

EDITORIAL

Fortalezas y debilidades de la Ciencia en España

En España, contamos con casi 3,5 científicos por cada mil habitantes, cifra algo inferior a la media de la Unión Europea (3,7). Científicos y científicas españoles lideran o participan activamente en grandes proyectos, experimentos y misiones punteras en diferentes ámbitos, desde la biomedicina a la física de partículas o la astrofísica, por citar algunos ejemplos.

Ocupamos el noveno puesto mundial por número de publicaciones con más de 100.000 documentos publicados al año, que representan más del 3 % de toda la producción científica mundial. Actualmente, España es el tercer país europeo con mayor retorno en el programa Horizonte Europa y, pese a ser un país innovador moderado, ocupamos el puesto 18 en el ranking mundial, se registran casi 1800 patentes al año y, en los últimos cinco años, se han creado más de 500 empresas de base tecnológica. Sirvan estas cifras para advertir de que, frente a numerosos tópicos, es indiscutible que la ciencia española ha alcanzado su mayoría de edad. Pero dejando las valoraciones cuantitativas, salvo excepcionales éxitos individuales, nuestros científicos y científicas no ocupan puestos de liderazgo en el concierto internacional ni obtienen los reconocimientos que, sin duda, merecen. Todos somos conscientes de que el impacto global de la investigación e innovación española es todavía incipiente.

No pretendemos hacer un diagnóstico exhaustivo de las causas del bajo impacto global de nuestra I+D+i, ni mucho menos señalar responsables, pero hay cierto consenso en afirmar que la Ciencia exige apoyo y continuidad en las políticas, es decir, consenso político, coherencia con los objetivos y mucha estabilidad. Si carecemos de una buena y previsible política científica, no es viable que nuestros investigadores puedan comprometerse y asumir proyectos ambiciosos de alto impacto y dar el salto para el liderazgo de misiones científicas internacionales.

Vivimos tiempos convulsos con un escenario político complejo, sin mayorías parlamentarias consolidadas. Aunque la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación se aprobó en 2022 con gran consenso, se requieren nuevos

presupuestos si se quiere que la ciencia impulse en los próximos años el crecimiento socio-económico de nuestro país.

Sin duda, necesitamos una Agencia Española de Investigación (AEI) independiente, algo que, con la aprobación de la Ley de la Ciencia, perdimos una magnífica oportunidad. Algo ya consolidado en los países más avanzados e innovadores que sea capaz de aprobar una programación plurianual con compromisos alcanzables. No disponer del instrumento correcto genera incertidumbre y dificulta la continuidad en las políticas económicas firmes. No debemos viajar muy lejos, nuestros hermanos portugueses ya consiguieron esta programación plurianual con buenos indicadores. También lo hace desde hace décadas la Unión Europea en sus diferentes programas marco.

La AEI requiere autonomía financiera que le permita flexibilidad en el uso de los remanentes y una robusta programación plurianual que, con la adecuada autonomía, permitiría la posibilidad de utilizar inteligentemente todos los fondos asignados y poder afrontar situaciones de prórroga presupuestaria. Esto evitaría, por ejemplo, la fuga de cerebros. Formamos excelentes investigadores e investigadoras que tienen que emigrar por falta de estabilidad y expectativas de futuro.

No obstante, quiero finalizar con un mensaje esperanzador. La todavía joven Ley de la Ciencia permite desarrollar compromisos como el de llegar al 1,25 % del PIB de inversión pública en I+D+i en 2030 o la financiación de actividades de los grupos de investigación.

Espero y deseo que nunca falte la voluntad política y los consensos necesarios.

Manuel Jordán
Presidente de la AEC

Director: Manuel Jordán Vidal

Editores: Enrique Ruiz-Ayúcar y Pedro Sánchez Soto

Consejo Editorial: Enrique de la Rosa, Alfredo Tiemblo Ramos, Francisco Pardo Fabregat



Consejo Rector de la Asociación Española de Científicos (AEC)

Presidente: Manuel Jordán Vidal

Vicepresidente Primero: Enrique J. de la Rosa

Vicepresidenta Segunda: María del Carmen Risueño Almeida

Secretario General: Enrique Ruiz-Ayúcar

Vocales: Alfredo Tiemblo Ramos, Pedro José Sánchez Soto, Pilar Sánchez Testillano, Francisco Pardo Fabregat, José Luís Todolí Torró, Ana María Alonso Zárata y José Juan López Espín

Edita: Asociación Española de Científicos.

Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche.
Avenida de la Universidad s/n. Edificio Alcudia. 03202 Elche (Alicante)

ISSN: 1575-7951. Depósito legal: M-42493-1999

Esta revista no se hace responsable de las opiniones emitidas por nuestros colaboradores.

Sitio en la Red: www.aecientificos.es

Correo electrónico: aecientificos@aecientificos.es

La AEC es miembro fundador de la Confederación de Sociedades Científicas de España, COSCE.

ÍNDICE

Aportación al estudio de bacterias implicadas en la degradación de hidrocarburos

Y. MENA, A. PÉREZ-GIMENO, J. NAVARRO-PEDREÑO,
J.D. HERNÁNDEZ-MARTICH, M. JORDÁN

3

Descripción del medio físico de la subcuenca del río San Juan, en República Dominicana

J.F. NOVA-MARMOLEJOS, M.B. ALMEDRO-CANDEL, M. JORDÁN

11

La química del color en la Real Fábrica de Loza y Porcelana de l'Alcora

G. MONRÓS-TOMÁS

17

Biorrefinerías, una ineludible opción de futuro

E. CASTRO GALIANO

33

V Congreso Iberoamericano sobre Biorrefinerías

UNIVERSIDAD DE JAÉN

39

IN MEMORIAM

Eugenio Vilanova Gisbert, 1948-2024

40

RECENSIÓN

Desarrollo de Biorrefinerías multiproducto a partir de biomasa del sector del olivar

Irene Gómez Cruz, M^a Mar Contreras Gámez,
Inmaculada Romero Pulido, Eulogio Castro Galiano

41

PLACAS DE HONOR DE LA ASOCIACIÓN

- Presidente de la AEC
- Guillermo Monrós Tomás
- Luis Blanco Dávila
- Miguel Ángel Castro Arroyo
- José Manuel López Nicolás
- Fundación Instituto de Ecología Litoral
- Biohope Scientific Solutions

42

Aportación al estudio de bacterias implicadas en la degradación de hidrocarburos

YAMEIRI MENA¹, ANA PÉREZ-GIMENO², JOSE NAVARRO-PEDREÑO², J. DAVID HERNÁNDEZ-MARTICH¹, MANUEL M. JORDÁN²

¹ Universidad Autónoma de Santo Domingo, Programa Doctoral en Medio Ambiente y Sostenibilidad de la Escuela de Biología; Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola. Santo Domingo, República Dominicana.

² Universidad Miguel Hernández de Elche, Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Elche (Alicante).

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos se encuentran distribuidos en diferentes ambientes, desempeñando diversos roles, ya sea en asociaciones microbianas o con otros tipos de organismos. Estos microorganismos no quedan exentos de estudio sobre la capacidad de biorremediar los ambientes contaminados por hidrocarburos y sus derivados, siendo los más abundantes las bacterias y los hongos con capacidad de metabolizar estos compuestos.

La contaminación generada por los hidrocarburos del petróleo es un problema mundial y puede abarcar amplias áreas, teniendo en cuenta que, independientemente de la zona afectada (suelos, ríos, lagos, zonas freáticas y playas), por procesos naturales biológicos y físicos, estos contaminantes tienen como destino final los mares y los océanos (Tabla 1).

Existen factores ambientales que son determinantes para el desarrollo de microorganismos biorremediadores, entre los que destacan los fisicoquímicos y biológicos ambientales, además de la presencia de los contaminantes y su naturaleza. Algunos de estos factores, como son la concentración de nutrientes, el contenido de oxígeno, el pH, la temperatura o la salinidad del medio, pueden ser determinantes y, de ellos, dependerá la velocidad con que estos microorganismos puedan biodegradar los contaminantes orgánicos.

Este artículo se fundamenta en la revisión bibliográfica de estudios realizados en aguas donde se describen los microorganismos, principalmente bacterias, involucrados en el proceso de degradación de hidrocarburos, con la finalidad de tener un conocimiento de los trabajos realizados sobre este tema. Esta revisión de información ampliará el conocimiento de los trabajos realizados sobre la diversidad de microorganismos que tienen la capacidad de degradar estos contaminantes orgánicos.

Para la búsqueda de información se hizo un mapeo científico sistemático del tema de interés, a través de la base de datos Scopus, utilizando el buscador Google Académico y seleccionando los términos de búsqueda no excluyentes.

Posteriormente se hizo una selección de los temas más relevantes y mejor relacionados con la investigación planteada, limitándolo al caso de las bacterias implicadas en la degradación de hidrocarburos. Tras una revisión de los resúmenes y de las metodologías de estudio utilizadas, se seleccionaron aquellos artículos que se ajustaban a la temática a seguir. El objetivo planteado fue realizar un análisis de producción científica relacionado con el tema de investigación.

En la Tabla 2 se observan los criterios de búsqueda utilizados y los filtros aplicados.

MICROORGANISMOS DEGRADADORES DE HIDROCARBUROS

La contaminación por hidrocarburos en ambientes marinos es una de las problemáticas que se presentan de manera frecuente a nivel mundial (Tabla 1). La capacidad que muchos microorganismos han adquirido para utilizar las moléculas orgánicas como fuente de carbono y energía se debe a su evolución para poder adaptarse a estos ambientes contaminantes (Yakimov *et al.*, 2007). Las primeras investigaciones para el estudio del potencial de los microorganismos para biodegradar estos contaminantes se iniciaron a mediados del siglo XX. Estos estudios aportaron una base sólida del conocimiento sobre la biodegradabilidad de los hidrocarburos, identificándose una gran cantidad de microorganismos capaces de utilizar estos compuestos orgánicos como única fuente de carbono, lo que permite su uso en la biorremediación de zonas contaminadas por hidrocarburos (Uad, 2011).

Las bacterias marinas degradadoras de hidrocarburos estudiadas pertenecen a más de 20 géneros distribuidos a través de varios grupos: Alfa-, Beta-, y Gamma- Proteobacterias, Gram positivas, Flexibacter, Citofaga y Bacteroides (Gauthier *et al.*, 1992; Yakimov *et al.*, 2007; van Beilen y Funhoff, 2007; Kodoma *et al.*, 2008).

NÚMERO	NOMBRE DEL BARCO	AÑO	LOCALIZACIÓN	TAMAÑO DEL VERTIDO (MILES DE TONELADAS)
1	Sanchi	2018	Shanghai, China	113
2	Deepwater Horizon	2010	Louisiana, EE. UU.	779
3	Prestige	2002	A Coruña, España	63
4	Sea Empress	1996	Milford Haven, Reino Unido	72
5	ABT Summer	1991	700 millas de Angola	260
6	Haven	1991	Génova, Italia	144
7	Braer	1993	Islas Shetland, Reino Unido	85
8	Katina P	1992	Maputo, Mozambique	67
9	Aegean Sea	1992	A Coruña, España	74
10	Khark 5	1989	Costa atlántica de Marruecos	70
11	Exxon Valdez	1989	Prince William Sound, Alaska	37
12	Odyssey	1988	Nueva Escocia, Canadá	132
13	Castillo de Bellver	1983	Saldanha Bay, Sudáfrica	252
14	Assimi	1983	55 millas de Muscat, Omán	53
15	Irenes Serenade	1980	Navarín, Grecia	100
16	Atlantic Empress	1979	Tobago	280
17	Independenta	1979	Bosphorus, Turquía	95
18	Amoco Cádiz	1978	Costas francesas de Bretaña	223
19	Hawaiian Patriot	1977	300 millas de Honolulu	95
20	Urquiola	1976	A Coruña, España	100
21	Jakob Maersk	1975	Oporto, Portugal	88
22	Metula	1974	Estrecho de Magallanes, Chile	53
23	Wafra	1971	Cape Agulhas, Sudáfrica	30
24	World Glory	1968	Durban, Sudáfrica	52,9
25	Torrey Canyon	1967	Islas Scilly, Reino Unido	119

Tabla 1. Vertidos de petróleo más importantes de la historia.

Fuente: Estadísticas de International Tanker Owners Pollution Federation ITOPF 2015 (modificado y revisado).

NOMBRE DEL BARCO	Scopus
FECHAS CONSULTADAS	2008-2024
TIPO DE DOCUMENTOS	Artículos, libros, webs técnicas especializadas
CAMPO DE BÚSQUEDA	Título
PALABRAS CLAVE	hydrocarbon degrading bacteria, hydrocarbon-degrading microorganisms
IDIOMAS	Español e inglés

Tabla 2. Criterios de búsqueda y filtros utilizados.

Entre las bacterias estudiadas para el tratamiento de la contaminación de las aguas por hidrocarburos están las pertenecientes al género *Pseudomonas*. Son bacterias aerobias, gram negativas, que también presentan la capacidad de desarrollarse en ambientes anaerobios. Han sido aisladas en ambientes acuáticos, tanto en aguas continentales como marinas, debido a su capacidad de adaptación a condiciones adversas de salinidad. Las *Pseudomonas* poseen gran versatilidad metabólica, lo que les permite utilizar diversos hidrocarburos (alifáticos, aromáticos, policíclicos aromáticos, etc.) como fuentes de carbono y energía. Son capaces de producir gran cantidad de enzimas que catalizan la ruptura y transformación de las estructuras de los hidrocarburos dando lugar a compuestos más sencillos y menos tóxicos. Además de la actividad metabólica, son muchos los mecanismos de acción de las *Pseudomonas*, entre ellos la producción de surfactantes acelerando la degradación de los hidrocarburos o mecanismos de adhesión y absorción. Las especies del género *Pseudomonas* se pueden emplear en diversos procesos industriales, además de su uso en la biodegradación de los hidrocarburos, como en la síntesis de biopolímeros. Ha sido descrita por numerosos autores por su capacidad de utilizar los hidrocarburos aromáticos policíclicos (Darvishi *et al.*, 2011). Otro de los géneros descritos en ambientes marinos son las *Pseudoalteromonas*, bacterias aerobias o anaerobias facultativas y gram negativas. Hedlund y Staley (2006) realizaron la descripción de una cepa del género de *Pseudoalteromonas* con capacidad de crecer con hidrocarburos aromáticos policíclicos (Uad, 2011).

Otras bacterias estudiadas con capacidad para degradar hidrocarburos pertenecen a los géneros *Bacillus*, *Geobacillus* y *Thermus* (Meintanis *et al.*, 2006; Van Beilen y Funhoff, 2007). *Bacillus* se describe como un género de bacterias gram positivas, presentes en hábitats terrestres, en agua dulce y en ambientes marinos (Oguntoyinbo, 2007). Los microorganismos de este género se consideran bacterias halotolerantes, por su capacidad de multiplicarse en aguas marinas con elevadas concentraciones de cloruro de sodio (Oguntoyinbo, 2007). Una cepa del género *Bacillus* con capacidad de degradar diesel fue descrita por Yousefi-Kebira *et al.*, (2009). Al igual que ocurre con las *Pseudomonas*, su actividad metabólica, su capacidad de producir biosurfactantes, así como de generar enzimas involucradas en la degradación de los hidrocarburos, le confiere a este grupo de bacterias un papel importante es la biorremediación de ambientes contaminados con hidrocarburos.

El género *Halomonas* ha sido descrito dentro de los microorganismos que poseen la capacidad de producir exopolisacáridos descrita por Poli *et al.* en 2007. En las *Halomonas*, se incluyen bacterias halófilas moderadas y halotolerantes que, además de ser aisladas de ambientes marinos, también se ha descrito su aislamiento en ambientes terrestres. Tanto las *Pseudoalteromonas* como las *Halomonas* presentaron alta capacidad de degradar hidrocarburos, las cuales fueron aisladas de ambientes salinos (Martínez-Checa *et al.*, 2007).

Otro conjunto de bacterias implicado en la degradación de los hidrocarburos es *Brevibacterium*, un grupo de bacterias aerobias, gram positivas descritas por primera vez en 1953 por Breed. Dentro de este género, se ha descrito la cepa DSM20657 identificada como *Brevibacterium casei* por Pavitran *et al.* (2004). Algunas especies de *Brevibacterium* son capaces de degradar diferentes tipos de hidrocarburos, tal es el caso de parafinas, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) y petróleo crudo, siendo su mecanismo de acción similar al de las demás bacterias consideradas, así como su actividad metabólica, síntesis de enzimas degradadoras y producción de biosurfactantes que facilitan la emulsión y posterior degradación de los contaminantes.

Las *Marinobacter* que, al igual que las *Pseudoalteromonas*, pertenecen a las *Alteromonadaceae*, son bacterias que se encuentran con frecuencia en ambientes marinos. Son bacterias gram negativas y fueron descritas por primera vez por Gauthier *et al.* (1992). También tienen capacidad de degradación de hidrocarburos. Una cepa degradadora de HPAs, *Marinobacter geseongensis*, fue descrita por Roh *et al.* (2008), aislada en agua de mar. y se estudió su capacidad de crecer en diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) de 1-25 % p/v, respectivamente. Además de los mecanismos de acción descritos previamente, estas bacterias presentan la peculiaridad de formar un biofilm en la interface agua-sustratos hidrofóbicos promoviendo, de esta forma, su degradación. Algunas cepas de *Marinobacter* son capaces de fijar nitrógeno, lo que supone una gran ventaja cuando se encuentran en ambientes donde su disponibilidad debe ser limitada, como los procesos de eutrofización.

Otro grupo bacteriano degradador de hidrocarburos, especialmente HAPs, es el género *Thalassospira*, bacterias gram negativas. Fue descrito y estudiado por Liu *et al.* (2007), Kodoma *et al.* (2008) y Zaho *et al.* (2010) como bacterias degradadoras de hidrocarburos alifáticos y aromáticos.

Aunque la mayoría de los estudios sobre biodegradación de hidrocarburos se han centrado en bacterias, microorganismos procariontes, algunos eucariotes también han sido descritos. Dentro de estos, destacan algunas algas, hongos y levaduras (Van Beilen *et al.*, 2003). Como resultado de esto, se puede afirmar que muchos microorganismos poseen la capacidad de utilizar diferentes compuestos que son contaminantes medioambientales como única fuente de carbono y su distribución en la naturaleza es muy amplia. Sin embargo, estos se encuentran en bajas concentraciones en lugares no contaminados y se suelen incrementar en ambientes que son sometidos a impactos significativos del contaminante (Madigan *et al.*, 2004).

Estudios basados en el análisis de técnicas independientes de cultivo, con la finalidad de ver los cambios que ocurren en ambientes marinos afectados por vertidos de petróleo han demostrado que, tras la contaminación por hidrocarburos, la diversidad de la comunidad bacteriana puede verse sustancialmente reducida debido a una selección de un número limitado de especies degradadoras de

hidrocarburos (Vila *et al.*, 2010; Roling *et al.*, 2002; Mckew *et al.*, 2007). Estas pertenecen, principalmente, a la clase de Gamma-proteobacterias (Yakimov *et al.*, 2007).

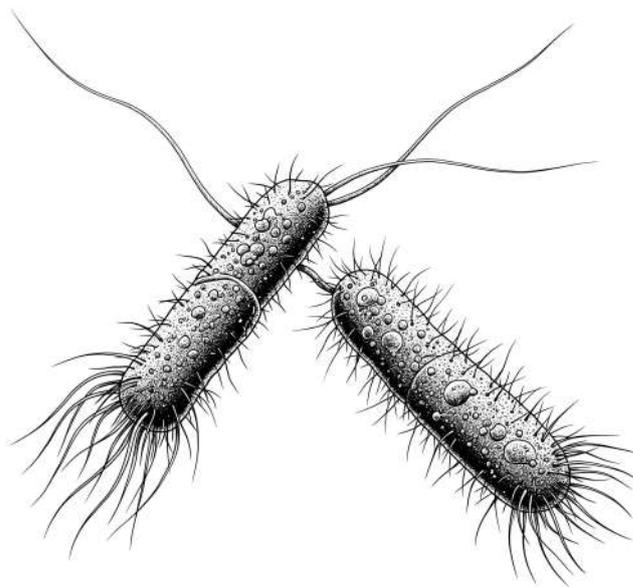
Los procesos de biorremediación en aguas marinas, en su mayoría, están desarrollados en condiciones aerobias. Cuando la presencia de oxígeno en el medio no es suficiente como para mantener el metabolismo microbiano, la degradación de los hidrocarburos en condiciones de anaerobiosis puede alcanzar considerable importancia, aunque suele ser un proceso más lento (Head y Swannell, 1999).

Asimismo, las bacterias suelen ser un componente esencial en la cadena trófica de los ecosistemas marinos, interactúan con otros organismos, pueden modificar los ambientes y tienen la capacidad de crecer en ambientes dañados. El papel de las bacterias en los sedimentos marinos es de gran importancia, ya que pueden degradar los compuestos de contaminantes que son de origen orgánico (Liu *et al.*, 2009).

Los procesos de biodegradación de las comunidades microbianas en su entorno natural pueden estar limitados por factores ambientales como la disponibilidad de oxígeno molecular y de nutrientes (fosfato, amonio, nitratos, nitritos y compuestos orgánicos del nitrógeno). Estudios realizados por algunos autores indican las condiciones que limitan el desarrollo y, por tanto, su proliferación en presencia de esos contaminantes (Michaud *et al.*, 2004).

El proceso de degradación de una mezcla de hidrocarburos en un lugar contaminado con petróleo dependerá de la especificidad metabólica que presenten los microorganismos de la zona y de la regulación de la misma en presencia de diversos sustratos. La cooxidación podría ser el principal mecanismo para la limpieza de las zonas contaminadas con hidrocarburos de petróleo; la inducción y especificidad metabólica de compuestos aromáticos puede tener gran importancia en la biodegradación de estos compuestos (Baldwin *et al.*, 2003).

Es importante tener en cuenta que, en la mayoría de las ocasiones, la contaminación es debida a mezclas complejas, mientras que la mayoría de estudios se centran, por lo general, en estudiar los compuestos contaminantes de forma individual. Además, las especies bacterianas que son frecuentes en zonas contaminadas pueden presentar algunas características muy específicas como puede ser la tolerancia al vanadio, siendo posiblemente adaptaciones que presentan a este tipo de contaminantes. Dentro de las especies bacterianas más ampliamente estudiadas en este tipo de procesos, destacan: *Pseudomonas aeruginosa*, *Weeksellia sp.*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Burkholderia cepacia*, *Xylolla fastidiosa* y *Rhodococcus sp.*, (Yuste *et al.*, 2000; Roling *et al.*, 2002).



Pseudomonas

BIODEGRADACIÓN DE ALCANOS

El proceso de biodegradación de alcanos que llevan a cabo los microorganismos puede realizarse a través de diferentes rutas. Estas son: monotermiales, subterminales o diterminales (Sharma y Pant, 2000). De forma general, la degradación de los alcanos se inicia con la activación mediante la oxidación del carbono terminal, donde se obtiene un alcohol primario que, posteriormente, se oxida por una enzima alcohol deshidrogenasa (ADH) y una aldehído deshidrogenasa (ALDH). El resultado de este proceso son ácidos grasos que entran en el metabolismo general mediante un proceso de β -oxidación (Uad, 2011).

