas de cortar alimentos (3), portarrollos papel higiénico, percheros con pomos, pinza para ropa Hércules, cubitera de hielo mini, huevera (se pueden ver en www.erce.es). Interesados, contactar en el Tel.: 943 550762 o mediante correo electrónico: erce@erce.es.

3.028.- Se vende, por cese de actividad, la siguiente **maquinaria y moldes para soplado de PE, PP y PET: sopladora** doble estación marca Falka Norte, modelo S2HDG, para producción de 500/600 unidades/hora en PE o PP de envases de 5 litros con troquelado y comprobación de poros automática; **extrusora** 80 mm y cabezal de regulación; **sopladora** para envases de 1L, cabezal doble 120 mm entre centros, marca Luxber, con carro tipo axilo; **extrusora** Maquiplast de 80 mm; **molino** J. Puchades de 15 caballos, año 2007, con cinta de alimentación, imán y sinfín para salida de material; **mesa de ensacado de envases automática**, etiquetadora con comprobación de poros, comprobador de poros marca Gaitero y Cuadra-

do; **equipo de frío Inteco**, de 45.000 frigorías; **compresor** de 37 KW marca Ingersoll Rand, año 2007; y varios **moldes** para productos químicos y alimentación; así como también algunas existencias como **asas y tapones para envases** de 5 L PET, **tapones** para aceite de oliva y **colorantes** para PE. Interesados, contactar en el Tel.: 610 842 048 o en javiermiras@yahoo.es.

3.029.- Se vende **extrusora** marca **EREMA**, modelo RGA 120E (Ref.: GT-1933), motor de 110 kw, diámetro de husillo 120 mm, 35 L/D; procesa PE, PP y PA; producción actual más de 380 kg/hora; cambiador de filtro hidráulico; cinta transportadora; detector de metales; corte en cabeza bajo agua, centrífuga, ciclón y soporte doble de big-bag. Interesados, contactar en el Tel.: 96 542 27 75, Fax: 96 545 96 04 ó correo electrónico: info@gester.es.

3.030.- Se vende **micronizador** marca **Reduction Engineering** (Ref.: GT-1934), hecho en Estados Unidos, modelo 85 (fecha: 03-11-05), motor de 60 cv, 3.560 r.p.m.; cuatro juegos de platos de 380 de diámetro. La producción depende del tamaño que se quiera dejar, se puede regular en tamaño 0.12 200 kg/hora aproximadamente. Se conserva en muy buen estado y se puede ver en marcha. Detector de metales Hamos. Interesados, contactar en el Tel.: 96 542 27 75, Fax: 96 545 96 04 ó correo electrónico: info@gester.es.

3.031.- Se vende **línea de extrusión de perfiles PVC** (Ref.: GT-1932), compuesta por:

- Mesa porta calibres con bomba de vacío y enfriamiento de agua

- Carro de estiraje

- Sierra de corte y volteador

Interesados, contactar en el Tel.: 96 542 27 75, Fax: 96 545 96 04 ó correo electrónico: info@gester.es.

3.032.- Se vende **inyectora termoplásticos** marca **Mateu y Solé** tipo Meteor 770/200-12015 (Ref.: GT-1930), año 1990, con cargador; tipo transitube y con secador sobre tolva. Interesados, contactar en el Tel.: 96 542 27 75, Fax: 96 545 96 04 ó correo electrónico: info@gester.es.

Ofertas y Demandas

3.033.- Se venden **moldes de inyección de plástico**, en perfecto estado, para la fabricación de los siguientes productos de menaje de hogar y ordenación: carro verdulero multibasket, cesto modular, cuberteros de 330 mm y 360 mm, bandeja escurridora, campana protección de alimentos, escurriverduras, exprimidor jarra 250 mm y 750 mm, portarrollos mural, tablas de cortar alimentos (3), portarrollos papel higiénico, percheros con pomos, pinza para ropa Hércules, cubitera mini de hielo y huevera. Interesados, pueden ver los productos en www.erce.es y contactar en el Tel.: 943 55 07 62 o en el correo electrónico: erce@erce.es.

3.034.- Se vende una **planta completa de inyección de preformas de PET** compuesta de: 4 Inyectoras Battenfeld de diferentes capacidades; 4 moldes de preformas para botellas de 0.33, 1.5, 5 y 8 Litros; y diferentes periféricos: enfriadores, compresores, repuestos, etc. Esta maquinaria se puede vender todo en conjunto o por separado, así como sus moldes. Se dispone de fotos, videos, planos y esquemas de la maquinaria y moldes. Dirección de contacto: info@fepama.com.