Los alcanos de cadena corta y cadena media pueden ser degradados, además, a través de la oxidación del carbono en posición subterminal. En este caso, el alcohol secundario se oxida a una cetona y, posteriormente, a través de una enzima monooxigenasa a un éster. El éster se hidroliza por una esterasa a un alcohol y a un ácido graso. Se pueden presentar casos concretos, donde los dos carbonos terminales del compuesto alcano se oxidan para obtener como resultado ácidos dicarboxílicos (Van Beilen *et al.*, 2003).

El sistema enzimático requerido para la degradación de los alcanos va a diferir dependiendo de la longitud de la cadena de estos; existen sistemas diferentes y especializados que llevan a cabo la oxidación del sustrato y así inician el proceso de biodegradación. Las monooxigenasas son enzimas que se encargan de la oxidación de los alcanos entre metano y butano. Los alcanos con un número de carbonos entre 5 y 16 (n-pentano a n-hexadecano) son degradados por enzimas integrales de membrana, con hierro en forma de grupo hemo, o las del tipo citocromo P450. Los alcanos con un número de carbonos superior a 17,

son oxidados por un sistema enzimático no conocido aún en profundidad (Rojo, 2009). Los rangos de sustratos de estos sistemas enzimáticos se superponen y, con frecuencia, abarcan diversos grupos de alcanos (Van Beilen y Funhoff, 2007).

BIODEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS

Los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPAs) son compuestos que se degradan de forma muy lenta. Una de las posibles causas es su baja solubilidad, su naturaleza inhibitoria y también la elevada energía de resonancia de sus estructuras, teniendo lugar su degradación después de la ruptura del anillo de su estructura (Uad, 2011).

La ruta utilizada para la biodegradación de compuestos como naftaleno ha sido extensamente estudiada de forma persistente en las últimas décadas, principalmente en bacterias pertenecientes al género *Pseudomonas* y, específicamente, en la especie de *Pseudomonas putida*. Estos microorganismos poseen genes implicados en el proceso de degradación (denominados genes nah), los cuales se localizan en dos operones, utilizando dos vías para su proceso de degradación: la vía degradativa superior, que codifica para convertir el naftaleno a salicilato; y también la vía degradativa inferior, que codifica para transformar el salicilato a metabolitos centrales vía catecol (Smith, 1990).

La reacción que da inicio a la degradación de naftaleno es catalizada por un sistema enzimático multi-componente que agrega dos átomos de oxígeno al anillo aromático para formar cis-1,2-dihidroxi-1,2-dihidronaftaleno. Este sistema enzimático está compuesto por una reductasa, una ferredoxina y un componente catalítico oxigenasa. El componente catalítico recibe el nombre de naftaleno 1,2-dioxigenasa (NDO), es un hexano $\alpha\beta\beta$. La subunidad α de la NDO (NDO α) contiene el sitio activo y la subunidad β más pequeña quizá tenga solamente un rol en la parte estructural (Boyd *et al.*, 2001).

PROCESO DE BIODEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS

La biodegradación de hidrocarburos principalmente ocurre en condiciones aerobias, donde el oxígeno actúa como el agente que oxida los hidrocarburos. En condiciones anaerobias, el proceso se realiza mediante nitratos (NO_3^-), sulfatos (SO_4^{2-}) o hierro trivalente (Fe^{3+}). La degradación con oxígeno es más rápida, ya que los hidrocarburos sirven como fuente de carbono para las bacterias heterótrofas, que descomponen gradualmente las moléculas hasta obtener

fragmentos que pueden ingresar al metabolismo central (Reyes Sosa y Arena Ortiz, 2017).

El proceso de degradación de hidrocarburos en presencia de oxígeno, presentado por Fritsche y Hofrichter (2000), describe cuatro fases:

1. El **proceso metabólico** o estrategia de las bacterias para facilitar el contacto con el contaminante, en este caso, hidrocarburo. En este caso, se presenta un ejemplo en la producción de compuestos biosurfactantes.
2. Se produce un **ataque inicial del compuesto orgánico en el interior celular**. Un proceso oxidativo realizado por las enzimas intracelulares, como son las oxigenasas y peroxidasas.
3. **Degradación de hidrocarburos** por rutas periféricas, es decir, la conversión paso a paso de los contaminantes a compuestos intermedios.
4. La **biosíntesis de la biomasa celular** a partir de metabolitos precursores, como acetil-CoA, piruvato y succinato.

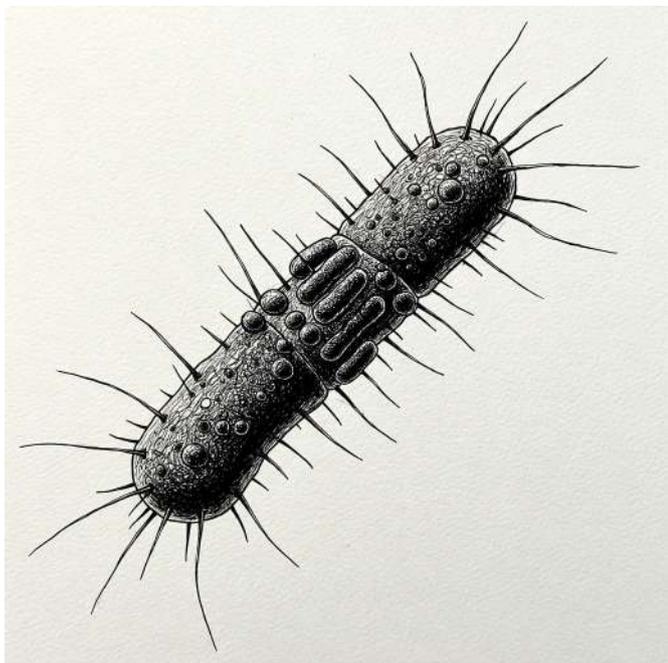
La degradación de estos contaminantes por parte de los microorganismos se basa en dos procesos: el crecimiento y el cometabolismo. En el primer caso, los compuestos orgánicos (hidrocarburos) son utilizados como única fuente de carbono y energía, dando lugar a una mineralización completa del compuesto; mientras que, el cometabolismo se basa en la transformación o metabolización de un compuesto orgánico por un microorganismo que no es capaz de utilizarlo como fuente de carbono y energía.

En el caso de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), las bacterias inician la oxidación del anillo aromático mediante la incorporación de dos átomos de oxígeno catalizado por una oxigenasa. A diferencia de lo que ocurre en los hongos y otros organismos que generan un trans-dihidrodiol, en este caso, a partir de esta reacción, se forma un cis-dihidrodiol y se pierde el anillo. A continuación, una deshidrogenasa NAD^+ reconstituye el anillo aromático formando un catecol (diol). La ruptura de este nuevo compuesto se puede dar por dos grupos hidroxilos, lo que se denomina orto-ruptura o meta-ruptura.

ESPECIES BACTERIANAS QUE UTILIZAN HIDROCARBUROS COMO FUENTE DE ENERGÍA

En la actualidad, se han descrito múltiples especies de microorganismos que habitan en diferentes ambientes, ya sean terrestres o acuáticos, que tienen la capacidad de utilizar sustratos orgánicos de su entorno. Además, hay que añadir los que suelen emplear los hidrocarburos como fuente de carbono y energía. Según los estudios realizados las bacterias de los géneros *Klebsiella*, *Chromobacterium*,

Pseudomonas, *Flavimonas*, *Enterobacter* y *Bacillus* tienen la capacidad de degradar los hidrocarburos alifáticos, con preferencia de los n-alcenos (C12-C31) del petróleo, aunque no se evidenció la degradación de hidrocarburos aromáticos (Narváez *et al.*, 2008). Estas bacterias desempeñan un papel muy importante en el proceso de biorremediación o biodegradación de los hidrocarburos, algunas utilizando vía aeróbica o anaeróbica, dependiendo de la especie.



Bacillus.

VÍAS AERÓBICAS Y ANAERÓBICAS PARA LA DEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS

Durante el proceso de degradación por parte de microorganismos aeróbicos, estos utilizan enzimas oxigenasas que catalizan la incorporación de oxígeno a los compuestos orgánicos, facilitando su ruptura y oxidación. Existen dos tipos de estas enzimas: primero, están las dioxigenasas, que catalizan la incorporación en un compuesto orgánico de los dos átomos de oxígeno en la molécula; y, segundo, están las monooxigenasas, que catalizan la incorporación de uno solo de los dos átomos de oxígeno de la molécula de O_2 y la reducción del otro átomo de agua (Madigan *et al.*, 2009). Los hidrocarburos alifáticos se oxidan a alcoholes, luego a ácidos grasos y, finalmente, se incorporan al ciclo de Krebs para su completa mineralización a dióxido de carbono y agua. Los hidrocarburos aromáticos se activan mediante la adición de oxígeno para formar productos intermedios que luego se degradan por otras vías.

En el metabolismo anaerobio, no existen las enzimas oxigenasas y las bacterias desarrollan mecanismos alternativos siendo alguno de los más estudiados:

1. Adición de **fumarato**, en que la bacteria une una molécula de fumarato a la cadena alquímica de un alcano o al grupo alquilo de un hidrocarburo aromático. De esta forma, se activa un metabolismo similar a la β -oxidación.
2. **Carboxilación**, mediante la adición de una molécula de CO_2 a la molécula de hidrocarburo, siendo este mecanismo efectivo en la degradación de algunos hidrocarburos aromáticos.
3. **Hidroxilación anaerobia**, similar a la aerobia pero sin participación de oxígeno.
4. **Deshidrogenación**, generando dobles enlaces más fáciles de atacar por los complejos enzimáticos.
5. **Metanogénesis**, dando como producto final de la degradación de hidrocarburos, CH_4 .

Así pues, la presencia de oxígeno es el factor determinante que define la vía metabólica, la eficiencia y los productos finales de la degradación bacteriana de hidrocarburos. Aunque ambas vías son eficientes, la degradación aerobia de hidrocarburos es generalmente más rápida y eficiente debido a la gran cantidad de energía liberada en la respiración aeróbica y a la reactividad del oxígeno. En las vías anaerobias, el proceso suele ser incompleto debido a la menor energía liberada y a la complejidad de las vías metabólicas.

CARACTERÍSTICAS DE BACTERIAS PARA ADAPTARSE A LOS MEDIOS CON HIDROCARBUROS

Una de las características por las que son tan eficaces en procesos de biorremediación es porque las bacterias que crecen en presencia de hidrocarburos producen sustancias con propiedades tensioactivas que reciben el nombre de biosurfactantes (BS) capaces de solubilizar compuestos no polares, como lo que están contenidos en el petróleo y derivados (García-Cruz y Aguirre-Macedo, 2014). Estas moléculas orgánicas tensioactivas y anfipáticas son producidas sobre superficies vivas, mayoritariamente superficies de células microbianas formando biopelículas en las superficies contaminadas, o excretadas al medio, que facilitan la eliminación de las partículas adheridas al contaminante y dan lugar a un descenso significativo de la tensión superficial del agua o la interfacial entre el agua y los hidrocarburos. Esto aumenta la disponibilidad de los contaminantes para las células bacterianas, facilitando su captación. La parte hidrofílica de los BS puede estar constituida por aminoácidos, péptidos aniónicos o catiónicos, y por carbohidratos, y la parte hidrofóbica, por ácidos grasos saturados o insaturados (Jiménez *et al.*, 2010).

El uso de los BS acelera los procesos de biodegradación de ambientes contaminados por hidrocarburos (Liporace *et al.*, 2018).

Tal y como demostraron Edwards *et al.*, en 2003, al evaluar la toxicidad de varios biosurfactantes y surfactantes sintéticos en moluscos y peces del Golfo de México, los BS son más efectivos que los surfactantes de origen químico, puesto que incrementan la biodisponibilidad de los compuestos hidrofóbicos, siendo menos nocivos con el medio ambiente (García-Cruz y Aguirre-Macedo, 2014). Los BS pueden ser de bajo peso molecular (glicolípidos, lipopéptidos, aminoácidos modificados y ácidos grasos), siendo estos más efectivos para disminuir la tensión superficial e interfacial del medio a biorremediar. Están también los de alto peso molecular (polisacáridos, proteínas, lipoproteínas o una mezcla compleja), que son más efectivos como estabilizantes de emulsiones de aceite con agua (Burgos Díaz, 2012; Raiger Iustman y López, 2009).

Algunos de los biosurfactantes conocidos incluyen: ramnolípidos, trehalolípidos, celobiolípidos, lípidos polioles, diglicosil diglicéridos, lipopolisacáridos, arthrofactina, lichenysin A, lichenysin B, surfactina, viscosina, ornitina, lisina, fosfolípidos, sulfonolípidos, ácidos grasos (como el ácido corinomicólico o el espiculispórico, entre otros), alasan, streptofactina, surfactantes particulados y biosur PM (Raiger Iustman y López, 2009).

CONCLUSIONES

En los últimos años, se observa un creciente interés de la comunidad científica en el estudio de los hidrocarburos y sus derivados, debido a la importancia ambiental que estos representan, siendo un desafío su potencial contaminante de medio acuáticos. La importancia de los microorganismos en la biorremediación de ambientes contaminados por hidrocarburos y sus derivados es cada vez más estudiada debido a su capacidad natural para biodegradar estos compuestos orgánicos complejos.

Hay varios factores determinantes de la actividad de los microorganismos. En su actividad biorremediadora, son fundamentales la concentración de nutrientes, el contenido de oxígeno, el pH, la temperatura o la salinidad del medio, y, de ellos, dependerá la velocidad de biodegradación de los contaminantes orgánicos.

Algunas bacterias estudiadas con capacidad para biodegradar contaminantes orgánicos son las que pertenecen a los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Halomonas*, *Brevibacterium*, *Marinobacter*, *Thalassospira*, *Klebsiella*, *Flavimonas* o *Enterobacter*, siendo diversas sus estrategias de descontaminación, entre las que se encuentran, su actividad metabólica y su capacidad de producir biosurfactantes.

Por todo ello, los microorganismos se han convertido en elementos esenciales en la protección y recuperación de ambientes contaminados por hidrocarburos, siendo una alternativa más sostenible que los métodos tradicionales.

REFERENCIAS

- Baldwin, B.R., Nakatsu, C.H., & Nies, L. (2003). *Detection and numeration of aromatic oxygenases genes by multiplex and real time PCR*. Applied and Environmental Microbiology, 69 (6), 3350-3358.
- Breed, R.S. (1953). *The families developed from Bacteriaceae Cohn with a description of the family revibacteriaceae*. In Riassunti delle Comunicaciones VI, Congreso Internazionale di Microbiologia, Rome, Italy, 10-15.
- Boyd, T.J., Montgomery, M.T., Spargo, B.J., Smith, D.C., Coffin, R.B., Kelley & C.A. Muller, J.G., (2001). *Effects of oxygenation on hydrocarbon biodegradation in a hypoxic environment*. Bioremediation Journal, 5(2), 145-157.
- Burgos Díaz, C. (2012). *Biotensioactivos producidos por Sphingobacterium detergens sp. nov.: Producción, caracterización y propiedades* (Tesis Doctoral). Universitat de Barcelona.
- Darvishi, P., Ayatollah, S., Mowla, D., & Nazi, A. (2011). *Biosurfactant production under extreme environmental conditions by an efficient microbial consortium, ERCPP-2*. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 84, 292-300.
- Edwards, K.R., Japo, J.E. and Lewis, M.A. (2003). *Toxicity comparison of biosurfactants and synthetic surfactants used in oil remediation to two estuarine species*. Marine Pollution Bulletin, 46 (10), 1309-1316.
- Fritsche, W. & Hofrichter, M. (2000). *Aerobic degradation by microorganisms*. In H. J. Rehm, G. Reed, A. Pühler, & P. Stadler (Eds.), *Biotechnology*, (Vol. 11b). Springer.
- García-Cruz, N. U., & Aguirre-Macedo, M. L. (2014). *Biodegradación de petróleo por bacterias: algunos casos de estudio en el Golfo de México*. In A. V. Botello, J. Rendón von Osten, J. A. Benítez, & G. Gold-Bouchot (Eds.), *Golfo de México: Contaminación e Impacto Ambiental, Diagnóstico y Tendencias* (pp. 641-652).
- Gauthier, M. J., Lafay, B., Christen, R., Fernandez, L., Acquaviva, M., Bonin, P., & Bertrand, J.C. (1992). *Marinobacter hydrocarbonoclasticus gen. Nov., sp. nov. A new extremely halotolerant, hydrocarbon degrading marine bacterium*. International Journal of Systematic Bacteriology, 42(4), 568-576.
- Head, I.M., & Swannell, R.P. (1999). *Bioremediation of petroleum hydrocarbon contaminants in marine habitats*. Current Opinion in Biotechnology, 10(3), 234-239.
- Hedlund, B.P., & Staley, J.T. (2006). *Isolation and characterization of Pseudoalteromonas strain with divergent polycyclic aromatic hydrocarbon catabolic properties*. Environmental Microbiology, 8(1), 178-182.
- ILOPF. (2025, 30 de enero). *Oil Tanker Spill Statistics*.
- Jiménez Islas, D., Medina Moreno, S. A. & Gracida Rodríguez, J. N. (2010). *Propiedades, aplicaciones y producción de biotensioactivos: una revisión*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 26, 65-84.
- Kodoma, Y., Stiknowati, L.I., Ueki, A., Ueki, K., Watanaabe, K. (2008). *Thalassospira tepidiphila sp. nov., a polycyclic aromatic hydrocarbon degrading bacterium isolated from seawater*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 58(3), 711-715.
- Liporace, F., Conde Molina, D., Giulietti, A. M., &

- Quevedo, C. (2018). *Optimización de bioprocesos integrados a partir de cepas aisladas de áreas crónicamente contaminadas con hidrocarburos para la obtención de biosurfactantes*. Revista Tecnología y Ciencia, 30, 231-241.
- Liu, C.L., Wu, U., Li, L., Ma, Y., & Shao, Z. (2007). *Thalassospira xiamenensis and Thalassospira profundimaris sp. nov.* International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 57(2), 316-320.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Dunlap, P.V., & Clark, D.P. (2009). *Brock Biology of Microorganisms* (12ª ed.). Pearson.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., & Parker, J. (2004). *Biología de los microorganismos* (10ª ed.) Pearson.
- Martínez-Checa, F., Toledo, F.L., El Mabrouki, K., Quesada, E., & Calvo C. (2007). *Characteristics of Biomulsifier V2-7 synthesized in culture media added of hydrocarbons, chemical composition, emulsifying activity and rheological properties*. Biresource Technology 98(16), 3130-3135.
- McKew, B.A., Coulon, F., Yakimov, M.M., Denaro, R., Genovese, M., Smith, C.J., Osborn, A.M., Timmis, K.N., & MecGenity, T.J. (2007). *Efficacy of intervention strategies for bioremediation of crude oil in marine systems and effects on indigenous hydrocarbonoclastic bacteria*. Environmental Microbiology, 9(6), 1562-1571.
- Meintanis, C., Chalkou, K.I., Kormas, K.A., & Karagouri, A.D. (2006). *Biodegradation crude oil by thermophilic bacteria isolated from a volcano island*. Biodegradation, 17(2), 105-111.
- Michaud, L., Giudice, A.I., Saitta, M., de Domenico, M., & Bruni, V. (2004). *The biodegradation efficiency on diesel oil by two psychrotrophic Antarctic marine bacteria during a two month log experiment*. Marine Pollution Bulletin, 49(5-6), 405-409.
- Narváez Flórez, S., Gómez, M. L., & Martínez, M. M. (2008). *Selección de bacterias con capacidad degradadora de hidrocarburos aisladas a partir de sedimentos del Caribe colombiano*. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 37(1), 63-77.
- Oguntoyinbo, F.A. (2007). *Monitoring of marine Bacillus diversity among the bacteria community of sea water*. African Journal of Biotechnology, 6(2): 163-166.
- Pavitrán, S., Balasubramanian, S., Kumar, P., & Bisen, P.S. (2004). *Emulsification and utilization of high speed diesels by a Brevibacterium species isolated from hydraulic oil*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 20(8), 811-816.
- Poli, A., Espocito, E., Orlando, P., Lama, L., Giordano, A., de Appolonia, F., Nicolaus, B., & Gambacorta, A. (2007). *Halomonas alkaliantartica sp. nov., isolated from saline lake Cape Russell in Antarctica, an alkalophilic moderately halophilic, exopolysaccharide-producing bacterium*. Systematic and Applied Microbiology, 30(1), 31-38
- Raiger Iustman, L.J., & López, N.I. (2009). *Los biosurfactantes y la industria petrolera*. Química Viva, 8(3), 146-161.
- Reyes Sosa, S., & Arena Ortiz, A. (2017). *Bacterias y hongos con potencial biodegradador de hidrocarburos en diversos ambientes*. UNAM-CONACYT
- Roh, S.W., Quan, Z.X., Nam, Y.D., Chang, H.W., K.H., Rhee, S.K., Oh, H.M., Jeon, C.O., Yoom, J.H., & Bae, J.W. (2008). *Marinobacter geseongensis sp. nov., from seawater*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 58(12), 2866-2870.
- Rojo, F. (2009). *Degradation of alkanes by bacteria*. Environmental Microbiology, 11(10), 2477-2490.
- Roling, W.F, Milner, M.G., Jones, D.M., Lee, K., Daniel, F., Swannell, R.P., & Head I.M. (2002). *Robust hydrocarbon degradation and dynamics of bacterial communities during nutrient-enhanced oil spill bioremediation*. Applied and Environmental Microbiology, 68(11), 5537-5548.
- Sharma, S.L., & Pant, A. (2000). *Biodegradation and conversion of alkanes and crude oil by a marine Rhodococcus sp.* Biodegradation, 11(4), 289-294.
- Smith, M. (1990). *The biodegradation of aromatic hydrocarbons by bacteria*. Biodegradation, 1(3), 191-206.
- Uad, I. (2011). *Caracterización fisiológica y molecular de bacterias degradadoras de hidrocarburos aisladas de fondos marinos (del Prestige)* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. Digibug.
- Van Beilen, J.B., & Funhoff, E.G. (2007). *Alkane hydroxylases involved in microbial alkane degradation*. Applied Microbiology and Biotechnology, 74(1), 13-21.
- Van Beilen, J.B., Li, Z., Duetz, W.A., Smith, T.H.M., & Wiltholt, B. (2003). *Diversity of alkanehydroxylase systems in the environment*. Oil & Gas Science and Technology, 58(4), 427-440.
- Vila, J., Nieto, J.M., Mertens, J., Spingael, D., & Grifoll, M. (2010). *Microbial community structure of a heavy fuel oil degrading marine consortium: linking microbial dynamics with polycyclic aromatic hydrocarbon utilization*. Microbial Ecology, 73(2), 349-362.
- Yakimov, M. M., Golyshin, P. N., Lang, S., & Lunsdorf, H. (2007). *Hydrocarbon-degrading microorganisms: Biodiversity and applications*. Biodegradation, 18(5), 535-553.
- Yousefi Kebira, D., Khodadadi, A., & Amoozega, M.A. (2009). *Isolation and characterization of a novel native Bacillus strain capable of degrading diesel fuel*. International Journal of Environmental Science and Technology, 6(3), 435-442.
- Yuste, L., Corbella, M.E., Turiégano, M.J., Karlson, U., Puyet, A., & Rojo, F. (2000). *Characterization of bacterial strains able to grow on high molecular mass residues from crude oil processing*. FEMS Microbiology Ecology, 32(1), 69-75.
- Zaho, B., Wang, H., Li, R., Mao, X. (2010). *Thalassospira xianhensis sp. nov., a polycyclic aromatic hydrocarbon degrading marine bacterium*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60(5), 1125-1129.

Descripción del medio físico de la subcuenca del río San Juan, en República Dominicana

JUAN FRANCISCO NOVA-MARMOLEJOS¹, MARÍA BELÉN ALMENDRO-CANDEL², MANUEL M. JORDÁN²

¹ Universidad Autónoma de Santo Domingo, Santo Domingo, República Dominicana.

² Universidad Miguel Hernández de Elche, Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Elche (Alicante).

INTRODUCCIÓN

En los estudios de recursos naturales, se habla del término cuenca hidrográfica como todo territorio delimitado por las divisorias de las aguas y que conforman el patrón hídrico integrado por las aguas superficiales y subterráneas, que llegan a un río principal, lago, costa o zona de infiltración (García *et al.*, 2022). En las cuencas hidrográficas, se desarrollan las actividades antrópicas. Todas las áreas industriales, urbanas, rurales, agrícolas o de preservación ambiental se ubican en zonas que forman parte de alguna cuenca hidrográfica (Formaggio, 2024). En las cuencas, existe una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico, los modos de apropiación y las instituciones (SEMARNAT, 2013).

Rosatto *et al.* (2020) sostienen que las necesidades de una población mundial en constante aumento generan una demanda que ejerce presión sobre los recursos naturales, por lo que se desarrollan actividades de producción, que hacen peligrar la resiliencia de los ecosistemas naturales y antrópicos.

La República Dominicana cuenta con tres grandes cuencas hidrográficas, siendo la del río Yaque del Sur una de ellas, con un área de 4674 km² y con longitud de corriente de 251,50 km, y la subcuenca del río San Juan, una de las más importantes (Martínez e Izzo, 2023).

Segura y Ferreira (2020) abordaron la problemática de la erosión en cuencas hidrográficas y la sedimentación en los embalses Sabana Yegua y Tavera, ambos en la República Dominicana, con la finalidad de determinar la calidad nutricional de los sedimentos almacenados en los embalses y su uso como enmienda.

Huamacata (2018), en trabajos realizados en Argentina, encontró que estudiar los cambios en la ocupación del suelo, por medio de incorporar la dimensión en el tiempo, tiene el propósito de identificar los cambios en el espacio y en el tiempo en el uso de los suelos.

Alvarado y Mainato (2021) afirman que en localidades

de la provincia El Chimborazo (Ecuador), se ha producido un importante crecimiento de áreas desforestadas en pastizales y zonas antrópicas y, por ende, disminución de las áreas boscosas y de pajonales como resultado de manejo inadecuado e incremento de las actividades agrícola y pecuarias.

Cabrera y Suárez (2022), en trabajo de revisión de bases de datos, advierten de que la variación del porcentaje de cobertura vegetal impacta en los procesos hidrológicos, lo que influye en las relaciones entre precipitación, infiltración y escorrentía. Además, sostienen que factores de origen humano y naturales alteran la composición y estructura de la cobertura vegetal.

Chirinos (2023) estudió la incidencia de la variabilidad climática y los cambios de cobertura del suelo en la disponibilidad de los caudales naturales de la cabecera de la cuenca del río Cabanillas.

En la República Dominicana, el uso de suelo está regulado por la Ley de Medioambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00), en su capítulo II, artículos del 120 al 125. La Ley de Ordenamiento Territorial (Ley 360-2022), en su artículo 40, califica el uso del suelo según su naturaleza o destino.

La dinámica de la vegetación hace referencia a la variabilidad del tipo o formas de la cobertura vegetal originada en un espacio de tiempo y en un medio definido. Los cambios de la cobertura vegetal pueden ocurrir de manera natural (cambios en precipitación y temperatura) o pueden ser causados por actividades humanas (Cabrera y Suárez, 2022).

El éxito de un programa de producción de una gran variedad de cultivos podría estar condicionado a la zonificación a nivel del suelo, ya sea para aumentar su precisión o para reducir su costo. Entre estas tecnologías, unas de las más usadas es el escáner de suelo para determinar variabilidad a nivel de finca (Chaves, 2017).

El comportamiento irregular en la cobertura vegetal es debido esencialmente al manejo unilateral del territorio, condicionado por las variables climáticas, en ocasiones extremas, por la capacidad limitada de mayor uso de la tierra y por las condiciones de la topografía de cada zona. Por lo tanto, la cobertura está condicionada a la pluviometría y temperaturas zonales imperantes (Chirinos, 2023).

De acuerdo con Robert (1999), citado por PROCISUR (2006), la observación de existencia de variabilidad en las propiedades o factores determinantes de la producción en el

agroecosistema no es una novedad. Lo que es diferente, en realidad, es la posibilidad de identificar, cuantificar y mapear esa variabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de trabajo fue la subcuenca del río San Juan perteneciente a la cuenca del río Yaque del Sur, con un área de 2023,23 km². Tiene como afluentes a los ríos Mijo, Maguana, Jínova, Dajay (de la vertiente sur de la Cordillera Central) y Bao (en la vertiente norte de la Sierra de Neiba), (MMARN, 2012; IICA, 1992). Es una zona de vida correspondiente a bosque húmedo montano bajo, según la clasificación de Holdridge (MMARN, 2012). En el valle, la precipitación es de 950 mm y la temperatura es de 24,9°C. Sondeos realizados por la empresa minera Gold Quest (2016) indican que la pluviometría de esta zona es de 1200 mm y la temperatura media de 18°C.

Para la realización de este trabajo, se realizó una revisión documental en bases de datos como Redaly y Scielo Latinoamericana. Se revisaron los mapas de Cobertura Vegetal, Capacidad Productiva de los Suelos, Rangos de Pendientes y Subcuencas del río Yaque del Sur, publicados por el Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales. De igual forma, se revisaron trabajos realizados por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), las estadísticas de caudales de entrada a la presa de Sabaneta (de la base de datos de la Empresa de Generación Hidroeléctrica, EGEHID), así como el *Estudio Técnico Económico del Proyecto Minero Romero* (Gold Quest, 2016), publicado en la página web del Ministerio de Energía y Minas.

Se realizó el análisis con el programa estadístico JASP, dando salida valores de promedio mensuales de caudales, desviación típica e intervalos de confianza, entre otros parámetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados son producto del análisis de diversos mapas publicados por el Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales, trabajos realizados por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y registros de caudales de entrada en la presa de Sabaneta, de la Empresa de Generación Hidroeléctrica.

Suelos

Aproximadamente el 60 % de los suelos de la subcuenca corresponden a suelos escabrosos calcáreos o no calcáreos, que son los suelos de montaña. El 21 % son suelos arcillosos no calcáreos que se encuentran en el valle, otro 8,5 % son

suelos desarrollados sobre materiales coluviales, y el 10 % restante corresponde a suelos aluviales recientes y suelos desarrollados sobre abanicos coluviales y aluviales, sobre esquistos y basalto.

Rangos de pendientes

Las pendientes de la subcuenca del río San Juan van desde 0-4 % en el valle de San Juan, que es la parte baja de la subcuenca, al 4-8 % en la cuenca media, y superando el 64 % en la subcuenca alta (MMARN, 2012).

Estos niveles de pendientes coinciden en los reportados por Consorcio Proyecta, C x A – Ingeniería Caura (2013) quienes afirman que, de acuerdo al mapa de pendientes, predominan los terrenos montañosos con escarpadas pendientes que sobrepasan el 50 %, sobre todo hacia el Alto Yaque del Sur y en amplias porciones de la parte alta en las subcuencas de los ríos Las Cuevas y Grande.

Cobertura vegetal

El bosque de conífera ha sido sustituido en la parte noroeste de la subcuenca para dar paso a la siembra de cultivos de ciclo corto, conservándose en la parte noreste debido a que gran parte de esa área está ocupada por el Parque Nacional José del Carmen Ramírez (Figura 1). En algunas zonas, aún se conserva el bosque latifoliado en la parte correspondiente a la Cordillera Central parte alta de la Sierra de Neiba. La vegetación de bosque seco está presente en la parte sur de la cuenca, que es la zona más baja, donde la precipitación es menor y las temperaturas son más altas (MMARN, 2024).

En trabajos realizados por la minera Gold Quest (2016), se reporta que el bosque húmedo montañoso bajo, prevaiente en el proyecto Romero, es un bosque latifoliado y de pinos criollos nativos (*Pinus occidentalis*). Gran parte de estos bosques han sido eliminados para dar paso a una agricultura de subsistencia, así como para la producción de madera y otros usos de leña, sólo quedando algunos restos aislados del bosque en picos y valles muy espaciados.

Capacidad productiva de los suelos

En la Tabla 1, se aprecia que el 9,12 % de los suelos de la subcuenca objeto de estudio son cultivables, aptos para riego, de topografía llana, ondulada o suavemente alomada, que presentan factores limitantes no severos y son de alta productividad (Clase II). El 8,82 % de los suelos son cultivables, aptos para riego, sólo con cultivos muy rentables, de topografía llana, alomada o suavemente alomada y con factores limitantes de alguna severidad como la profundidad efectiva, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo (Clase III). La Clase IV ocupa el 5,35 % del territorio de la subcuenca y son suelos limitados para cultivos, no aptos para riego, salvo con cultivos muy rentables, presentan limitaciones severas y requieren prácticas

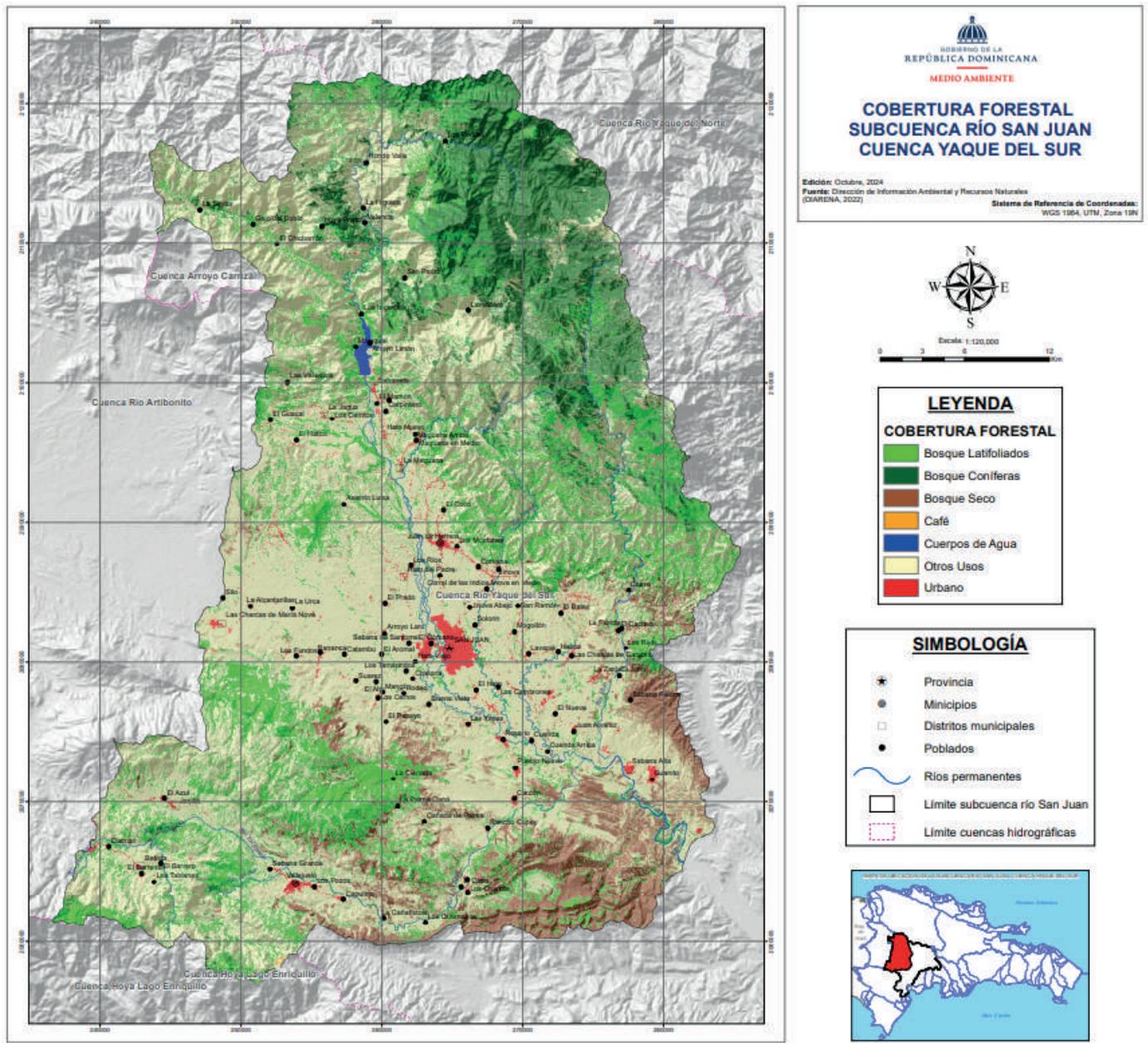


Figura 1. Mapa de cobertura vegetal de la subcuenca del río San Juan (MMARN 2024).

CLASE	ÁREA (Km²)	PORCENTAJE
II	184,60	9,12
III	178,54	8,82
IV	108,28	5,35
V	73,77	3,65
VI	204,96	10,13
VII	1270,72	6,81
VIII	2,36	0,12
Total	2023,23	100,00

Tabla 1. Capacidad productiva de la tierra. Fuente: MMARN (2012).

intensivas de manejo. Los Clase V presentan limitaciones de drenaje. Son aptos para pastos y cultivos de arroz, con productividad alta si se realizan buenas prácticas de manejo y ocupan el 3,65 % de la subcuenca. Incluye terrenos de montañas, con topografía accidentada. Los suelos de Clase VI son aptos para bosques, pastos y cultivos de montañas, tienen limitaciones muy severas de topografía, profundidad y rocosidad, y son el 10,13 % del área total. Los suelos de la Clase VII incluyen terrenos de montaña con topografía accidentada, no cultivables, aptos para fines de explotación forestal, representando un área superior al 62 % del territorio. Los suelos de la Clase VIII son no cultivables, aptos solamente para parques nacionales y zonas de vida silvestre, representando el 0,12 % del área de la subcuenca (MMARN 2012).

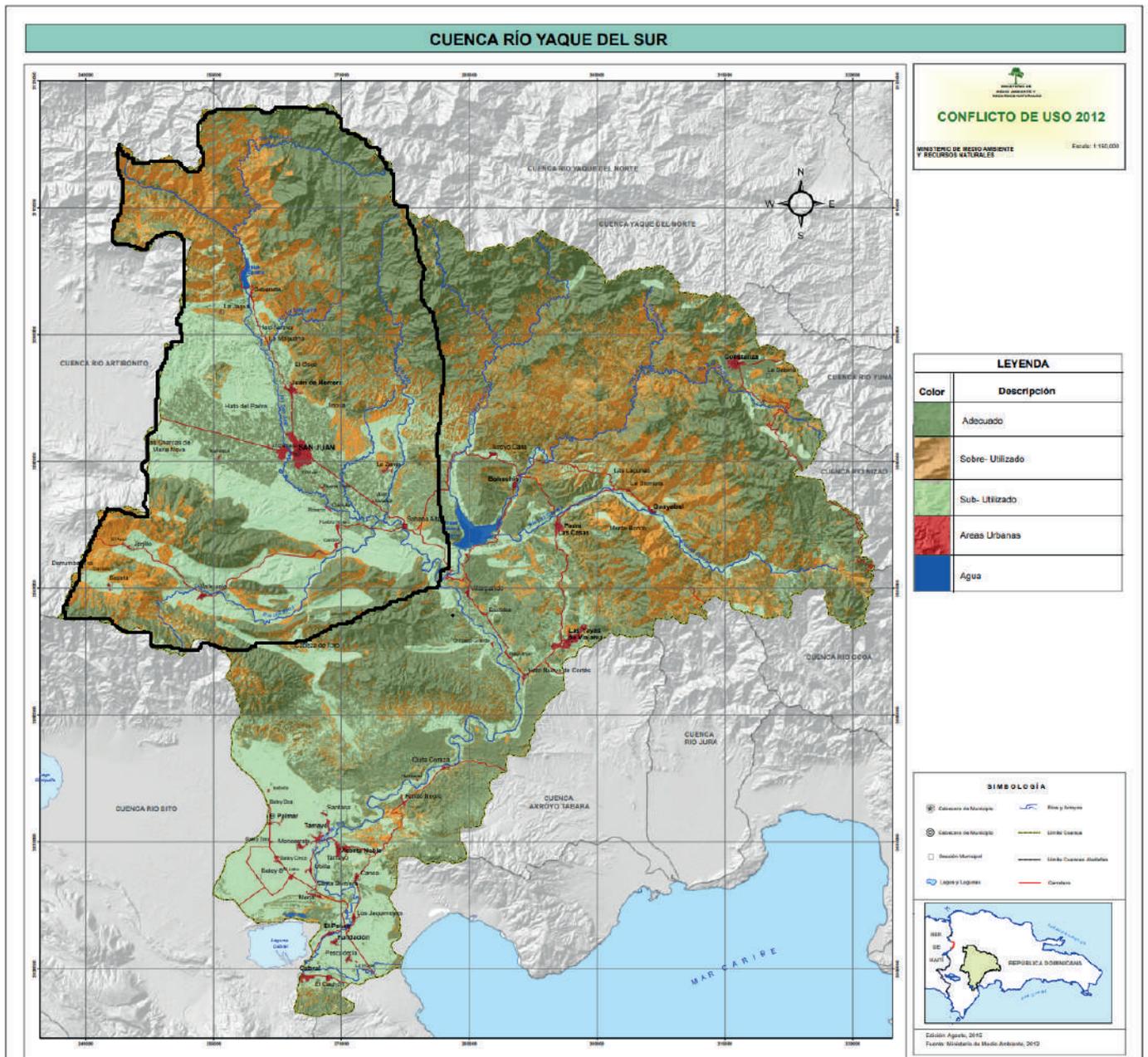


Figura 2. Conflicto de uso de suelo (MMARN 2012).

Conflicto de uso de suelos

En la Figura 2, puede advertirse que una porción importante de la cuenca está en sobreuso, destacando el noroeste de la presa de Sabaneta, donde hay una intensa actividad agrícola que incluye cultivos de ciclo corto y ganadería extensiva. En cambio, en la parte plana de la subcuenca, existen porciones importantes de terrenos que aún siguen subutilizados, principalmente en la margen izquierda del río San Juan y a ambos márgenes del río Bao.

Erosión en la subcuenca presa de Sabaneta

En la subcuenca aportante de presa de Sabaneta, el

RANGO (t/ha/año)	ÁREA (ha)	% ÁREA
< 10	14.189,12	28,73
10-20	8103,21	16,41
20-50	5557,04	11,05
50-200	14.613,27	29,59
> 200	7022,06	14,22

Tabla 2. Pérdida de suelo en la subcuenca río San Juan aguas arriba de la presa de Sabaneta según modelo USLE. Fuente: Elaboración propia con datos de INDRHI (2014).

MESES	VÁLIDO	MEDIA	IC _s 95 %	IC _i 95 %	DESVIACIÓN TÍPICA	MÁXIMO	MÍNIMO
Enero	15	4,56	5,18	3,93	1,13	5,90	2,21
Febrero	15	4,89	5,75	4,04	1,56	7,10	1,95
Marzo	15	5,23	6,39	4,08	2,09	8,25	2,59
Abril	15	9,19	7,65	4,73	2,64	10,31	2,60
Mayo	15	6,19	11,19	7,03	3,76	17,51	4,26
Junio	15	8,25	9,53	6,98	2,30	12,75	3,47
Julio	15	8,20	10,04	6,36	3,32	15,25	4,33
Agosto	15	9,17	9,69	6,64	2,74	13,57	5,11
Septiembre	15	9,37	11,17	7,58	3,24	13,82	2,19
Octubre	15	9,84	12,46	7,22	4,73	21,84	2,63
Noviembre	15	7,71	9,21	6,22	2,70	13,51	2,67
Diciembre	15	5,82	6,82	4,82	1,80	9,11	3,26

Tabla 3. Estadística descriptiva de caudales de entrada a la presa de Sabaneta.

Fuente: Elaboración propia con datos de EGEHID (2024).

Válido = Número de registro. Media = Promedio. ICs = Intervalo de Confianza Superior. ICi = Intervalo de Confianza Inferior.

INDRHI (2014) encontró que solo el 28,73 % de los suelos produce erosión dentro de los límites permisibles (<10 ton/ha/año). En el restante, 71,27 %, la erosión supera los límites permisibles, siendo crítico el 14,22 % del área donde la erosión hídrica supera las 200 t/ha/año (Tabla 2).

Los niveles de erosión en el entorno de la presa de Sabaneta son inferiores a los reportados por el Consorcio Proyecta, C x A – Ingeniería Caura (2013) para los tres ríos principales de la cuenca de la presa de Sabana Yegua, donde, en el menor de los casos, superan las 260 t/ha/año.

Los niveles de erosión pueden tal vez guardar relación con la actividad agrícola predominante en la zona, porque la minera Gold Quest (2016) sostiene que los cultivos agrícolas, en el área del proyecto, están localizados en las pendientes de las montañas y en los pequeños valles y zonas semillanas.

Caudales de entrada a la presa de Sabaneta

Los meses de mayores entradas a la presa de Sabaneta son: octubre, con una media de 9,84 m³/s, y septiembre, con 9,37 m³/s. Los meses de menores entradas son enero, con una media de 4,56 m³/s, y febrero, con 4,89 m³/s (Tabla 3).

Estos resultados difieren a los reportados para ríos chilenos donde se observa una tendencia al aumento de las precipitaciones invernales y una disminución de las precipitaciones en verano y otoño (Pizarro Tapia *et al.*, 2006). De igual manera, difieren de trabajos realizados en la cuenca del río Guayllabamba de Ecuador, donde se encontró que los caudales disminuyen en verano (García-Muñoz y Giler-Ormasa, 2021).

CONCLUSIONES

A la luz de los resultados, en la subcuenca del río San Juan existe una interacción compleja entre recursos naturales y actividades antrópicas. La distribución de los tipos de suelos y cobertura vegetal muestran un evidente impacto negativo sobre los ecosistemas que se ve agravado en zonas donde la vegetación natural ha sido eliminada para dar paso a actividades agrícolas con cultivos de ciclo corto.

La erosión hídrica acelerada, agravada por el uso intensivo de los suelos, se ha convertido en problema con prioridad de atención no sólo por los efectos nocivos sobre calidad de agua y la sostenibilidad de los ecosistemas, sino también porque contribuye con la sedimentación del lago de la presa.

Con la investigación, se evidencia conflicto en uso de suelos donde coexisten áreas con alta presión agrícola con zonas subutilizadas, lo que aconseja la necesidad de establecer un plan equilibrado de los recursos naturales de la subcuenca.

Los resultados son reveladores de la variación estacional de los caudales de entrada a la presa de Sabaneta, destacando la necesidad de establecer planes de manejo de los recursos hídricos para mitigar los efectos de las variaciones climáticas manifestadas con irregularidad estacional del régimen pluviométrico.