3.035.- Se vende, para **fabricación perfiles PVC** tipo gomas de acristalar, la siguiente maquinaria: Extrusora 45 con variador, bañera acero inoxidable, estiraje tipo cinta, moldes para gomas de mampara divisoria, mampara de baño, ventanas y puertas, etc. También molino triturador marca Tría de 7cv. Teléfono de contacto: 617 28 87 22.

3.036.- Impresora NILPETER flexo gráfica de etiquetas: Modelo FA4 Cleaninking de 2013 de segunda mano en venta. 8 colores, 410mm ancho útil de impresión, 1000mm diámetro des y re bobinador motorizados, Cilindros Anilox Praxair, CAMISAS ROTEC. Mas información y fotos aquí: <https://www.machinepoint.com/machinepoint/inventory.nsf/idmaquina/300038820?opendocument&ln=es>. Contacto: 983 54 99 00, info@machinepoint.com.

3.037.- Maquina HUSKY para la fabricación de preformas: Modelo HyPet 300 P100/110 E120 de segunda mano a la venta por 300.000 euros. Del año 2006. Incluido en el precio están: Molde completo Husky de 72 cavidades, Deshumidificador Plastic Systems, Conveyor Plastic Systems, Secador Motan LUXOR 1200 A PET con tolva de 8.500 litros. Tiene 60.000 horas de trabajo. Es una máquina que se encuentra en muy buenas condiciones y puede ser vista en producción. Disponible inmediatamente. Más información y fotos se pueden ver aquí: <https://www.machinepoint.com/machinepoint/inventory.nsf/idmaquina/300036990?opendocument&ln=es>. Contacto: 983 54 99 00, info@machinepoint.com.

3.038.- Máquina KRAUSS MAFFEI para la fabricación de tuberías de PE/PP: Modelo KME 125÷36 B/R de segunda mano en venta. Del año 2011 con 6119 horas de trabajo. Línea de extrusión completa para tubos PE/PP desde 110 hasta 630 mm con herramental. Incluye: Extrusora monohusillo, Cargador de vacío, Co-extrusora, Cabezal, Bañera de vacío, Control de espesor de pared ultrasónico, Bañera de pulverización, Máquina de marcado, Tirador, Sierra, Mesa basculante. Más información y fotos se pueden ver aquí: <https://www.machinepoint.com/machinepoint/inventory.nsf/idmaquina/300038849?opendocument&ln=es> Contacto: 983 54 99 00, info@machinepoint.com.

3.039.- Líneas de llenado SIDEL para bebidas con gas de segunda mano a la venta. Del año 2011. Produce botellas de tamaño de 0.5 a 2.5 L, a 16,000 unidades/hora. Usada para el llenado de bebidas carbonatadas y cerveza. Tiene 18,800 horas de trabajo. Incluye SIDEL SBO 8/10 Universal sopladora stretch, NATE PETBLOK llenadora/taponadora, etiquetadora GERNEP. Más información y fotos se pueden ver aquí: <https://www.machinepoint.com/machinepoint/inventory.nsf/idmaquina/300038682?opendocument&ln=es> Contacto: 983 54 99 00, info@machinepoint.com.

3.040.- Máquinas de termoconformado de la marca ILLIG y modelo RDK 80 del año 2005 de segunda mano en venta. Material que procesa es PP, con una profundidad de moldeo de 120mm, Formado y corte en un solo paso, Prensa perforadora de acero por separado, Presión de formación 6 bar. Esta máquina no esta en funcionamiento pero puede comprobarse con material, y tiene disponibilidad inmediata. Más información y fotos se pueden ver aquí: <https://www.machinepoint.com/machinepoint/inventory.nsf/idmaquina/300037769?opendocument&ln=es>. Contacto: 983 54 99 00, info@machinepoint.com.

3.041.- Máquina de inyección de tapones, marca Husky, modelo H160 RS55/50 del año 2004 de segunda mano a la venta. Tiene 43941 horas de trabajo, esta en buenas condiciones y puede ser inspeccionada en producción. Disponible inmediatamente. Tiene un tipo de cuello CPO y un molde con 32 cavidades. Más información y fotos se pueden ver aquí: <https://www.machinepoint.com/machinepoint/inventory.nsf/idmaquina/300037776?opendocument&ln=es> Contacto: 983 54 99 00, info@machinepoint.com.

3.042.- Se venden **2 máquinas de inyección:** una Arburg de 320 Ton, del año 2014, equipada con robot Wittmann; y una Protecno de 330 Ton, del año 2018, equipada igualmente con robot Wittmann. Para más información por favor contacten con Angel Luis en los Tels: 91 649 10 40 / 639 32 05 02.

Ofertas y Demandas

► Demandas

3.396.- Se precisa **Agente comercial** libre multicartera, con experiencia en el sector del plástico para diferentes zonas (zona centro, zona sur, zona BCN), para distribución y/o venta directa de granza plástica grado postindustrial económico. Imprescindible experiencia en el sector. Interesados, enviar CV a: plasbur2017@gmail.com.

3.397.- Se busca **Licenciad@ en Químicas** con doctorado (valorable) y con experiencia de al menos un año en **Polímeros/Resinas termoestables** para **empresa multinacional de aislamiento** cuya sede central está ubicada en Madrid. Estará en el departamento de I+D y participará en el desarrollo de materiales, apoyo en plantas de producción para resolver problemas, creación de productos, etc. El tipo de contrato será indefinido y con buenas condiciones. Interesados, contactar con Alvaro Aréjula, Tel.: +34 944 347 033.

3.398.- Se precisa **Agente comercial libre** multicartera, a comisión, con experiencia en el sector del plástico para zona Sur, para distribución y/o venta directa de granza plástica grado postindustrial económico. Imprescindible experiencia en el sector. Interesados, enviar C.V. a: plasbur2017@gmail.com.

3.399.- Se precisa **Agente comercial libre** multicartera a comisión, con experiencia en el sector del plástico, demostrable. El área de actuación sería para la zona centro de España. Para representación, distribución y/o venta directa de granza plástica. Imprescindible experiencia en el sector, conocimiento en polímeros y en clientes. Interesados, enviar C.V. a: plasbur2017@gmail.com.

3.301.- Compañía ubicada en Castelldefels, dedicada a la comercialización de materiales y productos para la industria del plástico (inyección y extrusión) por ampliación de plantilla precisa incorporar **una persona con experiencia comercial en el sector o bien personas con formación técnica.**

Se requiere:

- Formación especializada en el sector del plástico.
- Con clara vocación comercial orientada al cliente
- Persona dinámica y práctica
- Perfil orientado a objetivos y con gran capacidad de gestión autónoma
- Inglés, nivel avanzado.
- Carné tipo B1
- Disponibilidad para viajar por Cataluña y resto de la península esporádicamente con pernoctación en caso de ser necesario.
- Persona con vocación comercial con alta orientación al cliente, habilidades de comunicación verbal y escrita, proactividad y autonomía.

3.043.- Se venden **máquinas de inyección** Negri Bossi VE 120 con robot Wittmann, Negri Bossi V 55 con extractor de colada, Arburg 320 C 500-170 con robot Arburg incorporado, y Arburg 420 1000-290 con robot Wittmann. Interesados contactar por correo electrónico: alumbrias@aries-ipsa.com.

► Demandas

3.172.- Se compran **refrigeradores de agua** usados (no importa estado). Interesados, contactar con la Srta. Mayte. Tel.: 965 467 858.

3.173.- Se compra **mezcladora vertical para granza de plástico**, usada, en buen estado; entre 1.500-2.000 litros para mezclas de entre 1.000-1.200 Kg. Enviar ofertas y fotos al correo electrónico: suminco@suminco.com (Ref. Mezcladora).

3.174.- Se necesita **molino para triturar material**, pequeño y de fácil limpieza; es para utilizar en laboratorio. Interesados, contactar con Elías Somalo en el Tel.: 941 25 97 15 o por e-mail: Sohurplas@sohurplas.com.

EMPLEO

► Ofertas

3.291.- Se ofrece **técnico en plásticos y caucho** para empresa de transformación de plásticos. Conocimientos de procesos y materiales y amplia experiencia en la solución de problemas de moldeo por inyección. Interesados, contactar en el correo electrónico: felipen1@cablenworld.es.