REFERENCIAS

- Alvarado, N., & Mainato, F. (2021). *Herramientas SIG para el estudio de la cobertura vegetal y cambio de uso de suelo en el cantón Chunchi, provincia del Chimborazo, Ecuador*. [Consulta online](#).
- Cabrera, E., & Suárez, B. (2022). *Análisis de la influencia de cobertura vegetal en el caudal de escorrentía en una cuenca mediante los modelos HEC – HMS y SWAT*. [Consulta online](#).
- Chaves, J. (2017). *Agricultura de precisión en República Dominicana*. Asociación Dominicana de Ingenieros Agrónomos. [Consulta online](#).
- Chirinos, T. (2023). *Variabilidad climática y cambios de cobertura de la tierra en los caudales de cabecera de la cuenca del Río Cabanillas*. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4(2), 6004–6024. [Consulta online](#).
- Consorcio Proyecta, C x A – Ingeniería Caura. (2013). *Plan Maestro Actualizado para el Manejo de las Cuencas Altas de la Presa de Sabana Yegua, Sur Futuro*. Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales. [Consulta online](#).
- EGEHID, Empresa de Generación Hidroeléctrica Dominicana. (2024). Dirección de Operaciones Departamento de Hidrometeorología. *Caudales de Entrada Presa Sabaneta, Sabana Yegua y Palomino (m³/s)*. [Consulta online](#).
- Ezcaray, J. (2012). *Agricultura de precisión: Elaboración de mapas de consumo y resbalamiento* (Tesis de grado). Universidad Pública de Navarra. [Consulta online](#).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (s.f.). *Degradación del suelo*. [Consulta online](#).
- Formaggio, L. (2024). *Geociencias, hidrogeología-hidrología*. Revista Ciencias de la Tierra. [Consulta online](#).
- García, R., Pérez, O., Alarcón, R., & Mesa, J. (2021). *Sistematización de información científica sobre cuencas hidrográficas tributarias a la bahía de Santiago de Cuba*. Revista Universidad y Sociedad, 13(3), 111–122. [Consulta online](#).
- García, E., & Flego, F. (2008). *Agricultura de precisión*. Universidad de Palermo. [Consulta online](#).
- García-Muñoz T. y Giler-Ormasa A. (2021). *Análisis de estacionalidad del caudal y la dinámica del régimen fluvial: Aplicación al río Guayllabamba, Ecuador*. [Consulta online](#).
- Gold Quest. (2016). *Estudio técnico económico proyecto minero Romero*. [Consulta online](#).
- González, M. (s.f.). *Régimen de caudales*. Universidad Politécnica de Madrid. [Consulta online](#).
- Guevara-Ochoa, C., Lara, B., Vives, L., Zimmermann, E., & Gandini, M. (2018). *Una metodología para la caracterización del uso del suelo mediante imágenes de media resolución espacial*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 24(2), 207–218. [Consulta online](#).
- INDRHI (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos). (2014). *Análisis de métodos empíricos de erosión y sedimentos. Proyecto de modelamiento de los regímenes hidrológicos y de los procesos erosión/sedimentación y simulación de escenarios para la restauración de cuencas hidrográficas*.
- Huamacata, L. (2018). *Análisis espacial de los cambios de usos del suelo. Aplicación con sistemas de información geográfica*. Revista Cartográfica, 98, 149–165. [Consulta online](#).
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (1992). *Proyecto de desarrollo sostenible en San Juan de la Maguana. Volumen II. Análisis hidrológico*.
- Ley General de Medioambiente y Recursos Naturales, Ley No. 64-00. (2000). República Dominicana. [Consulta online](#).
- Ley de Ordenamiento Territorial, Ley 368-22. (2022). República Dominicana. [Consulta online](#).
- Martínez, J. (2019). *Principales causas y acciones clave para reducir los daños por inundaciones*. Fundación Nueva Cultura del Agua. [Consulta online](#).
- Martínez, J., & Izzo, M. (2023). *Generación de red hidrográfica densa de República Dominicana a partir de modelo digital de elevaciones de resolución media*. SciELO. [Consulta online](#).
- MMARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2012). *Mapas de la cuenca del río Yaque del Sur*. [Consulta online](#).
- MMARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2024). *Mapa de la subcuenca del río San Juan*. Comunicación vía correo electrónico.
- Pizarro-Tapia, R., Cabrera-Jofre, C., Morales-Calderón, C., & Flores-Villanelo, J.P. (2006). *Variación temporal de las precipitaciones y caudales en la cuenca del Maipo, y la potencial influencia glaciaria en la producción de agua (1963-2006)*. Chile. [Consulta online](#).
- PROCISUR (Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur). (2006). *Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. [Consulta online](#).
- PRODES (Proyecto de Desarrollo Rural). (2002). *Metodología para facilitar la interpretación de resultados de análisis de suelos. Herramientas de un proyecto de desarrollo rural en el trópico húmedo nicaragüense (Nº 1)*. Managua.
- RED PÚBLICA DOMINICANA. (2020). *Agricultura dominicana*. [Consulta online](#).
- Rodríguez, J. (2018). *Plan Nacional de Sequía*. MIMARENA, UNCCD. República Dominicana. [Consulta online](#).
- Rosatto, H., et al. (2020). *Diez años de investigaciones en cubiertas vegetadas de tipo extensivo: Una síntesis de los resultados obtenidos*. Aqua-LAC, 12(2), 78–84. [Consulta online](#).
- Segura, B., & Ferreira, R. (2020). *Aprovechamiento de los sedimentos de los embalses como nutrientes para la fertilización de suelos agrícolas en la República Dominicana*. Aqua-LAC, 12(2), 15–36. [Consulta online](#).
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2013). *Cuencas hidrográficas: Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. [Consulta online](#).

La química del color en la Real Fábrica de Loza y Porcelana de l'Alcora

GUILLERMO MONRÓS-TOMÁS¹

¹ Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I de Castelló, Castellón.

INTRODUCCIÓN

La Real Fábrica de Loza y Porcelana de l'Alcora hunde sus raíces en un 4 de septiembre de 1725, fecha en la que D. Pedro Buenaventura Abarca de Bolea gana un largo pleito iniciado en 1706 y es proclamado IX Conde de Aranda y Señor de la Tenencia de l'Alcalatén. A partir de entonces, desarrollará una frenética actividad para poner en marcha un proyecto de fábrica de manufacturas privilegiadas con un sistema de producción muy regulado, a fin de garantizar alta calidad y alcanzar con el tiempo la experiencia o conocimiento necesario, así como el tamaño o escala suficiente como para competir, con capacidad suficiente, frente a competidores extranjeros, concediéndoles exenciones y franquicias como manufacturas reales, al estilo de Jean-Baptiste Colbert (1619-1683), ministro francés de Luis XIV [1,2].

La manufactura comenzó de forma oficial su actividad el primero de mayo de 1727, con serias desavenencias con el Ayuntamiento de l'Alcora respecto de la saca de tierras para cerámica y, desde un punto de vista conceptual, termina en 1895 con la venta de una manufactura, ya casi arruinada, al abogado involucrado en los pleitos de la manufactura, Cristóbal Aicart. Don Buenaventura, en un memorial para pedir las exenciones de tasas e impuestos, redacta las primeras Ordenanzas de 1729 que señalan una regulación de la producción estricta con diferentes departamentos o *quadras* con las siguientes figuras: maestros; dibujante, escultor o tallista; modelistas: de ruedas, de manajo, de hornos, de muebles, de baldosas, de barnices, de molinos y de tierras; los porteros: de cuadras, de talleres; celadores de limpieza, y dos guardalmacenes [2].

En definitiva, la Real Fábrica tiene tres grandes áreas de gestión [1-4]:

1) La **Alta Dirección**, que toma las decisiones últimas y con trascendencia en la fábrica, desarrollada por la propiedad administrativa (La Propiedad). La propiedad inicial fue de la Casa de Aranda en una primera época, con los IX y X Conde de Aranda, Pedro Buenaventura y Pedro Pablo, si bien cabe destacar tres periodos en los que la propiedad fue intitulada por la esposa de D. Buenaventura, la Condesa

María Josefa Pons, por enfermedad del Conde en 1737, así como dos periodos en la que la Fábrica estuvo arrendada a inversores valencianos, dado que las pérdidas y el desinterés de los condes eran patentes: Pablo Verges de Salafranca (1753-1758) y el gestor de procedencia francesa, Marcial Giraudeta (1763-1778), que pasaría después a ser el Director Principal de la administración. Este periodo termina en 1798 con la muerte de Pedro Pablo, a quién, sin descendencia directa, le sucede como XI Conde de Aranda su sobrino Pedro Pablo Alcántara de Silva, que era el IX Duque de Híjar. Tras los 72 años de pertenencia a la Casa de Aranda, vinieron 53 de la Casa de Híjar, propietaria de la fábrica en su calidad de titular del Condado de Aranda y la Tenencia de l'Alcalatén. Fueron 4 duques-condes y una duquesa (que sólo llevó la titularidad de enero a octubre de 1817) los dueños de la Fábrica en un periodo realmente convulso, que acumuló desde las guerras carlistas a los pronunciamientos liberales y la guerra de la independencia. En 1851, la Fábrica fue arrendada a los Girona, propietarios catalanes que ostentaron la titularidad 44 años con el hito industrial de la introducción de la primera máquina de vapor en 1871 para los molinos de la Fábrica.

2) La administración directa y diaria de la Fábrica a cargo del **Director Principal o Intendentes de la Fábrica**, nombrados directamente por la propiedad. De facto, estos administradores desarrollaron tareas y tomaron decisiones muy importantes al cargo de la fábrica, sobre todo, en largos periodos en los que la propiedad mostró escaso interés por la Fábrica. Destacan por la impronta que dejaron: Domingo Zarazaga (modelador del proyecto y del inicio de la producción), Cayetano Allué (que mantuvo la producción en la grave crisis de 1736 y comienzos de la titularidad del poco interesado Conde Pedro Pablo), Marcial Giraudeta (arrendatario y director, y único valenciano de la lista, aunque de ascendencia francesa, que llevó a la Fábrica a un gran nivel), José Delgado, ya en el periodo de la Casa de Híjar (que nos legó un valioso plano idealizado de la fábrica) y Candela Pachón, en la regeneración de la fábrica previa a su venta a los Girona.

3) La **Dirección Técnico-Artística**. Sin los químicos de pastas, capaces de ajustar la composición y textura de las pastas cerámicas, desde la pasta roja con esmalte estannífero de la primera época de la Casa de Aranda hasta la tierra de pipa, pasando por la pasta fosfática de porcelana, que supieron diseñar los técnicos de la Fábrica, nada hubiera sido posible. Mención aparte requieren los químicos «coloristas» que preparaban los esmaltes y pigmentos con los que los pintores daban vida a la loza y porcelana de l'Alcora.



Figura 1. Fachada del edificio fundacional restaurada (2024) de la Real Fábrica de Loza y Porcelana de l'Alcora.

Desde esta perspectiva de técnicos del color, esmaltes y pastas, podemos distinguir cuatro periodos o generaciones en la producción de l'Alcora con los «coloristas» que dan color y cuerpo a la cerámica de l'Alcora (Figura 1):

I. La Primera Generación: **Olèrys-Causada-Ochando-López**, la loza policromada de l'Alcora-Moustiers.

II. La Segunda Generación: **Johan Christian Knipffer**, la porcelana fosfática de l'Alcora-Worcester.

III. La Tercera Generación: **Cloostermans, Ferrer, Álvaro**, porcelana de frita de l'Alcora-Leeds.

IV. La Cuarta Generación: la estampación calcográfica de l'Alcora- Staffordshire.

Desde al perspectiva del color (Figura 2), su formulación química siempre ha sido objeto de «secretismo», manteniéndose las fómulaciones de los colores (también las de esmaltes y pastas) dentro de la más estricta confidencialidad, considerándolas un secreto industrial, cuya violación se consideraba de extrema gravedad. Sin embargo, los mismos que mantienen su secreto intentan hacer todo lo posible por desentrañar las recetas del competidor, preservando sus recetas, pero, por otro lado, la propiedad quiere ser tenedora del secreto industrial y pide a los técnicos que describan con detalle sus recetas. En el caso de la Real Fábrica, el Conde de Casal conserva varios recetarios de colores de la Real Fábrica bajo la Casa de Aranda que nos ha transmitido Escrivá de Romani, Conde de Casal [2] (Figura 2):

a) *Recetas de los colores que se usan en mi fábrica de Loza de Alcora*, (1749), firmadas por Olèrys, Jacinto Causada, Julián López y José Ochando (2, pág 181-196). Presenta 64 colores: azul Zafre (3), negro Zafre (1), Dorados Manises (4), Esmaltines (2), amarillo Nápoles (7), naranjado (4), Dorados (3), verde (12), morado (7), violeta (1), gris (5), negro (3), Oliva (4), Perla (3), Colorado hematita (6), especie de púrpura (1), Dorado (1), y marzacota (barrilla y arena fritada: Na_2SiO_3) (1).

b) *Rezetas para Bernizes*, (2, pág. 197-203). Se presentan cuatro esmaltes (*bernizes*) de «rachola, olanda, Talavera y cubierta» que son fritas integrada por una calcina de plomo: estaño (1 arroba : 2 a 8 libras) que se muele, se mezcla con arena (1 arroba), sal (12 libras) y barrilla (0-3 libras) y se frita

en horno de abajo. Después, describe 21 colores: amarillo (5), naranjado (3), azul (1), oliva (2), verde (5), negro (1), morado (2), violeta (2).

c) *Los Secretos de Christian Kniffer sobre la loza y porcelana*, (2, pág. 204-236) (1764). Se presentan 6 formulaciones de fritas Pb-Si (disolventes) y colores: encarnado de hematita en frita Pb-Si (4), verde Cu (o zafre) con Amarillo de Nápoles (16), azul de esmaltines Co_2SiO_4 (1), pardo de ocre de Holanda (o caparrosa FeSO_4) con frita Pb-Si (3), musco (marrón oscuro de Fe en frita Pb-Si) (7), negro (3). Describe después la preparación de Au, Ag y Sn en disolución con agua fuerte y polvos para pintar metales nobles (precipitados negros de la disolución Au con FeSO_4 , y la de de Ag con clavos de Fe que se recogen). Describe esmaltes (*bernizes*) verdes (con verde de Cu numerado N_4) y amarillos (Nápoles) con fritas descritas. Por último, Knipffer describe las pastas y *bernizes*, así como la cocción (escaldado) de la porcelana y media porcelana.

d) *Quaderno de rezetas de vernizes y colores para cuarenta y ocho horas de fuego o cinquenta*, hecha para alfareros o vajilleros, (2, pág. 237-249), recopilado por Jacinto Causada en 1765. Son formulaciones parecidas a (b), describe 4 esmaltes (*bernizes*) como en (b) y, después, colores con formulaciones similares: amarillo (3), naranjado (2), oliva (Nápoles con Mn) (2), azul (1), dorado (1), perla (1), gris (2), verde (Nápoles con zafre) (4), negro (Co con Nápoles y Mn y con Sn en el segundo), colorado (hematita tierra carretera) (3), morado (zafre con Sn-Mn). Después, describe 8 mezclas de las anteriores para colores especiales y 12 barnices coloreados utilizando los colores, así como dos cubiertas, dos dorados de Ag para dorado de Manises y 4 formulaciones sobre Ag y Au para pintar, incluida una de tinta para escribir.

e) *Prescripciones de como pintar en diferentes colores sobre porcelana*, (2, pág. 249-254). No está datado, pero Escrivá [2] lo junta por similitud de formulaciones con (c) y (d). Aunque utiliza formulaciones del púrpura de Cassius, es posible que su autor sea también Mariano Jacinto Causada. Describe lo que llama ahora «derritientes» (3 fritas Pb-Si, aunque la tercera utiliza púrpura de Cassius de una forma confusa) y diferentes pigmentos que, por el título, se aplicarían a la porcelana: rojos o encarnados (6, basados en hematita obtenida por diferentes modos, destaca el primero que quema acero y lo hace reaccionar con azufre para dar el sulfuro que después es atacado con agua fuerte, y el cloruro amarillo se calcina generando la hematita, también el segundo que utiliza CuSO_4 vitriolo de Hungría, que calcina con una hoja de lata, en los últimos utiliza vitriolo rojo CoSO_4), pardos y negros (8, también basados en óxido de hierro), amarillo (1, de Nápoles), azul (2, de esmaltines purificado con vinagre), verde (de cobre verdigris, acetato de cobre, o Co de esmaltines, el tercero utiliza púrpura de Cassius que mezcla con verde de Cu y azul), púrpura de Cassius (formula un oro para pintar disuelto en agua regia y el estaño



Figura 2. (A) Portada segunda edición de *Historia de la Cerámica de Alcora de Escrivá de Romaní* [2], donde constan los recetarios químicos (a-f), junto con el plano de Delgado de la Real Fábrica sobre 1805. (B) Extracto de la descriptiva de los hornos de loza en el recetario químico de Pedro Cloostermans hijo [g], publicitada en la sección de hornos de la Real Fábrica.

disuelto en agua fuerte para con ellos formular un púrpura de Cassius, termina con una formulación muy clara de un púrpura de Cassius, en pág. 254).

f) *Preparación de colores metálicos y barnices*, (2, pág. 255). Este recetario es un delicioso descriptor de diferentes tareas de purificación de precursores. Asimismo, describe las características y propiedades de los diferentes materiales (plomo, estaño, antimonio). Su escritura es muy didáctica y es el primer recetario en el que se hace alusión a la Química (*Chimica*) y, también, a la dependencia de Inglaterra y Holanda como proveedores de algunas de estas materias primas. Sin embargo, no formula pigmentos ni barnices.

Por último, la recopilación de los pigmentos y pastas de Pierre Cloostermans realizada por su hijo Pedro, que también trabajó en la fábrica.

g) *Compendio Químico. Teórico Práctico del Arte de Fabricar Lozas Pipas y Porcelanas. Sobre los nuevos descubrimientos y*

adelantamientos de Don Pedro de Cloostermans en la Fábrica de Alcora; siendo su director y de la de Luis 16, miembro de su academia en París y de Flandes; Austriaca. Dado a luz por su hijo Don Pedro, profesor de pintura. Valencia 1ro. Marzo de 1800 [5].

La Figura 3 describe el proceso general de la producción de la familia de pigmentos más moderna desarrollada en USA a mediados del siglo pasado, los pigmentos de circón o silicato de circonio [11]:

(a) Los ingredientes integrados por la base estructural del pigmento (en este caso, óxido de circonio, ZrO_2 , y sílice SiO_2 , ambos de color blanco) se mezclan íntimamente en un molino con el agente de color o cromóforo (en este caso, metavanadato amónico NH_4VO_3 de color amarillento para el turquesa de vanadio, sulfato de hierro (II) hexahidrato o sal de Mohr $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ de color verdoso para el rosa de hierro, y óxido de praseodimio Pr_6O_{11} negro para el amarillo de praseodimio), además se añaden modificadores y mineralizadores (en este caso, la adición de fluoruros

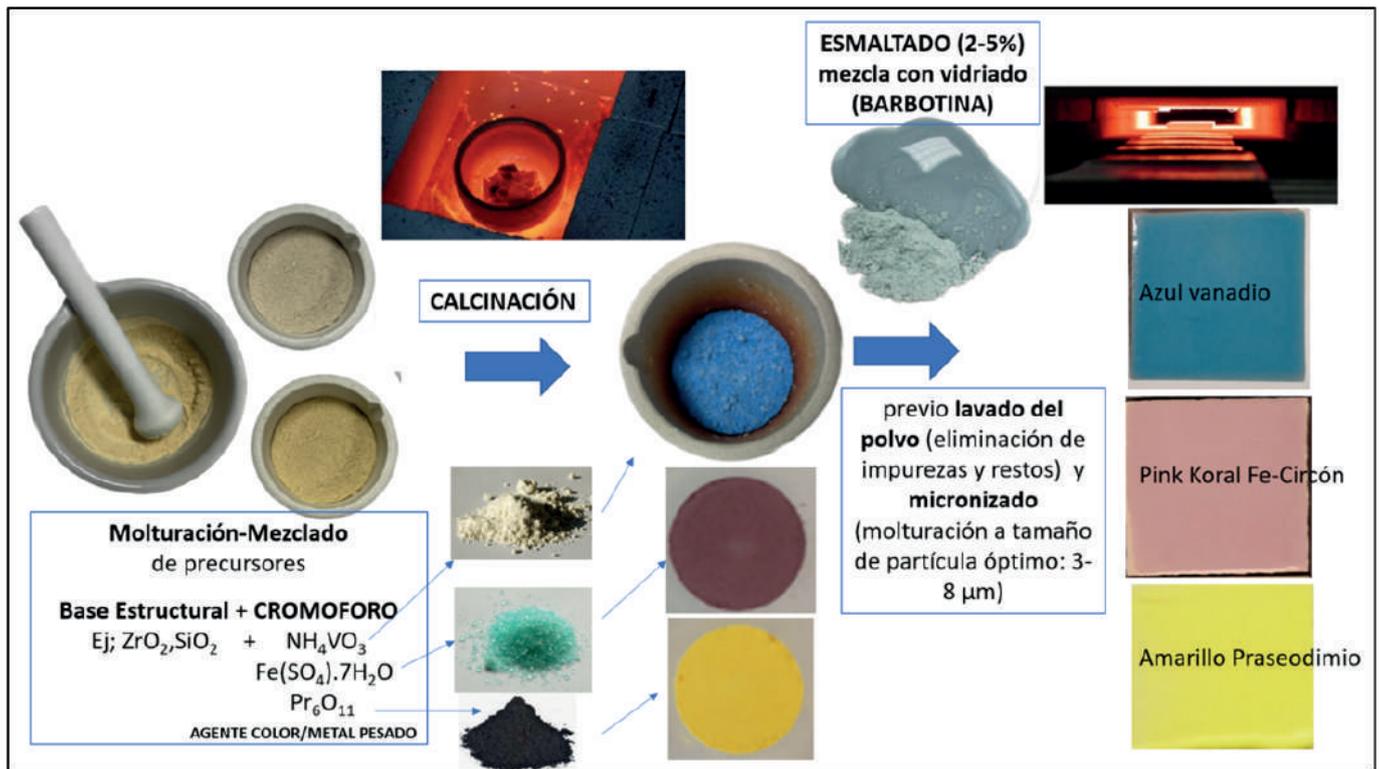


Figura 3. Proceso general de la producción de la familia del circón o silicato de circonio.

como el fluoruro de sodio NaF es imprescindible).

(b) La mezcla es calcinada a la temperatura y tiempo de cocción adecuados para cada caso (en este caso, oscila entre 900 y 1100°C y tiempos de retención de entre 1 y 6 horas). El resultado es casi «mágico». La mezcla incolora o débilmente coloreada sale de la calcina produciendo colores intensos, turquesa, rosa y amarilla, respectivamente, en el caso descrito.

(c) Los polvos obtenidos, adecuados en granulometría (micronizado) y adecuadamente lavados, se añaden en una proporción entre el 2-5 % al esmalte elegido y se añade agua para formar una barbotina que, con esta concentración de pigmento, es de coloración suave y débil. Sin embargo, al cocer el esmalte se produce de nuevo otro proceso mágico y el color aparece de nuevo en toda su intensidad (o no, dependiendo de la formulación y agresividad del esmalte).

La Figura 3 pone de manifiesto la aleatoriedad química de la formulación y preparación de los pigmentos cerámicos, así como la «magia» del color desarrollada por la calcinación del pigmento y la cocción del esmalte, una magia química a la que en l'Alcora ya están acostumbrados desde hace siglos. Las recetas de los coloristas son un patrimonio de los colorificios cerámicos, tal vez más valioso que las puras instalaciones de hornos y maquinaria. Sin el color, la cerámica no es cerámica y puede pasar a ser mera copia de otros materiales, leáse piedra natural, que aunque nobles no tienen la impronta de la cerámica verdadera.