3.292.- Se ofrece **Licenciado en Química** por la UAM (2006-2012), para **prácticas o trabajo** y poder introducirse **en el mundo de los polímeros, tanto en Transformación como en Investigación.** Con máster realizado en 2012-2013 de "Alta especialización en plásticos y caucho" en el CSIC, habiendo desarrollado un trabajo de investigación dirigido por Raquel Verdejo: "Desarrollo de Actuadores de SEBS", usando un miniextrusor (mini-Hacke), realizando ensayos de esfuerzo deformación con un INSTRON, analizando imágenes de SEM y analizando datos de medidas dialéctricas (Caracterización Morfológica, Mecánica, Electromecánica, Dieléctrica). Interesados, contactar con Jaime Fernández de Soto García en la dirección de correo electrónica: jai.fsoto@gmail.com ó en el Tel.: 0034606797264.



El Servicio de Caracterización y Asistencia Científico-Técnica tiene por objetivo dar soporte para el desarrollo de la investigación de los diferentes Grupos y Departamentos del Instituto así como a otros Institutos, Organismos Públicos de Investigación, Universidades y Empresas que lo soliciten. El Servicio dispone de equipos y técnicas para ensayos de caracterización física, análisis químico, propiedades térmicas y mecánicas en plásticos y elastómeros. Se realizan trabajos de asesoramiento a las empresas, ensayos e informes, en definitiva una amplia gama de análisis y caracterizaciones sobre cualquier tema relacionado con los materiales poliméricos.

Equipamiento

- Microscopio Atómico de Fuerza (AFM) Multimode SPM-Veeco Nanoscope IVa
- Difracción de Rayos X D8 Advance, Bruker, con cámara de temperatura Anton-Paar TTK 450
- Análisis Dinamo-Mecánico (DMTA) 861E, Mettler
- Microscopía Raman Confocal InVia Reflex, Renishaw
- Resonancia Magnética Nuclear de sólidos Avance III 400, Bruker
- Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) Philips XL 30
- Microscopio Electrónico de Barrido (FE-SEM) SU 8000, Hitachi
- Análisis termogravimétrico (TGA) Q500, TA Instruments
- Análisis termogravimétrico con masas (TGA-MS) ThermoStar GSD 301 T, Pfeiffer
- Ultramicrotomo, Leica
- Equipo de espectroscopía dieléctrica de banda ancha, Novocontrol
- Dinamómetro DX2000, MTS
- Calorímetro Diferencial de Barrido DSC 7, Perkin Elmer
- Elipsómetro AUTO SE, Horiba
- Espectrofotómetro Ultravioleta-Visible Lambda 16, Perkin Elmer
- Fluorímetro LS 50B, Perkin Elmer
- Miniextrusora Thermo Scientific HAAKE Minilab
- Prensa Collin P200P
- Prensa Collin 200x200

Más información : <http://www.ictp.csic.es/caracterizacion/>

Instituto de
Ciencia y
Tecnología de
Polímeros

C/ Juan de la Cierva, 3
28006 Madrid

Ofertas y Demandas

Funciones principales:

- Visitas y captación de nuevos clientes principalmente en Cataluña y posibilidad de resto de la península.
- Gestión y mantenimiento cartera de clientes.
- Detectar clientes potenciales y abrir nuevos mercados.
- Realizar seguimiento de pedidos y ofertas.
- Comprender necesidades y requisitos de cada cliente y aportar soluciones a su medida.

Se ofrece:

- Contratación fija
 - Incorporación inmediata
 - Formación continuada
 - Coche de empresa, combustible, gastos viaje y teléfono móvil.
 - Interesante remuneración, salario base más incentivos.
- Interesados enviar CV: administracion@coreaplast.es

EMPRESAS

► Ofertas

3.422.- Se vende **empresa de transformación de plástico por inyección y soplado** situada en Barcelona, en el área del Vallés. Con actividad productiva en diversos sectores, destaca su especialización en el sector farmacéutico. Se trata de una gran oportunidad con potencial de crecimiento, tanto para empresas del sector como para inversores interesados en el sector farmacéutico; una apuesta segura en los tiempos actuales. Empresa en funcionamiento, con una estructura dinámica y flexible, solvente y rentable año tras año desde su fundación. Persona de contacto: Daniel | @: ventaempresadeplasticos@gmail.com | Tel.: +34 93 675 98 92.

► Demandas

3.501.- Se compra (también traspaso) **pequeña o me-**

El servicio de "Ofertas y Demandas" está orientado únicamente, y de forma gratuita, para nuestros suscriptores y lectores en general, pudiendo éstos encargarnos la publicación de avisos mediante el correo electrónico rosarb@ictp.csic.es. Como norma, publicamos cada texto hasta tres inserciones sucesivas, siempre que el espacio disponible lo permita.