Los «reactores» cerámicos son los hornos, perfectamente diseñados por los moriscos valencianos que fueron los primeros expulsados un 22 de septiembre de 1609 (Figura 4.a.). Su diseño fue una herencia que permitió el desarrollo de la pujante cerámica valenciana posterior: los hornos construidos entre 1798 y 1805 de la Real Fábrica (Figura 2.B) y que funcionaron hasta 1970, así lo atestiguan. Los hornos eran de doble cámara (Figura 4.b), en la parte baja se tiene el hogar o cámara de combustión (la Llar o Fogaina) (Figura 4.c) y, al fondo, se abre la cámara u horno de abajo con un fondo elevado (el Sagell o Rastell) (Figura 4.d), donde en una caja/balsa refractaria de unos 20 cm de profundidad (el DAU) se depositaba la mezcla cruda de esmalte para fritar o de colores para calcinar. La parte superior con orificios es el piso del laboratorio u horno de arriba (el Garbell) coronado por una abertura central (la Lluna).

A Escrivá de Romaní Conde de Casal le debemos una completa historia de la cerámica de l'Alcora de la que se tiene una primera versión de 1919 y una segunda edición más completa de 1945 [2]. La obra mantiene las ideas generales de otra anterior de 1879 escrita en inglés (*The Industrial Arts in Spain*), de Juan Facundo Riaño, en un capítulo dedicado a la cerámica de l'Alcora [6]. Siguiendo a Escrivá, la cerámica de l'Alcora se puede seguir desde una perspectiva de la técnica del color, esmaltes y pastas en las etapas anteriormente expuestas (con los «coloristas» que dan color y cuerpo a la cerámica de l'Alcora) que se describen a continuación y que hermanan en el tiempo a l'Alcora con otras cinco localidades europeas: Moustiers, Worcester, Sèvres, Leeds y Burslem.

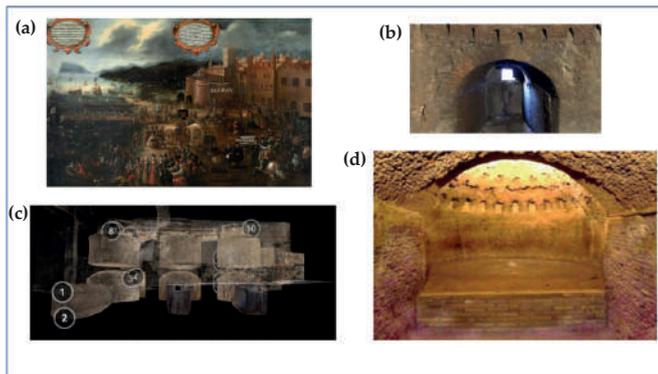


Figura 4. (a) Embarque de moriscos en el Grao de Valencia, 22 septiembre 1609 (Pedro Oromig, 1613). (b) Hornos construidos entre 1798 y 1805 de la Real Fábrica y que funcionaron hasta 1970. (c) FOGINA y horno de abajo. (d) Sagell o Rastell en el fondo del horno de abajo, donde se colocaba el cajón refractario (DAU) para calcinar pigmentos o fundir las fritas.

PRIMERA GENERACIÓN:

OLÈRYS-CAUSADA-OCHANDO-LÓPEZ

LA LOZA POLICROMADA DE

L'ALCORA-MOUSTIERS

Este primer periodo se corresponde con cerámica anterior al cromo de Sèvres (1727-1787; desde la fundación de la fábrica hasta la llegada de Cloostermans y la policromía con cromo de Sèvres), siendo sus «coloristas» los que van de Olèrys-los Causada-Ochando-López a Johan Christian Knipffer. Se corresponden con los recetarios a y b, anteriormente mencionados, y publicados por el Conde de Casal [2]. Junto a Olèrys, fueron contratados otros cinco ceramistas, Eduard Roux, Pierre Robert y Antoine Gras, también los oficiales Pierre Maurise y Sebastien Carbonell. Los seis venían de la villa de Moustiers en la Provenza francesa, situada en la ladera de un encrespado monte, rematado en su cumbre por una bella capilla dedicada a Nuestra Señora de Beauvoir, coronada por una estrella en mitad del valle. En Moustiers, trabajaron con Pierre Cléryssi, de gran fama en Francia y que mandaba sus vajillas al mismo rey, aunque inicialmente trabajaron en Saint-Jean-du-Désert con Joseph Cléryssi hermano del de Moustiers.

En la Figura 5, se recogen datos y piezas de referencia en el Museo de Cerámica de l'Alcora (junto a piezas del Musée de la Faïence de Moustiers) para este primer periodo: l'Alcora creció en habitantes de forma significativa en estos primeros años de la Fábrica (pasando de 1200, en 1730, a 4800, en 1798; posteriormente, con el desarrollo de la cerámica industrial heredera de la Real Fábrica, alcanza 11.029 habitantes, en 2011). La Real Fábrica creció desde los 1800 m² de la factoría fundacional hasta más de 11.000 m² en

su mayor apogeo, unos años después de la muerte del X Conde y Pierre Cloostermans en 1805 (Figura 2.a). En el museo de Cerámica de l'Alcora, se recogen piezas de esta época: los monocromos de azul cobalto (*camaieu bleu*, Figura 5.a) y amarillos de Nápoles (*camaieu jaune*, Figura 5.b), así como «chinerías» en tricromía (con los pigmentos anteriores más el verde cardenillo, Figura 5.c) y «grutescos», con referencia a la decoración de las habitaciones y pasillos de la *Domus Aurea* (que Nerón hizo construir tras el incendio del año 64), que presentan combinación caprichosa y profusa (*horror vacui* del artista) de vegetales, vasijas, figuras humanas y teriomórficas (bichas, centauros, sátiros), seres fantásticos y mitológicos (Figura 5.d).



Figura 5. Datos y recreaciones en el Museo de Cerámica de l'Alcora y Musée de la Faïence de Moustiers: (a) *camaieu bleu*, (b) amarillos de Nápoles (*camaieu jaune*), (c) así como «chinerías» en tricromía, (d) «grutescos».

La pasta roja de esta época es una mezcla de la arcilla calcáreo-ferruginosa de la mina de Sant Cristòfol con poca sílice y alcalinos; una arcilla micácea que precisa desgrasante (sílice de la arena de Ancorna) y ajuste a la baja de CaO con la Tierra de Olleros de Els Vinyals y Venta de Cuba. Para desarrollar los esmaltes blancos opacificados con casiterita SnO₂ (estaño de Holanda) y los colores, la Real Fábrica importaba, libres de derechos de aduanas gracias a las cédulas reales, el estaño de Holanda (SnO₂), el zafre (Co₃O₄) y esmaltines (frita de bisilicato de plomo con cobalto), púrpura de Cassius y óxido de antimonio Sb₂O₃ (el antimonio a secas), procedentes de Holanda, Francia o Inglaterra.

Se diferencian tres etapas en el uso del color:

a) **Etapla monocroma** (Figura 6, izquierda): es la inicial del maestro de Marsella y Moustiers Joseph Olèrys (del primer *camaieu bleu* basado en el cobalto del zafre y los esmaltines y del *camaieu jaune* basado en el amarillo de Nápoles después). Esta primera etapa es claramente la desplegada por Olèrys siguiendo el estilo Bérain, tan del gusto de Luis XIV y de moda y fama en toda Europa. También podemos encontrar bustos o animales irreales y utilizan dibujos sobre los grabados de Antonio Tempesta [9], así como los de Franz Floris [10], de espléndidas imáge-



Figura 6. Descriptiva de los pigmentos utilizados en el periodo inicial.

nes de la mitología de la Grecia antigua.

b) **Tetracromía** (Figura 6, centro): la policromía a cuatro colores, con la base de los dos anteriores y un verde de cobre desarrollados por Jacinto Causada el mayor, que se introducen sobre 1730, así como el ocre obtenido añadiendo hierro calcinado u «ocre de Holanda» (hematita) en la preparación del amarillo de Nápoles. El perfilado es posible que se hiciera con manganeso (pirolusita MnO_2 derivada del griego fuego-lavadura, ampliamente utilizado en València en los socarrats y por los vidrieros como «detergente del vidrio», al decolorar tonos verdosos o crema de las impurezas de hierro) o con azul cobalto modificado con manganeso.

c) **Polícromía a seis tintas** (Figura 6, derecha): con la tetracromía anterior más el negro de hierro-cobalto (espínela CoFe_2O_4) y el encarnado de Causada el menor (marrón de hematita-sílice), junto con ocre preparado mezclando el amarillo de Nápoles con hematita (arcilla ferruginosa – de la carretera- calcinada). La policromía sería empleada ya alrededor de 1735. En 1737, Olèrys y los franceses que le acompañaron dejaron la Real Fábrica al haber surgido serias diferencias en el manejo de la Fábrica y su producción con Don Cayetano Allué, a la sazón Director Intendente de la factoría. Olèrys volvió a Moustiers, donde fundó una factoría con su cuñado Jean Baptiste Laugier, con la complacencia de Clerissy. Su hijo le sucedió y, con él, la fábrica cerró, pero en Moustiers Sainte-Marie sigue viva la llama de la loza polícroma de Olèrys y Clerissy. En la Figura 5, se presentan piezas en el Musée de la Faïence de Moustiers. El

pueblo tenía 3000 habitantes en 1730 con una industria locera importante, pero languideció y, en la actualidad, es una localidad turística de 600 habitantes que mantiene viva la loza policromada en unos pocos talleres. Como l'Alcora a Sant Cristòfol, el pueblo tiene en lo alto una ermita dedicada a Notre-Dame-de Beauvoir asomada al corte abrupto entre dos grandes rocas en el que pende una estrella dorada emblema de la ciudad. En el Musée de la Faïence, podemos revivir los *cameieu* monocromos, la chinería tricrómica y los grutescos vistos en el museo de l'Alcora: se trata de la misma cerámica, elaborada en dos pueblos cerámicamente gemelos.

Tal es la similitud de estas lozas con esmalte estannífero, que es difícil adjudicar a l'Alcora o Moustiers las piezas de las Figuras anteriores si las mezclamos. Esta similitud ya es recogida por Escrivá de Romaní [2], que escribe: «Si casi todas las lozas del mismo tiempo son para nosotros similares, mientras la Química no auxilie la mera inspección ocular, en pocas encontraremos mayor parecido con la nuestra de Alcora que en las provenzales, hasta el punto de ser indispensables su estudio como antecedente preciso de aquella, ya que de éstas sacó el Conde de Aranda sus primeros elementos en sus dibujos y en sus artífices que vinieron a enseñar y a aprender, pues ambas cosas hicieron, como se verá más adelante Moustiers, con Nevers y Marsella» (Casal, 2 pág. 23), y sigue diciendo: «Por nuestra parte, y después de haber recogido en los museos de Cluny y de Sèvres esas impresiones, creemos encontrar a las piezas de Moustiers tonalidades verdosoazuladas en sus blancos, como rosadas son las de la buena época de nuestra Alcora».

SEGUNDA GENERACIÓN:
 JOHAN CHRISTIAN KNIPFFER,
 LA PORCELANA FOSFÁTICA
 DE L'ALCORA-WORCESTER

Con la llegada del sajón Johan Christian Knipffer, la paleta de colores pudo ampliarse con el rojo púrpura (púrpura de Cassius de oro nanocrystalino ocluido en hidróxido de estaño), descrito en el recetario (el mencionado recetario c) del sajón Knipffer. Sin embargo, no encontramos constancia de su utilización en l'Alcora hasta después del año 1787 en el que Knipffer abandonó l'Alcora tal y como había llegado: no sabemos de dónde vino ni a dónde fue. Se debe también a Knipffer la introducción de la porcelana fosfática o de huesos que competirá con la porcelana de pipa o de frita en l'Alcora.

Knipffer apareció un día en torno a 1761 en la Real Fábrica, pidiendo trabajo como pintor. El director Allué había contratado en 1751 al secretista francés, François Haly, procedente de Nevers, para conseguir producir la porcelana de Meissen. La familia Haly tenía en Nevers un taller de loza y porcelana blanda en el que producían figurines de cierta calidad. François y su hermano Jean fueron contratados para evaluar materias primas para la sección de labrado de la Real Fábrica de Cristales de la Granja en 1750. Encontró arcillas de cocción casi blanca en Valdemorillo y también se desplazó a Talavera de donde se trajo las arcillas de las barrancas de Alcolea de Tajo. François realizó ensayos con estos materiales para realizar *faience de Nevers*.

El valedor de Haly era el maestro vidriero francés Dionis Sibert, que había sido contratado, junto con sus dos hijos, por el reorganizador de La Granja, Don Antonio Berger. El director de la Granja Buenaventura Sit, así como Dionis Sibert, vistos los pobres resultados de los hermanos Haly con la búsqueda de materias primas para La Granja, los despidieron, aunque Sit los recomendó a ambos para fabricar porcelana en l'Alcora. Sin embargo, solo François recaló en l'Alcora, su hermano Jean volvió a Nevers; como en la Granja, los resultados tampoco le acompañaron en l'Alcora y fue despedido.

Como se presentó sin mediar contrato previó en l'Alcora, Allué optó por ponerlo a prueba bajo la dirección de los maestros principales, con el fin de evitar el fracaso con Haly, que fue despachado en cuanto finalizó su contrato. Con el fin de saber hasta dónde lucían sus conocimientos sobre la porcelana, se le pidió un recetario que se compraría si fuera interesante a juicio de los maestros principales y del propio Allué. Así, en marzo de 1764, se le compraron por 200 pesos las fórmulas que recopiló en el recetario c mencionado de los *Secretos de Christian Knipffer sobre la Loza y Porcelana*.

Como señalan Escrivá de Romaní [2] y Riaño [6], en l'Alcora en esta época posterior a 1749, en torno a la llegada de Knipffer, surge una loza que recuerda en las formas al modo de hacer de la localidad inglesa de Worcester, cerca de Birmingham, pero, sobre todo, desarrollan con Knipffer una porcelana fosfática o de huesos que en palabras de Casal: «hay que hacer resaltar lo curioso que resulta que en Alcora se fabricase una porcelana tan poco conocida entonces en la Europa continental y, mucho más, si es cierto que fue un alemán quien implantó esta nueva fase de la industria».

En efecto, si visitamos el museo de la ciudad de Worcester y su Museum of Royal Worcester, observamos piezas expuestas de gran similitud de formas con las de l'Alcora (Figura 7). Como dice Casal, la Worcester Porcelain Company fue fundada en 1751 para la explotación industrial de las investigaciones del químico Wall, que en la época cursaba la medicina, ya que firma como doctor en medicina, y la industria floreció hasta 1840.

En la Figura 7, se muestran piezas fabricadas en Worcester de *creamware* utilizando la porcelana fosfática a la izquierda: una sopera decorada en azul cobalto monocromo del principio de la manufactura en 1755, cuando Worcester fabricaba los mejores productos ingleses de té azul y blanco que el dinero podía comprar (el Dr. John Wall perfeccionó la receta de porcelana que podía resistir el agua hirviendo y este descubrimiento dio fama a la fábrica), y una jarra hexagonal color crema decorado con escenas orientales en relieve y pintado con esmaltes policromados (Worcester 1752, Museum number 4184). A la derecha, loza fina en pasta roja con esmalte estannífero de l'Alcora de la misma época, una sopera (mca-354) y una compotera (AMCA-17): si bien la pasta fosfática da cuerpo a las piezas de Worcester, las piezas de l'Alcora, por el detalle del dibujo y la perfección de los colores de la policromía de Causada-López destacando el uso del Púrpura de Cassius en la compotera, son de apariencia superior.

Figura 7. *Creamware* utilizando la porcelana fosfática a la izquierda (sopera y jarra Worcester 1752, Museum number 4184). A la derecha, loza fina en pasta roja con esmalte estannífero de la misma época: sopera (mca-354) y compotera (AMCA-17).



En la Figura 8, se presenta el análisis químico de la porcelana fosfática realizado por el químico Pedro de Artiñano a petición de Escrivá de Romaní (2, pág 33). En la composición, destacan casi un 11 % medido como óxido de fósforo (III) (P_2O_3 , aunque Casal escriba Ph como símbolo del fósforo) y la ausencia de hierro, junto con una elevada cantidad de alúmina que obligaría a Knipffer a buscar arcillas de cocción blanca y pedernal alternativo a los usuales en la loza. No sólo resulta curioso, como dice Escrivá de Romaní, que Knipffer trajera la formulación de Worcester; también es un enigma dónde encontró las materias primas para llevarla a cabo.

(1) El objeto que ha sido analizado pertenece al género que cultivó el escultor Julián López († en 1792). Y como la fábrica de Worcester se fundó a mediados del siglo XVIII, creemos que esta receta se refiere al último tercio de dicha centuria y no a los años primeros de Alcora, en que se reclutaron operarios ingleses, como se desprende del memorial de 1729.

En efecto, la figura que sirvió para hacer el ensayo químico contiene:

Si O ₂ , Sílice	44,90
Al ₂ O ₃ , Alúmina	25,03
Ca O, Cal	17,10
Mg O, Magnesia	0,51
Ph ₂ O ₃ , Acido fosfórico	10,89
TOTALES DETERMINADOS	99,03

Figura 8. Análisis químico de una figura en porcelana fosfática de l'Alcora.

En la Figura 9, se presentan muestras de esta porcelana fosfática al estilo Worcester implementadas por Knipffer y facturadas como modeladores pintores por los maestros Ochando y López. La primera a la izquierda, *Alejandro Magno sobre Bucéfalo*, datada en 1770 en porcelana blanca fosfática expuesta en el Museo Arqueológico Nacional. A la derecha, porcelana fosfática vidriada en blanco, posiblemente un *Rey Moro*, como lo llama su probable pintor mode-

lador López, también datada sobre 1770. En el centro, la excepcional creación en porcelana fosfática de l'Alcora de una consola que está expuesta en el Museo de Bellas Artes de Boston: si la talla es perfecta, también lo es la decoración y la calidad del más bello Amarillo de Nápoles de los instrumentos musicales de las figuras de los músicos.

Pudiera ser que este periodo 1762-1785 fuera el cénit de calidad de la manufactura alcorina. Sin embargo, en la loza, donde reside el negocio de la manufactura, se detecta una supuesta decadencia que se viene arrastrando de atrás: ¿es una decadencia o más bien un ajuste de la manufactura el nuevo mercado de la loza y porcelana? En efecto, la Real Fábrica sufre dos ajustes importantes de negocio:

I. En torno a agosto de 1759, el nuevo rey Carlos III funda El Buen Retiro, traslado directo de su factoría de porcelana de Capodimonte en Nápoles, donde reinaba como Carlos VII de Nápoles, gracias a los éxitos militares en Italia en los que colaboraron muy activamente el IX y X Conde de Aranda. Carlos III trasladó en barcos toda su factoría napolitana, incluyendo operarios y materias primas, el Buen Retiro manufactura una Media Porcelana de base Mg, utilizando la sepiolita de Vicálvaro-Vallecas como sustituto de los feldespatos [12]. Si la porcelana madrileña la podemos tildar de «magnésica», la de l'Alcora lo sería «cálcica», al ser el calcio el fundente alcalinotérreo alternativo. El Buen Retiro supone para l'Alcora la pérdida del mercado de la corte y la aristocracia para piezas caras, pues: ¿qué porcelana española será mejor que la del rey?

II. En junio de 1763, Carlos III anula la exención de tasas a la exportación a las Indias de la Real Fábrica, que pierde en

Figura 9. Esculturas en porcelana fosfática de Knipffer facturadas por Ochando y López: *Alejandro Magno sobre Bucéfalo*, consola de músicos y un *Rey Moro*.





Figura 10. El proceso de simplificación (abaratamiento) de la serie «Ramito» y «Fauna de l'Alcora» o «figuras de engaño».

gran medida el mercado americano, en beneficio de la factoría madrileña. No es de extrañar que, en estas condiciones, con producción encarecida y, con más dificultad de venta, la porcelana sufriera un retroceso en l'Alcora, en beneficio de una loza más simple, más popular, que abandona también los estilos barrocos y el rococó de las rocallas.

En la Figura 10, se presenta este progresivo proceso de simplificación, popularización o abaratamiento de la loza alcorina, ejemplificado en los cambios a formas y detalles más simples de la figura central de la serie «Ramito», de la llamada loza de la serie Lalana (que toma el nombre del administrador Mames Lalana, que las describe en un memorial de 1775 recogido por Escrivá de Romaní [2] y Pérez de León [13]).

Si bien este proceso de simplificación pudiera considerarse una pérdida de calidad, lo cierto es que los beneficios del mercado de estas series populares en pasta roja permitían mantener y continuar con las anteriores series barroco y rococó, así como la porcelana, que nunca dieron beneficios a la fábrica. No sólo se negocia con una loza más popular, l'Alcora desarrolla posteriormente (1790-1810) unos figurines también simples, económicos y populares, pero de alta calidad cromática en pasta roja, que se han venido en llamar «Fauna de l'Alcora» o «Figuras de engaño» (a imitación de las francesas figuras de *trompe l'oeil*) (Figura 10).

El «negocio» de la fábrica se completaba con las series de dorados de Manises (reflejo metálico) que la fábrica cultiva-

ría desde los inicios con Jacinto Causada, el mayor. El reflejo metálico es una fina película de partículas metálicas que se forma sobre el vidriado cerámico y, en el caso de Manises, tradicionalmente, sobre un esmalte de plomo y estaño. Desde el punto de vista de la alquimia, la transmutación de los metales usando vitriolo, cinabrio, marcasita y azufre, componentes frecuentes del reflejo metálico, ya fue expuesta en los tratados del alquimista Jabir Ibn Hayyan, conocido en occidente como Gebber (710/730-810 d. C.) [14-19]. La emulación del oro y la plata en las vajillas de la corte de Bizancio promovió que los califas impulsaran su producción, dado que el uso metales preciosos para comer y beber se desaconseja en el Corán. El ministro Floridablanca pidió al alcalde Martínez de Irujo que realizara un informe titulado *Sobre la manera de fabricar la antigua loza dorada de Manises*, y así extenderlo a otros lugares (1785).

La técnica inicial del reflejo metálico utiliza plata o cobre, así como bermellón rojo (cinabrio molido, HgS) mezclados con arcillas muy ferruginosas (almagre) y azufre; además, para poder depositar (pegar) sobre el vidriado cocido el material, se hace una pasta añadiendo emulgentes como la miel, ajo y vinagre como vehículo. La pasta pigmentante era sometida a una cocción reductora a baja temperatura (500-600°C en horno pequeño; del orden de 1 m³, el *fornet de daurar*, que permite mantener una temperatura uniforme) mediante una densa humareda conseguida por introducción en el horno de materia orgánica (estiércol o paja) [16].



Figura 11. Reflejo metálico de Manises y de l'Alcora.

Los mejores metalizados cobrizos de Alcora se producen al contratar técnicos de dorados en Manises entre 1750 y 1760 a instancias de López: en la Figura 11, se presentan dos muestras de metalizados de la producción alcorina junto a metalizados de Manises [13]: según la proporción Ag/Cu, el color varía desde un amarillo en los ricos en plata (izquierda, en Figura 11) hasta un rojo cobrizo en los ricos en cobre. Desde el punto de vista decorativo, la preponderancia de l'Alcora es tal que, incluso en los cobrizos de la época Manises, utilizan los diseños de l'Alcora con la puntilla característica (Figura 11, abajo derecha).

A partir de 1760, los técnicos de Manises marcharon y declinó la intensidad de los lustres metálicos de la producción alcorina. La segunda época del dorado de Sèvres de oro nanométrico la introducirá Cloostermans y una última época de dorados «ambarinos», ahora con la técnica de deposición de oro de Sèvres, se desarrolla en torno a 1827, siendo propietario D. José Rafael Fadrique XIV Conde de Aranda (XII Duque de Híjar). La fábrica logró la medalla de oro en la Exposición de Industrias Españolas de 1829, y las piezas que se presentaron fueron metalizados metálicos y también dorados de Sèvres.

TERCERA GENERACIÓN:

CLOOSTERMANS, FERRER, ÁLBARO,

PORCELANA DE FRITA DE L'ALCORA

Y EL GILDING DE SÈVRES-L'ALCORA

La tercera generación, ya finalizando el siglo de las luces, es la de Pierre Cloostermans; robado a Sèvres por el X Conde de Aranda siendo embajador en París. Con Cloostermans, cuyo hijo Pedro nos legó un excelente recetario (el mencionado recetario g), luce en l'Alcora el mejor Púrpura de Cassius sobre esmalte de porcelana de frita o tierra de pipa, que enlaza a l'Alcora con la *creamware* de Leeds, inextricablemente asociado con su porcelana de frita, hecha de arcilla blanca de Cornualles y pedernal local (*flynt*). En la Figura 12, se comparan realizaciones de *creamware* de Leeds y tierra de pipa y porcelana dura de l'Alcora. El cesto (*basketwork*), construido tejiendo tiras de Leeds, cifrado en 1785 (arriba izquierda), recuerda la Castañera y plato de loza de l'Alcora de finales XVIII, que presenta la misma tonalidad crema del esmalte, pero utilizando una variada policromía que siempre caracteriza a l'Alcora. En la parte de abajo de la Figura 14, se comparan una salsera (*sauce boat*) de Leeds datada en 1775, de un estilo ligeramente japonés, con un azucarero en pasta dura estilo Meissen de l'Alcora, expuesto en el Museo del Prado.

En efecto, con Cloostermans se datan piezas de porcelana dura que quizás consiguiera modificando con algunos fundentes el caolín que, en junio de 1789, pidió a su amigo personal y director de la manufactura de Limoges, François Alluau, y que, una vez enviadas, el X Conde Pedro Pablo se negó a pagar, al no haber autorizado la compra y priorizar el uso de las materias primas españolas en la manufactura y dadas las condiciones políticas en Francia en los meses posteriores.

Asimismo, como se ha indicado, Pierre Cloostermans introduce en l'Alcora la porcelana de frita decorada sobre vidriado (a la grasa o *petit feu*) que requiere de tres cociones. En la Figura 12, se compara el *creamware* de Leeds (manufactura de Joseph Hannon) y l'Alcora de las llamadas Flores de Estrasburgo o Flores Alemanas, motivo decorativo creado en Meissen a partir de 1740, inspirándose en los grabados de los trabajos botánicos de Weidemann y que alcanzaron prestigio en Estrasburgo, donde se introdujeron entre 1745 y 1748. Lo introduce en l'Alcora Pierre Cloostermans en 1787, utilizando con gran elegancia el Púrpura de Cassius [20] como en el plato con la Doncella Holandesa (*Dutch maiden*) de Leeds de la Figura 12.

La composición química del *creamware* (porcelana tierna, porcelana de frita o tierra de pipa) de l'Alcora, que también fue adoptada por Sèvres, podría ser, en líneas generales, la indicada en las Tablas de la Figura 13, según D'Albis [21-23] para la frita, la porcelana de frita y el vidriado para dicha porcelana de Vincennes-Sèvres (en el centro) y las correspondientes fórmulas Seger de la frita y del vidriado para pipa (abajo); se observa que la frita es un silicato alcalino (prácticamente, un vidrio sodopotásico) y la pipa se conforma añadiendo a 75 g de frita piedra caliza (16,7 g) y marga de contenido en sílice más variable en función de la localización (8,3 g), resultando una composición de vidrio alcalino-cálcico. Por su parte, el vidriado es típicamente un bisilicato de plomo con adición de alcalinos.

Sucediendo a Cloostermans, aparecen dos alcorinos, de larga saga de ceramistas. Joseph Ferrer, que fundó su fábrica en Ribesalbes y pintó los frescos del Calvario de l'Alcora. Aunque tal sería el interés de l'Alcora por tenerlo, que le permitió compaginar las dos manufacturas [24]. El otro alcorino, Vicente Álvaro (que se transcribe erróneamente en muchos textos como Álvaro), marcó una época técnico-artística en la manufactura; el llamado «género Álvaro», de 1789 en adelante, caracterizado por la presencia de un «sol resplandeciente con rostro humano», que aparece integrado usualmente sobre composiciones de la serie Lalana tipo *Andrómica fina*. Se asocia a las fechas en torno a la muerte de Carlos III en diciembre de 1788 (el ocaso de un sol) y la sucesión en el trono Real de su hijo Carlos IV (el nacimiento de otro sol), que, entre pompas fúnebres del primero y festejos de coronación del segundo, se alargaron bastante en el tiempo. Por ejemplo, la ciudad de Castellón celebró el acto entre los días 14 y 15 de julio de 1789, en plena revolución francesa (pieza incluida en Figura 13).

Vicente Álvaro Ferrando nació 4 de septiembre de 1753 y con Cristóbal Pastor, en junio de 1786, firmaron un contrato, donde se especificaban las condiciones del viaje y estancia en París durante diez años, para «instruirse ambos en el ramo de la porcelana, y otras calidades» en la manufactura de la Rue Thiroux, que se proclamaba la *Porcelaine de la Reine*, dado que la reina Marie Antoinette la favorecía. Sin embargo, poco más de un año después, en 1787, Álvaro y Pastor estaban de regreso. El motivo de su prematuro regre-



Figura 12. Comparación de *creamware* de Leeds y de l'Alcora de finales del XVIII (arriba) y Púrpura de Cassius en porcelana de pipa de Leeds y l'Alcora respectivamente (finales XVIII).

Frit		Paste		Glaze	
Sand	60.0	Frit	75.0	Litharge	38.5
Alicante soda	3.7	Chalk	16.7	Sand	28.8
Alum calcined	3.7	Marl	8.3	Flint calcined	9.6
Gypsum, calcined	3.7			Potash	12.8
Saltpetre	21.7			Soda	10.3
Sea salt	7.2				
Total	100.0	Total	100.0	Total	100.0

	FRITA	PIPA		VIDRIADO	
Arena SiO ₂	60	Frita	75	Litargirio PbO	38,5
Alicante Soda Na ₂ CO ₃	3,7	Caliza CaCO ₃	16,7	Arena SiO ₂	28,8
Alumbre calcinado (KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O)	3,7	Marga (35-65% Arcilla/65-35%)	8,3	Pederal (Flint) calcinado SiO ₂	9,6
Yeso calcinado (CaSO ₄ ·2H ₂ O)	3,7			Potasa K ₂ CO ₃	12,8
Salitre KNO ₃	21,7			Soda Na ₂ CO ₃	10,3
Sal Marina NaCl	7,2				

SEGER FRITA		
K ₂ O	0,55	Al ₂ O ₃ 0,03
Na ₂ O	0,40	SiO ₂ 3,7
CaO	0,05	

SEGER VIDRIADO	
K ₂ O	0,25
Na ₂ O	0,27
PbO	0,48
SiO ₂	1,77

Figura 13. Composición de la frit, porcelana de frit (pipa) y vidriado para la pipa de Vincennes-Sèvres y sus respectivas fórmulas Seger [21-23].

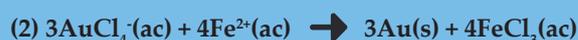
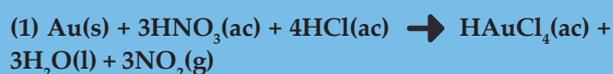
so a la fábrica se puede deber a que, en mayo de ese mismo año, 1787, el Conde de Aranda contrató en París a Pierre Cloostermans procedente de Sèvres, que era la manufactura que le interesaba al X Conde. Álbaro y Pastor no congeniaron mucho con Cloostermans, ya que su apresurada vuelta de París fue causada, obviamente sin responsabilidad alguna, por su contrato en l'Alcora.

Por último, Cloostermans también trae de Sèvres (Figura 14) a l'Alcora las primeras realizaciones en lustre de oro (*gilding*) o «ambarina», que utiliza oro coloidal aplicado sobre cubierta, como el reflejo metálico, y se somete también a una tercera cocción. Pero el reflejo ambarino tendrá su desarrollo, desaparecidos Ferrer y Álbaro, bajo los auspicios del XIV Conde de Aranda (XII Duque de Híjar) José Rafael de Silva, probablemente con los hijos de Cloostermans; en efecto, no se hace mención de este lustre en la documentación anterior a 1827, tampoco en las Ordenanzas de enero de 1825, donde constan detalladamente los distintos géneros fabricados y técnicas empleadas, entre las que no está el «dorado» ambarino, como cabría esperar de haberse fabricado.

Por tanto, la producción de la ambarina en l'Alcora la

situamos, siguiendo a Pérez de León [14], entre 1825 y 1827, año de la concesión de la Medalla de Oro a las piezas ambarinas presentadas en la 1ª Exposición de Industria Española, cuyo principal objetivo era estimular la industria nacional y que las principales fábricas nacionales presentaran el «adelantamiento» de sus respectivas empresas. En la Figura 14, se comparan realizaciones en dorados ambarinos de Sèvres y de l'Alcora: eso sí, los dorados de Sèvres son de 1759, y los de l'Alcora, de 1825. Asimismo, se describen los procesos de dorado (*gilding*) de Meissen (método de precipitación), apto para la porcelana dura, y el de Sèvres (método mecanoquímico), desarrollado para la porcelana de frit.

El *gilding* por coprecipitación de Meissen disuelve el oro en agua regia (mezcla de ácidos concentrados HNO₃:3HCl) [19], para después precipitar el complejo clorurado en forma de un fino polvo coloidal de oro metal con sulfato de hierro (II) heptahidratado (Fe(SO₄)·7H₂O) [2]:



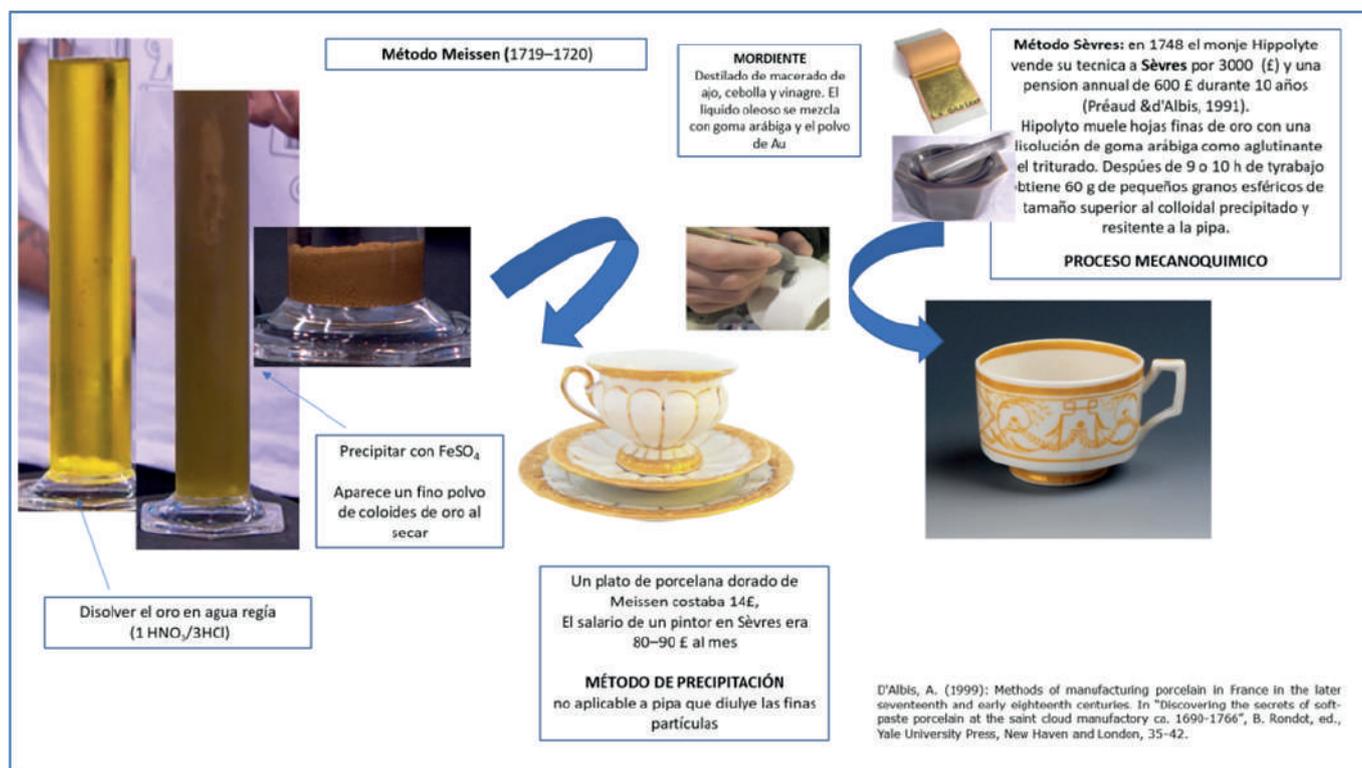


Figura 14. Dorado de Sèvres y su contrapunto en el reflejo ambarino de l'Alcora, descripción de los procesos de dorado (*gilding*) de Meissen (método de precipitación) y de Sèvres (método mecanoquímico).

El coloide de oro así obtenido se mezcla con goma arábiga (polisacárido aglutinante que genera condiciones atmosféricas adecuadas durante su combustión en el tratamiento térmico de la pieza) y un destilado oleoso del macerado de una mezcla de ajos, cebollas y vinagre (emulsionante gracias a las saponinas o glucósidos de enlace de esteroide y un azúcar, con efecto surfactante como el jabón del que toman el nombre). Se obtiene una tinta que se deposita a pincel sobre la pieza de porcelana cocida y esmaltada. Por último, se calcina en tercer ciclo entre 450 y 600°C.

Una pieza de *gilding* de Meissen podría costar 14 libras esterlinas y el salario de un pintor en Sèvres era de 80-90 libras al mes. Resultaba una pieza excesivamente cara y, sobretudo, el *gilding* de Meissen no es estable sobre la pipa de Sèvres, que disuelve las finas partículas de oro. Sèvres compró una formulación de *gilding* a un monje de nombre Hippolyte por y una pensión anual de 600 libras durante 10 años. La receta de Hippolyte consistía en obtener la tinta del *gilding* por un proceso mecanoquímico: las finas hojas de pan de oro se molturan durante 9-10 horas con una disolución concentrada de goma arábiga hasta obtener un polvo de partículas de oro de tamaño micrométrico suficiente para resistir a la pipa produciendo el «dorado de Sèvres» [23].

Las primeras pruebas de esmaltes a base de cromo en la fabricación se remontan a 1802 en la Manufactura de Sèvres, dirigida por Brongniart. En 1806, se utilizaron en la producción los nuevos esmaltes verdes obtenidos con cromo y, posteriormente, sustituyeron a los esmaltes verdes a base de cobre. Durante la primera mitad del siglo XIX, también se identificaron muchos cromatos como pigmentos potencialmente útiles: cromato de plomo (rojo), cromato de bario (amarillo-verde), cromato de potasio (amarillo), cromato de mercurio (rojo/ violeta y verde), y cromato de hierro. En 1845, el vidriado verde de cromo se introdujo como un auténtico marcador de las porcelanas de Sèvres con una marca estampada para cada producto [11, pág. 187]. El cromo es el elemento cromóforo más utilizado en la paleta de Sèvres: entre los 138 pigmentos que se preparan regularmente, 76 están compuestos de óxidos de cromo y se utilizan en un amplio rango de temperaturas de 900°C a 1400°C.

Sin embargo, no sería Sèvres quien desarrollaría los pigmentos rosa con base cromo, sino los coloristas ingleses [11,26]: cociendo eskolaíta homogeneizada con alúmina se obtuvo un ligero color rosa (pigmento rosa de corindón dopado con cromo) que se mejoró añadiendo fluorita (CaF₂) como mineralizador en Inglaterra (el llamado rosa inglés de Sèvres, el *pink* de cromo-alúmina (Cr-Al₂O₃)), introducido alrededor de 1820.

La primera síntesis francesa de corindón dopado con cromo fue realizada por Ebelmen en los hornos de la Manufactura de Sèvres y presentada a «la Academia», en 1847.

CUARTA GENERACIÓN:

LA ESTAMPACIÓN CALCOGRÁFICA DE L'ALCORA-STAFFORDSHIRE

Ebelmen la obtuvo mezclando alúmina con bórax, añadiendo óxido de cromo (1 % de la masa de alúmina), y calcinándolo sobre una lámina de platino en un horno de porcelana. Mediante este proceso, obtuvo pequeños cristales rojos transparentes, incrustados en una masa amorfa. Aisló los cristales añadiendo ácido clorhídrico a 70-80°C.

Asimismo, el rosa de esfena dopada con cromo o malaquita $\text{Ca}(\text{Cr}_x\text{Sn}_{1-x})\text{SiO}_5$ fue creado en Inglaterra. El nombre de *Pink* se mantuvo desde la introducción de este pigmento en Sèvres a partir de un modelo británico. A principios del siglo XIX, la industria británica había desarrollado un pigmento rosa para colorear los vidriados de la loza. Como la síntesis era secreta, Brongniart pidió a Malaguti, químico de la Manufactura de Sèvres en 1838, que averiguara la composición de este pigmento. Malaguti logró obtener la composición química e identificar los elementos necesarios para recuperar el color rosa, así como los componentes innecesarios que se agregaban específicamente para enmascarar los elementos pigmentarios reales e identificó el papel clave del calcio, el estaño, el silicio y el cromo.

Por otro lado, en los cuadernos de laboratorio de 1882 en Sèvres son frecuentes las síntesis de espinelas, que representan más del 50 % de la producción del laboratorio, entre 1882 y 1904. El uso de hierro y manganeso da lugar a tonalidades de color rosa ($\text{Zn}(\text{Al},\text{Cr})_2\text{O}_4$), marrón ($\text{Fe}(\text{Fe},\text{Cr})_2\text{O}_4$) y negro ($(\text{Fe},\text{Mn})(\text{Fe},\text{Cr},\text{Mn})_2\text{O}_4$).

Como se ha indicado anteriormente, uno de los propietarios más interesantes de la factoría, el XIV Conde de Aranda (XII Duque de Híjar y segundo director del Museo del Prado), José Rafael de Silva Fernández de Híjar, relanzó la factoría en 1825 con los dorados ambarinos de Sèvres y, posiblemente, introduciendo también el verde de Sèvres y los *pink* ingleses. Siguió, después de la nefasta primera guerra carlista (1833-1840), intentándolo de forma decidida, introduciendo la estampación calcográfica en l'Alcora.

En el museo de cerámica de Burslem, el pueblo materno de la municipalidad de Stoke-on-Trent al sur del condado de Staffordshire, se observa la utilización intensa del color en el Grotesque of Burslem de la figura, que se ha querido comparar con producciones de l'Alcora con coloraciones igualmente intensas, como la mancerina en jaspe de la figura (realizado mezclando, sin difundir entre ellos, esmaltes de diferente coloración, firmada por el maestro colorista y de jaspes, Mariano Jacinto Causada, nieto e hijo de los Causada de la fundación).

En la Figura 15, se presenta una realización del estilo neoclásico o «imperio», introducido por Cloostermans, que bien pudieran utilizar, sobre 1827, el *pink* inglés del carmín de esfena de cromo estaño (CaSnSiO_5 dopado con cromo), en sustitución del caro y de síntesis problemática, Púrpura de Cassius, para la coloración de las rosas de Estrasburgo. Asimismo, el verde de Sèvres de eskoalaíta Cr_2O_3 sustitu-



Figura 15. Museo de Cerámica de Burslem, con realizaciones de alta intensidad cromática con el contrapunto de un jaspe intenso de Mariano Jacinto Causada y plancha de impresión calcográfica en el museo. Calcografía en azul y sepia de l'Alcora, indicando los pigmentos utilizados y el estilo imperio, con utilización simultánea, en esta época, de la policromía con reflejo ambarino y estampación calcográfica.

yendo al inestable cardenillo de cobre.

La primera guerra carlista, llamada «de los siete años» por su duración desde 1833 a 1840, no fue pacífica ni favorable a los negocios en la comarca de l'Alcalatén, que permaneció leal a los liberales isabelinos, siendo zona fronteriza entre los carlistas, que dominaron durante gran parte del conflicto el Maestrat, y los liberales, que lo hicieron en el litoral y sur de Castellón. Castellón ciudad sufrió diversos asedios carlistas, destacando el de 1837 que obligó a levantar su Muralla Liberal. Asimismo, a Leopoldo O'Donnell, a la sazón nombrado capitán general de Aragón, Valencia y Murcia, tras vencer al general absolutista, Cabrera en Lluçena (batalla de Les Useres en la Serra de la Creu, en término de Adzeneta), el 17 de julio de 1839, se le concedió el título de Conde de Lucena y ascendió a teniente general.

Esta guerra carlista fue especialmente cruel, sangrienta y calamitosa para las comarcas de Castellón. La Real Fábrica quedaría sin suministros de plomo para sus esmaltes al ser requisado para fundir balas, en una guerra basada en la fusilería y artillería. También se quedó sin operarios y suministradores de leña, al ser llamados a las filas realistas o absolutistas. La miseria y bancarrota era general en el país, que dilapidó los ingresos de la desamortización de Mendizábal, presidente del Consejo de Ministros en septiembre de 1835, en esa nefasta guerra civil. El 11 de octubre de 1835 se decretó la supresión de todos los monasterios de órdenes monacales y militares. El 19 de febrero de 1836 se decretó la venta de los bienes inmuebles de esos monasterios y el 8 de marzo de 1836 se amplió la supresión a todos los monasterios y congregaciones de varones.

Finalizada la guerra civil, la fábrica estaba en estado ruinoso y en quiebra total. El Duque de Híjar comisionó a Pedro Ardanny para reconducir los pagos a acreedores y relanzar la manufactura destituyendo a su director Escuza. Se buscaron materias primas en Aragón y Nules (Partida de la Mayada), se ajustó la producción al mercado con la utilización de porcelana de pipa decorada con nuevos pigmentos (Figura 15, estilo imperio), utilizando el dorado ambarino e introduciendo el estampado calcográfico (desarrollado en Staffordshire a mediados del siglo XVIII), para el que, el 10 de mayo de 1819, el Duque de Híjar solicitaba la patente y la fabricación exclusiva del estampado ante el Rey. En 1849, se contrató a un tal Gressier, y el 5 de marzo de 1850, se firmaba en Sevilla el contrato por ocho años de John Procter de Burslem como Director de Estampado, y de Williams Porter, de Bristol, para la loza fina. Se trataba de desarrollar porcelana inglesa de Staffordshire o *creamware* (en la que l'Alcora ya era competente), frente a los nuevos asentamientos de Sargadelos, Sevilla o Valdemorillo, logrando una calidad que fue imitada incluso por la Moncloa, sucesora, a instancias del rey Alfonso XII, del Buen Retiro [2,27]. Fue necesario desarrollar pigmentos adecuadamente ajustados con esmalte fundente para la estampación, utilizando vehículos grasos (mezclas de

esencia de trementina, aguarrás, azúcar, miel...).