No publicaremos aquí aquellos textos que tengan carácter de publicidad comercial, ya que la tónica para éstos será solamente de oportunidades de compra y venta, demandas u ofertas de trabajo, etc.

diana empresa transformadora de plásticos –extrusión / inyección- en Barcelona o alrededores. Interesados, contactar con Sr. Balbi en el Tel.: 665 30 98 50 ó Correo electrónico: Ventas@fuentesquimicas.com.

VARIOS

► Ofertas

3.611.- Se venden 10 toneladas de **ABS molido negro** y 3 t de **blanco**; 20 toneladas de **PET para lavar**; 8 t de **PVC rígido** para moler; 5 t de **PS blanco molido y 5 granceado**; 30 t de **PS de Yogurt** para moler y lavar; 8 toneladas de **ABS con talco**; y 7 t de **PP**. Interesados, contactar en el Tel.: 657475194.

3.612.- Se venden 24 T de **ABS de colores** para extrusión, triturado con parrilla de 5 mm; así como 24 T de **PP** para extrusión, también triturado con parrilla de 5 mm. Interesados, llamar al Tel.: 617 38 52 95.

3.613.- Se vende **ABS triturado** de inyección negro, anti-calórico con un porcentaje de pintura, libre de metales y polvo. Parrilla de 7 mm. Envasado en Big Bag paletizado. Con continuidad. Interesados contactar en info@plaseuro.com.

► Demandas

3.753.- Se compran los siguientes productos: **PVC**, rígido, triturado, colores blanco y negro; **poliestireno** (antichoque) triturado, colores blanco y negro. Interesados, dirigirse al Tel.: 96 547 41 42 ó Fax: 96 547 54 03.

3.754.- Se compran materiales de **PVC** (rígido, semirrígido y blando), **polietileno de envases**, **polietileno de film**, **polipropileno**, **poliestireno** y otros. Interesados, llamar a los Tels.: 96 5360 278 / 659 666 548.

3.755.- Se compra **caucho termoplástico**, **PVC**, **TPU** y **poliestireno** (antichoque) cristal, natural, negro o colores; para triturar, triturados o granceados. Interesados, contactar en el Tel.: 615281116.

La Revista se reserva el derecho de dar mayor o menor espacio a estos anuncios, así como de estructurar su contenido.

Esta sección se puede ver en nuestra web: www.revistaplasticosmodernos.es

Grupo

Elastómeros

**¿QUIERE REALIZAR UN PROYECTO DE I+D+I ?
¿NECESITA ASESORAMIENTO O ASISTENCIA
CIENTÍFICO-TÉCNICA EN EL CAMPO DE LOS ELASTÓMEROS?**

El Grupo de Elastómeros del ICTP puede ayudar a hacer posible que su empresa lleve a cabo ese proyecto de I+D+i que tiene en mente o simplemente brindarle apoyo tecnológico para resolver ese problema que le ha surgido. Para ello ponemos a su disposición toda nuestra experiencia en el diseño y desarrollo de elastómeros para aplicaciones industriales concretas. Visite nuestra web y decida Ud. mismo en que podemos ayudarle.

www.elastomeros.ictp.csic.es/

grupo
elastómeros



Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros
Juan de la Cierva 3
28006 Madrid

Anuncios Clasificados

AIMPLAS

Descubre **todo** lo que **nuestros laboratorios** pueden ofrecerte

AIMPLAS
CONOCIÉNOS

AIMPLAS es el primer centro español en oferta de ensayos acreditados por ENAC según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para la industria del plástico.



Pídenos presupuesto sin compromiso

www.aimplas.es - +34 96 136 60 40

HUSYCA

HUSYCA
TECNOLOGÍA Y PRECISIÓN

www.husyca.com

Alimatic

Alimatic
HANDLING SYSTEMS

www.alimatic.com

Anuncios clasificados

Anuncios clasificados por sectores
Anuncios clasificados por sectores

Anuncios por sectores

PlásticosModernos

PHOTOPOL 2022

PHOTOPOL2022

FOTO GANADORA
QUE LEJUE UN DISEÑO
VICIOSO CHECO

CSIC ICTP

ACCESIT PHOTOPOL 2022

PHOTOPOL2022

ACCESIT PHOTOPOL2022
"Micrografía de ultra-son resaca"
Luzera Capillada

ACCESIT PHOTOPOL2022
"Polimerización de ultra-son resaca"
Luzera Capillada

CSIC ICTP

FUPOL

3D Funcionalización de Polímeros (FUPOL) group

CSIC ICTP