Madoz, en 1845, señala que la fábrica alcorina elaboraba cada año 15.000 piezas de porcelana, 500.000 de pedernal (pipa, *creamware* o porcelana tierna) y 1.000.000 de loza común, indicando que el negocio base de l'Alcora era la loza fina. La importación de las técnicas del color basadas en el cromo modifica de forma notable la paleta de colores en esta época: el verde es más estable y puro con la eskolaíta (Cr_2O_3), así como los *pink* ingleses, también basados en el cromo (cromo-alúmina y la esfena de cromo-estaño, anteriormente citados) (Figura 15, estilo imperio).

El XIV Conde de Aranda y XII Duque de Híjar tuvo que enfrentarse a una serie de acontecimientos que, de forma indirecta, acabaron con la existencia del Ducado de Híjar, principalmente, la desvinculación promovida por el naciente estado liberal y la disolución del régimen señorial que conlleva la desaparición de los señoríos que, desde este momento, sólo tienen un valor honorífico, que es el que conservan en la actualidad. Aunque sólo fueron el detonante de una situación de deterioro de los derechos y rentas señoriales que se arrastraba desde hacía tiempo y de la que fue consciente la Casa Ducal. Pese al intento de mejorar la administración y el mantenimiento de sus propiedades, que consigue después de los juicios de señoríos, con la presentación de títulos y lo que eso conllevó, ya que se incrustó en el nuevo régimen señorial sin que se ocasionasen modificaciones sustanciales en la estructura de su propiedad. La Casa Ducal decide, a partir de 1859, por la situación de deterioro a la que se hallaba sometida, vender casi todos sus bienes, no sólo los del Ducado de Híjar, sino también los de otros lugares, y para ello, en algunos casos, se utilizó el sistema de la subasta [28].

En este contexto, el arrendamiento y posterior venta de la manufactura a los hermanos Girona, que plantearon un retroceso en la innovación, centrándose en la loza común y reflejo metálico cobrizo con mayor aceptación en el mercado, que finalmente se decantó por el pedernal con calcografía de Sargadelos o Sevilla, marca el inicio del declive de la manufactura, fruto de las disensiones entre los propietarios, que desembocaron en duros y costosos pleitos en los que pescó la propiedad de la manufactura en 1895 el abogado Cristóbal Aicart Moya: nacido en Alcora en el año 1851, consiguió, por primera vez, en abril de 1886, el acta de Diputado a las Cortes por distrito de Morella, militando en las filas liberales, hasta diciembre de 1890. En marzo de 1893, vuelve al Parlamento por el distrito de Lucena y, entre los años 1910 y 1912, ocupó la Presidencia de la Diputación Provincial de Castellón. Pasó la propiedad de la Real Fábrica tras su fallecimiento, el 27 de febrero de 1925, a sus hijos, y, finalmente, María Aicart de Roca y su esposo Tomás Aldas vendieron las instalaciones, en varias partes, una vez finalizada la Guerra Civil [2,27].

REFERENCIAS

- [1] G. Monrós, (2023), *El color de la ilustrada porcelana de l'Alcora*, Ed. Académica Española, Londres, ISBN 978-620-2-11926-9.
- [2] Manuel Escrivá de Romani, (1945), *Conde de Casal, Historia de la cerámica de Alcora*, 2ª ed.
- [3] J. Cabrera, (2012), *Aspectos sostenibles de la Real Fábrica de loza y Porcelana del conde de Aranda (1726-1944)*, 48. [Consultar online](#).
- [4] E. Gual, (1998), *El Sistema ornamental de la cerámica de Alcora: de la primera escuela de Fontainebleau y Francisco I a la primera época de Alcora y el Conde de Aranda*. Valencia: Universitat Jaume I de Castelló. ISBN 9788480210881. [Consultar online](#).
- [5] Barón de Alcahalí, *Diccionario Biográfico de Artistas Valencianos*, Valencia 1897. Edición facsímil.
- [6] Juan Facundo Riaño, (1890), *The Industrial Arts in Spain*, Chapman and Hall, Picadilly.
- [7] Alexius Feit, *Iconographie de la faïence d'Alcora 1727-1798*, 2017, p. 46.
- [8] *Dictamen legal sobre la sucesión del estado, caso y mayorazgo del Condado de Aranda. Por don Buenaventura Pedro de Alcantara Ximenez de Urrea Marques de Torres, Con doña Antonia Ximenez de Urrea Condesa de Peralada y Don Francisco Ramon Monserrate Ximenez de Urrea Rocafull y Rocaberti su hijo que ha muerto durante el pleito. Y don Antonio Ximenez de Urrea Conde de Berbedel. Y Don Christoval Ximenez de Urrea Conde de Sastago Y don Gaspar Ximenez de Urrea su hermano*. Valladolid, 1722. [Consultar online](#).
- [9] Roelof van Straten, Fritz Laupichler. *Antonio Tempesta and his time: an Iconographic Index to A. Bartsch, «Le peintre-graveur»*, Doornspijk, Davaco Publishers, 1987, t. XII, XVII y XVIII.
- [10] Frans Floris de Vriendt: *El manierismo flamenco*. [Consultar online](#).
- [11] G. Monrós, (2021), *Scheelite and zircon: brightness, color and NIR reflectance in ceramics*, Nova Science Publishers, New York, ISBN 978-1-53619-332-9.
- [12] C. Pascual et al., (2011). *La porcelana de sepiolita de Bartolomé Sureda (1802-1808). Investigación arqueométrica sobre la Real Fábrica de Buen Retiro*. Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr. Vol 50(6)(2011), 311-328.
- [13] Pérez de León, X. T. (2016), *Alcora: las series decorativas de Lalana*, e-DitARX, ISBN 978-8494452017.
- [14] Pérez de León, X. T. (2017). *Cerámicas de reflejo metálico en Alcora: una producción singular*. Además De. Revista on Line De Artes Decorativas Y diseño, (3), 55-78. [Consultar online](#).
- [15] A. Polvorinos et al., *The evolution of lustre ceramics from manises (Valencia, Spain) between the 14th and 18th centuries*, Archaeometry 53(3)(2010)490-509. [Consultar online](#).
- [16] S. Puggioni, J. Coll, *Arqueología experimental: experiencia de la reproducción de la técnica de cocción de loza dorada valenciana*, XXI Congreso de la Asociación de Ceramología. [Consultar online](#).
- [17] J. Pérez-Arantegui et al., *Luster pottery from the thirteenth century to the sixteenth century: a nanostructured thin metallic film*, Journal of the American Ceramic Society, 84,(2)(2001)442-46.
- [18] T. Pradell et al., (2005), *Ionic-exchange mechanism in the formation of medieval luster decorations*, J. Am. Ceram. Soc. 88(5), 1281-1289. [Consultar online](#).
- [19] Delhia Chabanne, Marc Aucouturier, Anne Bouquillon, Evelyne Darque-Ceretti, Sophie Makariou, et al., *Ceramics with metallic lustre decoration. A detailed study of Islamic productions from the 9th century until the Renaissance*. Matériaux & Techniques, 100 (1) (2012) 47-68.
- [20] J. Coll, *La loza decorada en España*, Ars Longa, 17(2008)151-168. [Consultar online](#).
- [21] M. Maggetti, A. D'Albis, *Phase and compositional analysis of a Sèvres soft paste porcelain plate from 1781, with a review of early porcelain techniques*. European Journal of Mineralogy 29 (3)(2017) 347-367. [Consultar online](#).
- [22] A. D'Albis, *Le secret de Gravant. Vincennes de 1745 à 1751*. Faenza, LXXIV, 1-3 (1988) 59-71.
- [23] D'Albis, A. (1999): *Methods of manufacturing porcelain in France in the later seventeenth and early eighteenth centuries*. In: *Discovering the secrets of soft-paste porcelain at the saint cloud manufactory ca. 1690-1766*, B. Rondot, ed., Yale University Press, New Haven and London, 35-42.
- [24] E. Nebot, *Estudio y análisis de la obra de Joseph Ferrer Almiñana. La manufactura de loza durante los siglos XVIII Y XIX en la localidad de Ribesalbes (Castellón). Caracterización arqueométrica*, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València, 2014. [Consultar online](#).
- [25] P. Calvo, B. Joda, *Exequias y proclamaciones regias: causa del «género Álvaro» en la real fábrica del conde de Aranda*. Millars: Espai i historia, 30 (2007) 29-41.
- [26] L. Verger, O. Dargaud, M. Chassé, N. Trcera, G. Rousse, L. Cormier, *Synthesis, properties and uses of chromium-based pigments from the Manufacture de Sèvres*, Journal of Cultural Heritage, 30(2018)26 - 33.
- [27] J. Cabrera, (2015), *La Real Fábrica del Conde de Aranda en Alcora. Sostenibilidad, materiales y edificación industrial*. AMCA. Castellón.
- [28] Real Academia de la Historia, *Biografía XII Duque de Híjar*. [Consultar online](#).

Biorrefinerías, una ineludible opción de futuro

EULOGIO CASTRO GALIANO¹

¹ Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, s/n, Jaén.

INTRODUCCIÓN

Una biorrefinería es una instalación que aprovecha la biomasa y los residuos agrícolas para producir energía, combustibles, materiales y productos químicos, en un proceso inspirado en el modelo de las refinerías de petróleo, pero basado en fuentes renovables. A diferencia de las energías fósiles, cuyo consumo resulta insostenible por su carácter finito y su impacto ambiental, las biorrefinerías promueven un modelo circular y descentralizado de producción energética, aprovechando recursos ubicuos y renovables como la biomasa. Este enfoque permite una menor dependencia de los combustibles fósiles y potencia la transición hacia un modelo energético más limpio, eficiente y sostenible, donde la valorización de los residuos agrícolas cobra un papel fundamental en el suministro de energía y productos de alto valor.

En particular, el sector olivarero español genera una cantidad significativa de biomasa residual, constituida por la poda del olivo, huesos de aceituna, hojas y alperujo e incluso las aguas residuales del proceso, materiales que pueden ser empleados en biorrefinerías especializadas para obtener productos como biocombustibles, antioxidantes, nanocelulosa y otros compuestos químicos.

En la Universidad de Jaén, se está realizando una intensa labor investigadora para el desarrollo de las biorrefinerías basadas en las biomásas derivadas del olivar y del proceso de producción de aceite de oliva.

BIORREFINERÍA: CARACTERÍSTICAS

2.1. Definición y estructura de las biorrefinerías

Una biorrefinería es una instalación que integra diferentes procesos y tecnologías para convertir biomasa en productos útiles. De acuerdo con la International Energy Agency (IEA), estos productos incluyen combustibles renovables, electricidad y compuestos químicos que pueden reemplazar a derivados de combustibles fósiles.

Las biorrefinerías y las refinerías de petróleo comparten el concepto de una producción integrada y multifuncional, en la que se transforman materias primas en una gama diversa de productos. Mientras que las refinerías de petró-

leo procesan crudo para obtener combustibles, plásticos y otros derivados, las biorrefinerías emplean biomasa y residuos orgánicos como materia prima (Figura 1). Ambas se sustentan en la optimización de recursos para maximizar el valor de cada flujo de entrada, pero las biorrefinerías promueven una economía circular y sostenible, disminuyendo la dependencia de los combustibles fósiles y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, al utilizar fuentes renovables en vez de recursos finitos y contaminantes. Este paralelismo ilustra la posibilidad de un sistema energético más respetuoso con el medio ambiente y adaptable a las necesidades actuales de sostenibilidad. La base del funcionamiento de una biorrefinería radica en el pretratamiento de la biomasa para facilitar la extracción de componentes como azúcares, lignina y otros compuestos aprovechables.

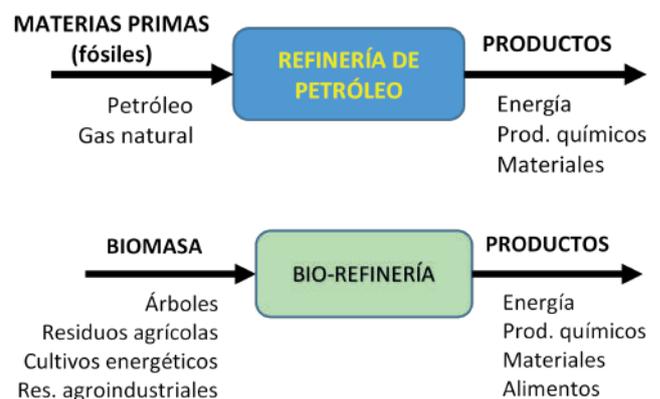


Figura 1. Refinería convencional frente a biorrefinería.

2.2. Elementos principales de una biorrefinería

De acuerdo con el *Manual sobre Biorrefinerías en España*, los elementos principales que constituyen una biorrefinería son cuatro: las materias primas, las plataformas, los procesos y los productos (Tabla 1). Las materias primas comprenden, principalmente, biomasa agrícola, forestal, residuos orgánicos y subproductos industriales, que sirven de base para la producción.

Las plataformas, como azúcares, aceites, o gas de síntesis, son las estructuras tecnológicas que permiten transformar esta biomasa en intermediarios. Los procesos incluyen tecnologías de transformación física, química, biotecnológica y termoquímica, que convierten la materia prima en productos de alto valor.

Finalmente, los productos de una biorrefinería abarcan desde biocombustibles y bioenergía hasta bioplásticos, biofertilizantes y productos químicos, promoviendo una economía circular y sostenible basada en recursos renovables.

MATERIAS PRIMAS	Cultivos (alcoholígenos, algas, aromáticos, lignocelulósicos, oleaginosos)
	Residuos agrícolas
	Aprovechamientos y residuos forestales
	Biomasa ganaderas
	Biomasa industriales
	Biomasa domésticas (procedentes de residuos urbanos)
PLATAFORMAS	Plataforma de aceites vegetales y lípidos
	Plataforma de lignocelulosa
	Plataforma de azúcares
	Plataforma de proteínas
	Plataforma de biogás
	Plataforma de gas de síntesis
PROCESOS	Físicos, incluidos los procesos mecánicos
	Termoquímicos
	Químicos
	Bioteconológicos
PRODUCTOS	Bioenergía (biocombustibles, calor, electricidad)
	Bioproductos (productos químicos, materiales, alimentos, piensos)

LA BIOMASA DEL OLIVAR COMO MATERIA PRIMA EN BIORREFINERÍAS

El cultivo del olivo, especialmente relevante en España, produce grandes cantidades de biomasa residual a lo largo del año. Esta biomasa incluye residuos de poda, hojas, hueso de aceituna y alperujo. Gracias a la diversidad de estos residuos, la biomasa del olivar se convierte en una fuente versátil de compuestos útiles.

Podemos identificar los puntos en los que se producen estas biomasa. En primer lugar, tras la recogida de la aceituna, se podan los olivos, lo que genera una gran cantidad de biomasa. Las aceitunas, junto con las hojas que caen de los árboles en el momento de la recolección, se llevan a las almazaras, donde se separan las hojas y se lavan las aceitunas, generando también un flujo residual de aguas residuales que se lleva a una balsa aérea. A continuación, las aceitunas se trituran, se mezclan y se separa el aceite de oliva en el decantador, produciendo una corriente de aceite y separando el orujo de oliva.

El orujo de oliva se envía para la recuperación del aceite residual; en primer lugar, se separan los huesos de aceituna triturados, mientras que el orujo restante se seca y se extrae,

produciendo el aceite de orujo de oliva y el residuo seco de orujo de oliva desgrasado, que recibe el nombre de orujillo. El aceite de oliva que se separó en el decantador se lava con agua, generando también una corriente adicional de aguas residuales, para obtener finalmente el aceite de oliva virgen.

Por lo tanto, hay dos puntos en los que se localizan las biomasa del olivar: primero, en los campos de cultivo, encontramos la biomasa procedente de la poda; y luego, en las almazaras, tenemos las hojas, los huesos, el orujo, el orujillo, e incluso las aguas residuales generadas.

En la Universidad de Jaén, los trabajos del Grupo de Investigación Ingeniería Química y Ambiental se dirigen al aprovechamiento de todas estas biomasa, aplicando el concepto de biorrefinería, para transformarlas en un amplio abanico de productos, algunos de los cuales se muestran en la [Figura 2](#).

Seguidamente se resumen algunas de las posibilidades de aprovechamiento de estas biomasa.

3.1. Generación de biomasa del olivar

La [Figura 3](#) muestra los valores medios de la biomasa que genera una hectárea de olivar (estos datos son característicos del cultivo tradicional del olivar, que sigue siendo

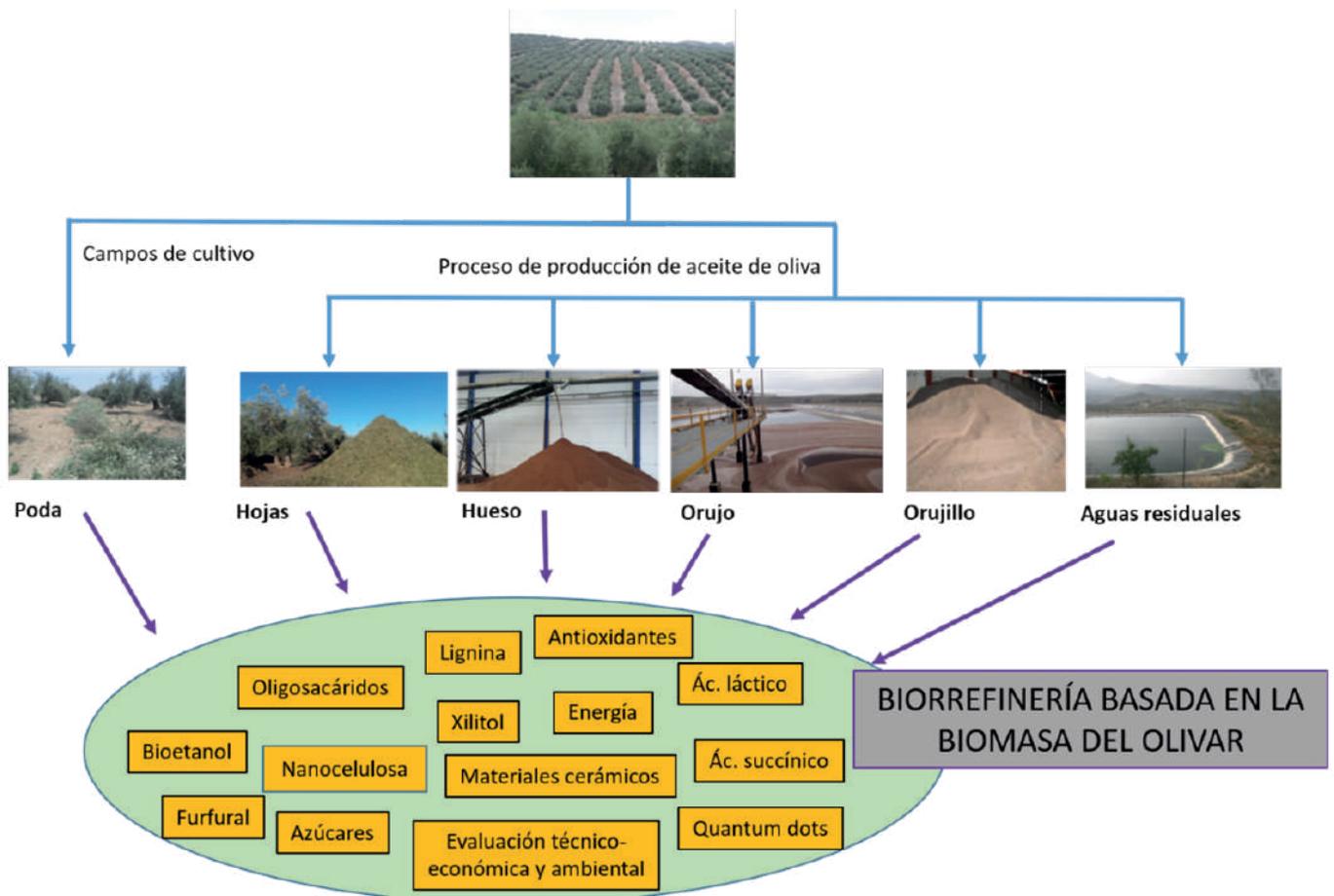


Figura 2. Biomosas derivas del olivar y algunos productos renovables obtenibles.

mayoritario en nuestro país). Si tenemos en cuenta que en Andalucía existen unos dos millones de hectáreas de olivar, podemos hacernos una idea de la magnitud de la cantidad de biomasa potencialmente disponible. Además, no hay que olvidar dos características fundamentales y comunes de estas biomosas:

- Son renovables, es decir, se generan todos los años.
- Tienen carácter residual, es decir, hay que eliminarlas para preparar los árboles para la próxima cosecha, prevenir la aparición de plagas (en el caso de la poda) o porque simplemente son residuos del proceso industrial de producción del aceite de oliva.

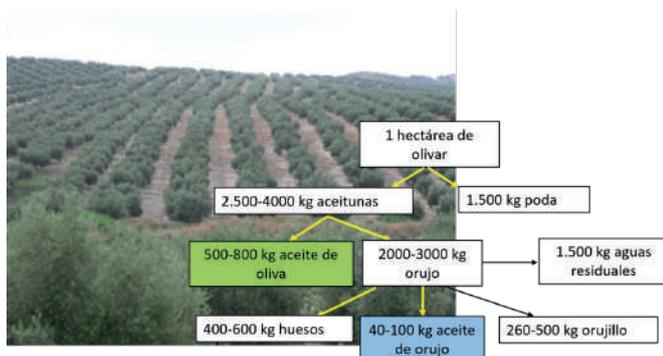


Figura 3. Estimación de las biomosas generadas anualmente por una hectárea de olivar.

3.2. Composición química de las biomosas del olivar

La utilización de las biomosas del olivar como materia prima en una biorrefinería y, por lo tanto, la posibilidad de obtención de los productos que se muestran en la **Figura 2**, entre otros, se basa en la composición química de las mismas. Los componentes principales de estas biomosas (y que le confieren el nombre de biomosas lignocelulósicas) se muestran en la **Tabla 2**. Como puede comprobarse, los componentes mayoritarios (celulosa y hemicelulosas) están formados por polímeros de azúcares cuya fermentación por microorganismos puede convertirlos en productos de interés. Además, la fracción de lignina también puede aprovecharse para la obtención de energía o de otros compuestos; así como los extractos, que contienen compuestos de carácter antioxidante, por ejemplo.

	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina	Extractos
Poda de olivo	26,1-36,7	20-25	17,9-27,7	14,1-34,4
Hueso	28,1-40,4	18,5-32,2	25,3-27,2	8,9
Hoja	14,4	4,5	19,3	38,8

Tabla 2. Composición química de las principales biomosas del olivar, porcentaje en base seca.

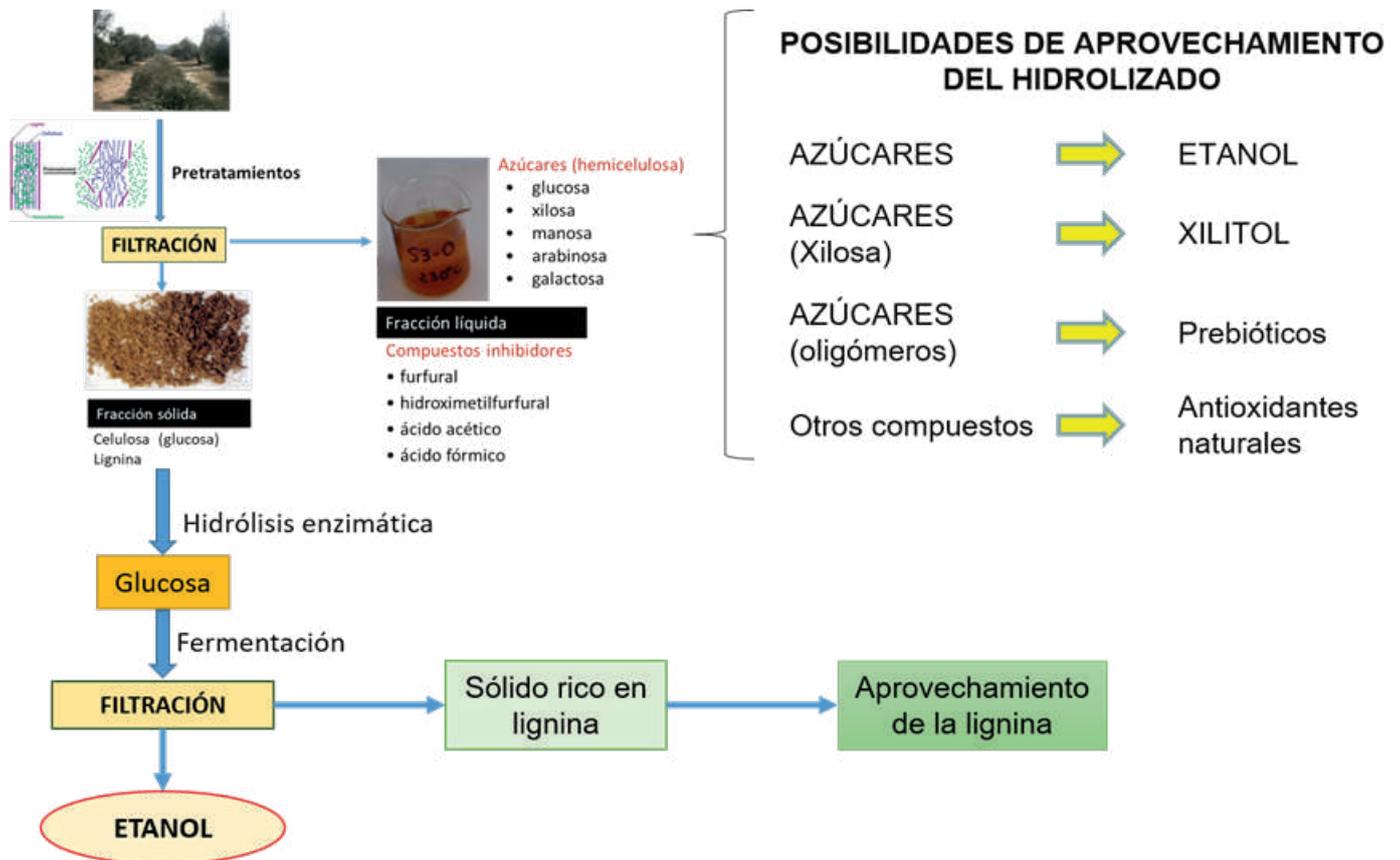


Figura 4. Esquema simplificado del aprovechamiento de la poda de olivar.

3.3. Aprovechamiento de las biomásas del olivar

Un proceso general para aprovechar estos materiales consta de cuatro etapas básicas:

1. **Pretratamiento:** es una fase fundamental para aprovechar la biomasa lignocelulósica, ya que su estructura compleja requiere modificaciones que permitan un acceso más fácil a los azúcares y a la lignina que la componen.

2. **Hidrólisis enzimática:** en esta etapa, se produce la ruptura de los polímeros de celulosa y hemicelulosa en sus azúcares más sencillos, glucosa y xilosa, principalmente.

3. **Fermentación:** es la conversión de los azúcares sencillos en otros compuestos, por la acción de microorganismos; es el mismo proceso básicamente que se emplea en la producción de vino, cerveza o pan. En el caso de las biomásas lignocelulósicas, el etanol es un producto típico que se obtiene por fermentación de la glucosa contenida en la celulosa.

4. **Separación:** una vez obtenido el producto deseado, este es separado de los restantes componentes del medio, para lo que se utilizan diversos procedimientos en función del producto

Seguidamente se describe cómo hemos aplicado este esquema básico al aprovechamiento de las distintas biomásas del olivar.

3.3.1. Poda del olivo

El esquema anterior ha sido aplicado a la biomasa de poda, mediante una estrategia orientada, en un primer estudio, a producir etanol a partir de la fracción celulósica de la biomasa de poda del olivo. En el siguiente paso, consideramos también la fracción hemicelulósica, y luego buscamos antioxidantes, oligosacáridos y también la lignina (Figura 4).

Este enfoque nos permitió definir nuestra primera biorrefinería basada en la biomasa de poda del olivo, ya que pudimos definir una serie de productos que se pueden obtener a partir de una única biomasa renovable. Los balances de materia muestran que, a partir de una tonelada de poda (en base seca), se pueden producir hasta 220 kg de etanol, así como 100 kg de oligosacáridos, 18 kg de antioxidantes y 150 kg de lignina.

3.3.2. Hojas de olivo

Las hojas contienen una gran proporción de extractivos, mientras que el contenido en azúcares es inferior al de las otras biomásas. Basándonos en un procedimiento similar al descrito para la biomasa de poda, hemos propuesto el uso de las hojas de olivo como materia prima para una biorrefinería, que podría producir antioxidantes naturales, oligosacáridos y otros azúcares fermentables, así como el sólido pretratado que puede ser procesado posteriormente.

Como productos destacados, las hojas de olivo contienen una notable concentración de antioxidantes naturales, como fenoles, oleuropeína, hidroxitirosol y flavonoides. Estos compuestos bioactivos, con reconocidas propiedades antioxidantes, son especialmente valiosos en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. Para extraer estos antioxidantes, se emplea la técnica de explosión de vapor, que descompone la estructura de la hoja y permite una extracción eficiente. Además, el proceso produce oligosacáridos y azúcares fermentables, que pueden utilizarse para la producción de biocombustibles y otros bioproductos (Figura 5).

3.3.3. Huesos de aceituna

El hueso, que representa entre el 10-15 % del peso de la aceituna, es una biomasa lignocelulósica idónea para aplicaciones como biocombustible en la generación de calor y electricidad. También es posible recuperar azúcares y antioxidantes a través de pretratamientos como la explosión de vapor y la hidrólisis enzimática. En cuanto a su composición química, es destacable que contienen hasta un 34 % de hemicelulosas, con una elevada proporción de xilosa. Existen varias posibilidades de transformar las pentosas en productos de valor añadido, como el furfural o el xilitol.

El furfural es un compuesto orgánico derivado de la biomasa lignocelulósica, especialmente de residuos agrícolas ricos en pentosas, como las cáscaras de avena y mazorcas de maíz. Se emplea en la industria como precursor en la fabricación de resinas, solventes y productos químicos finos, y su producción es un ejemplo clave de valorización de biomasa.

El xilitol es un poliol o alcohol de azúcar derivado de la xilosa, común en maderas y residuos agrícolas. Es conocido por su bajo índice glucémico y se usa como edulcorante en productos alimenticios, especialmente en opciones sin azúcar, además de sus aplicaciones en la industria farmacéutica y de cuidado dental.

3.3.4. Orujo de oliva y aguas residuales

El orujo o alperujo, un subproducto del proceso de extracción de aceite de oliva, que se obtiene al separar el aceite, se compone de una mezcla de pulpa, piel, huesos y agua. Este residuo es rico en compuestos orgánicos y puede aprovecharse en biorrefinerías.

Las aguas residuales se producen como resultado del lavado de las aceitunas y también del lavado del aceite de oliva en una centrifugadora vertical. En la actualidad, las aguas residuales suelen enviarse a balsas aéreas donde el agua se evapora lentamente, con los costes que ello conlleva y ocasionando problemas ambientales.

Como alternativa, hemos estudiado el uso del agua de lavado del proceso de producción de aceite de oliva como ingrediente para la fabricación de ladrillos. Nuestro planteamiento consiste en sustituir el agua de red por agua de lavado de aceite de oliva. También se puede utilizar orujo de oliva, hasta una determinada proporción. En estos casos, es muy importante comprobar que las propiedades mecánicas de los ladrillos se mantienen dentro de norma. Los resultados muestran que siempre hay una reducción de las necesidades de combustible en el horno, debido a la materia orgánica contenida en los residuos. Otra gran ventaja es la reducción de las emisiones de CO₂, que puede llegar al 13 % cuando se utiliza orujo de oliva.



Figura 5. Ejemplo de biorrefinería basada en las hojas de olivo.

3.3.5. Orujillo

El orujo contiene todavía una cantidad de aceite residual que suele obtenerse mediante extracción con disolventes; el sólido extraído, llamado orujillo, puede utilizarse como combustible, aunque su composición química permite también realizar un aprovechamiento típico de un proceso de biorrefinería y dirigir su conversión hacia furfural u otros compuestos. Esta es otra alternativa para una biorrefinería basada en el orujo de oliva extraído para producir antioxidantes, lignina y azúcares.

CONCLUSIONES

Como conclusión principal, podemos decir que existe una amplia gama de productos que se pueden obtener a partir de la biomasa derivada del olivar, y también de otros residuos agrícolas, como hacemos en la Universidad de Jaén.

La Universidad de Jaén, junto con otras universidades andaluzas y el Instituto Interuniversitario de Investigación en Biorrefinerías, ha impulsado el avance en el desarrollo de tecnologías de aprovechamiento de la biomasa del olivar. En este contexto, los investigadores han logrado optimizar métodos de extracción de bioproductos, mejorar la eficiencia de pretratamientos y desarrollar nuevas aplicaciones para los productos derivados de la biomasa del olivar. Este trabajo de investigación abarca estudios técnico-económicos y medioambientales para evaluar la viabilidad de las biorrefinerías basadas en el olivar.

El establecimiento de biorrefinerías, especialmente en asociación con las plantas de producción de aceite de oliva o almazaras, se presenta como una opción ineludible para el futuro. Esta estrategia permite aprovechar los residuos agrícolas y agroindustriales generados en el proceso de extracción del aceite, transformándolos en productos de valor añadido como biocombustibles y bioproductos de alto valor. Este enfoque no sólo reduce el impacto ambiental al valorizar subproductos que, de otro modo, serían desperdiciados, sino que también ofrece importantes beneficios económicos y sociales, al impulsar la economía local y generar empleo.

Estimamos que las almazaras evolucionarán hacia centros de transformación, optimizando los recursos y apoyando el desarrollo sostenible de las regiones olivícolas.

REFERENCIAS

Lama-Muñoz *et al.* (2014). *Low energy-demanding recovery of antioxidants and sugars from olive stones as preliminary steps in the biorefinery context*. *Industrial Crops and Products* 60, 30-38.

Romero-García *et al.* (2016). *Obtaining sugars and natural antioxidants from olive leaves by steam-explosion*. *Food Chemistry* 210, 457-465.

Ruiz *et al.* (2017). *Bifidobacterial growth stimulation by oligosaccharides generated from olive tree pruning biomass*. *Carbohydrate Polymers* 169, 149-156.

De la Casa y Castro (2018). *Fuel savings and carbon dioxide emission reduction in a fired clay bricks production plant using olive oil wastes: A simulation study*. *Journal of Cleaner Production* 185, 230-238.

Najafi *et al.* (2021). *Biorefining for olive wastes management and efficient bioenergy production*. *Energy Conversion and Management* 244, 114467.

Padilla-Rascón *et al.* (2021). *Microwave-assisted production of furfural from the hemicellulosic fraction of olive stones*. *Process Safety and Environmental Protection* 152, 630-640.

Cardoza *et al.* (2021). *Location of Biorefineries Based on Olive-Derived Biomass in Andalusia, Spain*. *Energies* 14, 3052.

Padilla-Rascón *et al.* (2020). *Valorisation of olive stone by-product for sugar production using a sequential acid/steam explosion pretreatment*. *Industrial Crops and Products* 148, 112279.

Galán-Martín *et al.* (2022). *The potential role of olive groves to deliver carbon dioxide removal in a carbon-neutral Europe: Opportunities and challenges*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 165, 112609.

Gómez-Cruz *et al.* (2022). *Optimization of Microwave-Assisted Water Extraction to Obtain High Value-Added Compounds from Exhausted Olive Pomace in a Biorefinery Context*. *Foods* 11, 2002.

Romero-García *et al.* (2022). *Ethanol production from olive stones using different process strategies*. *Renewable Energy* 194, 1174-1183.

El V Congreso Iberoamericano sobre Biorrefinerías, organizado por la UJA, reúne a 320 investigadores de 26 países



El rector de la UJA, Nicolás Ruiz, en el centro, junto a Mª Victoria López, Eugenio Castro, Francisco Gírio y Jalel Labidi.

El Rector de la Universidad de Jaén (UJA), Nicolás Ruiz, inauguró el V Congreso Iberoamericano de Biorrefinerías, organizado por el Grupo de Investigación en Ingeniería Química y Ambiental de la UJA, junto con la Sociedad Iberoamericana para el Desarrollo de las Biorrefinerías (SIADDEB) y la Red Española de Excelencia en Biorrefinerías (BIOSOS).

El profesor Ruiz puso en valor el hecho de que este encuentro reuniera en Jaén a 320 investigadores de 26 países, «lo que resalta la relevancia de las biorrefinerías y la necesidad de una acción colectiva para abordar nuestros desafíos ambientales más apremiantes». En este sentido, se refirió a este congreso como una plataforma para intercambiar ideas, explorar innovaciones y fomentar colaboraciones que den forma al futuro de la energía sostenible y la gestión de recursos. «Las biorrefinerías ya no son una posibilidad lejana, sino una solución esencial para nuestro futuro colectivo. Representan un paso importante hacia una economía circular, donde se minimiza el desperdicio y se utilizan plenamente los recursos», apuntó.

En el caso de Jaén, Nicolás Ruiz consideró que la importancia de las biorrefinerías es «especialmente clara» por su liderazgo en la producción mundial de aceite de oliva, que genera un desperdicio agrícola significativo. «Con las tecnologías de vanguardia desarrolladas en el campo de las biorrefinerías, este desperdicio puede transformarse en

bioenergía y bioproductos, convirtiendo un desafío en una oportunidad tanto para el crecimiento económico como para la sostenibilidad ambiental», declaró.

Por otro lado, Nicolás Ruiz se ha referido a la reciente creación del Instituto Interuniversitario de Investigación en Biorrefinerías, impulsado por la UJA y encabezado por el catedrático Eulogio Castro Galiano, «que representa un hito en nuestro compromiso con el desarrollo sostenible».

El acto inaugural contó además con las intervenciones del presidente de SIADDEB, Francisco Gírio, el director de la Red de Biorrefinerías Sostenibles, Jalel Labidi, la Vicerrectora de Investigación y Transferencia del Conocimiento de la UJA, Mª Victoria López, y el director del Congreso Iberoamericano de Biorrefinerías, el catedrático de Ingeniería Química de la UJA, Eulogio Castro Galiano, que ha explicado que se trata de la tercera vez que Jaén acoge este congreso de carácter internacional.

Durante los días de celebración del congreso, los asistentes tuvieron la oportunidad de participar en una amplia gama de sesiones científicas en las que se abordaron temas cruciales, como tecnologías de conversión, productos biobasados, análisis tecno-económicos y evaluación ambiental. En estas sesiones, se mostraron los últimos avances en el campo, proporcionando perspectivas invaluable tanto para investigadores como para profesionales.

In Memoriam. Eugenio Vilanova Gisbert, 1948-2024



Eugenio Vilanova Gisbert (Villena, 4 de febrero de 1948 - Alicante, 2 de diciembre de 2024) fue un destacado científico y académico español, reconocido por sus contribuciones en los campos de la bioquímica y la toxicología.

Se licenció en Ciencias Químicas por la Universitat de València y obtuvo su doctorado en la Universidad de Alicante (1980), donde fue uno de los miembros fundadores. Su carrera académica se inició en la Universidad del País Vasco, pero pronto regresó a Alicante, donde alcanzó la cátedra en Bioquímica (1997). Posteriormente, participó en la fundación de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), en 1997, donde ejerció como catedrático de Toxicología hasta su jubilación en 2018, momento en el que fue nombrado profesor emérito.

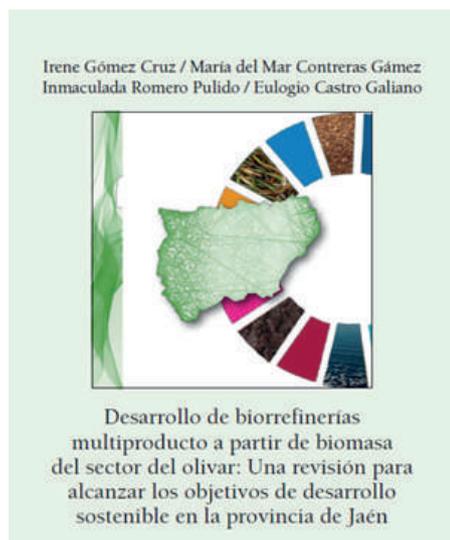
En la UMH, Vilanova desempeñó un papel fundamental como director del Instituto de Bioingeniería (2005-2018), consolidándolo como un centro de referencia en investigación. Sus líneas de investigación abarcaron desde los mecanismos moleculares de neurotoxicidad y toxicidad en el desarrollo embrionario de diversos plaguicidas, hasta la monitorización de la exposición a compuestos orgánicos

volátiles y metales pesados, así como la evaluación de riesgos de exposición a fitosanitarios. Publicó más de 150 artículos en revistas científicas y dirigió 18 tesis doctorales.

También tuvo una destacada participación en asociaciones científicas. Fue presidente de la Asociación Española de Toxicología (AETOX), entre 1995 y 2001, y miembro honorario de la Federación Europea de Toxicólogos y Sociedades de Toxicología (EUROTOX). Además, organizó congresos internacionales de relevancia, como el de EUROTOX, en 1996, y el conjunto EUROTOX-IUTOX, en 2010, celebrados en Alicante y Barcelona, respectivamente.

Su compromiso con la ética en la investigación se reflejó en su labor dentro de la Red Española para el Desarrollo de Métodos Alternativos a la Experimentación Animal (REMA), de la cual fue miembro fundador y vocal desde 1999 hasta su fallecimiento.

Eugenio Vilanova será recordado no sólo por sus aportaciones científicas, sino también por su calidad humana, su dedicación a la docencia y su compromiso con el avance de la ciencia en beneficio de la sociedad.



Autores: Irene Gómez Cruz, María del Mar Contreras Gámez, Inmaculada Romero Pulido, Eulogio Castro Galiano.

Edita: Diputación Provincial de Jaén. Instituto de Estudios Giennenses (IEG).

Depósito Legal: J93-2024

ISBN: 978-84-18265-76-1

Publicación en 2024. Consta de 286 páginas, con índices de Figuras (64) y Tablas (35).

Los autores de este libro pertenecen al Departamento de Ingeniería Química Ambiental y de los Materiales de la Universidad de Jaén (UJA). La publicación de su obra es de interés para comprender cómo es posible desarrollar biorrefinerías multiproducto a partir de biomasa del sector del olivar. Su finalidad es alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la Agenda 2030. La obra ha sido merecedora de una mención especial en el Premio de Investigación Agraria y Medioambiental (2022) que convoca el Instituto de Estudios Giennenses de la Diputación de Jaén. Fue presentada en el Aula de Cultura de la Diputación Provincial de Jaén el 4 de septiembre de 2024 y la destacamos en esta recensión por su planteamiento y contenido. Se trata de un interesante y completo trabajo de investigación, presentado de forma impecable tanto texto como parte gráfica.

Desarrollo de Biorrefinerías multiproducto a partir de biomasa del sector del olivar

El objetivo principal que plantean los autores es mostrar diferentes vías de aprovechamiento integral de las biomásas que se producen en el sector del aceite de oliva, teniendo como finalidad promover una economía circular y sostenible, además del desarrollo industrial, en particular de la provincia de Jaén. Dicha provincia posee 549.435 hectáreas de tierra cultivada de olivar, por lo que la misma poda del olivo y la producción de aceite de oliva generan una gran cantidad de biomásas lignocelulósicas. Se trataría, por tanto, de valorizar y aprovechar de forma integral estas biomásas obteniendo productos de un mayor valor añadido, lo que es de gran importancia e interés desde diversos puntos de vista (medioambiental, económico y social).

Una industrialización extensiva, las crecientes preocupaciones ambientales unidos al agotamiento de los recursos han impulsado a las industrias de todo el mundo a la adopción de principios de química verde y tecnologías de biorrefinerías. De este modo, el concepto de biorrefinería «desempeña un papel importante en la economía circular al facilitar la producción de productos de mayor valor agregado y reducir la huella de carbono del ciclo de producción mediante la sustitución de materiales de base petroquímica por biomateriales renovables. La biomasa lignocelulósica es particularmente prometedora como materia prima para biorrefinerías debido a su naturaleza renovable y su abundante disponibilidad», como describen los autores.

La obra se divide cuatro fases. La primera de ellas se centra en realizar una revisión bibliográfica en la cual exploran varios conceptos clave para permitir identificar posibles sendas de valorización de las biomásas del sector oleícola, incluyendo diversos procesos dentro del contexto de biorrefinería (extracción, pretratamiento, hidrólisis enzimática y fermentación). En una segunda fase, llevan a cabo un análisis DAFO para el desarrollo de una industria multiproducto en Jaén con diversos aspectos (económicos, sociales, culturales y ambientales). En una tercera fase, los autores evalúan la repercusión que supondría la implementación de biorrefinerías sobre la provincia de Jaén de acuerdo con los ODS propuestos por la ONU. El análisis resultante sugiere que este tipo de instalaciones tendría un fuerte impacto positivo sobre Jaén de tal modo que se alcanzarían varios ODS. En la cuarta fase, los autores proponen un modelo de biorrefinería partiendo de orujillo empleando tecnologías a escala de laboratorio, con lo cual consiguen demostrar que el residuo lignocelulósico presenta un elevado potencial para la obtención de diversos compuestos bioactivos a partir de su fracción de extractivos, como son hidroxitirosol, manitol y ácido maslínico que presentan excelentes propiedades farmacológicas y clínicas. También puede obtenerse lignina con propiedades antioxidantes como fuente renovable de otros compuestos aromáticos de bajo coste con diversas aplicaciones (bioplásticos, biocombustibles y alimentos) y que pueden purificarse. A partir de las fracciones de celulosa y hemicelulosa también pueden obtenerse azúcares fermentables del orujillo obteniéndose finalmente bioetanol, un biocarburante renovable y avanzado.

Concluye esta original obra con una propuesta de valorización del orujillo, además de unas conclusiones muy relevantes y más de 400 referencias en su apartado de bibliografía. Se trata de una excelente iniciativa y una importante y reciente contribución con proyección futura.

Comentario editorial realizado por: Pedro J. Sánchez Soto, Investigador Científico del CSIC, ICMS (CSIC-US).

PLACAS DE HONOR DE LA ASOCIACIÓN

Castellón, 21 de noviembre de 2024



De izquierda a derecha, Manuel Jordán Vidal, Luis Blanco Dávila, José Manuel López Nicolás, Miguel Ángel Castro Arroyo, Isabel Portero Sánchez, Guillermo Monrós Tomás, Juan Jose Berenguer Alcobendas y Jesús Lancis Sáez.

Palabras del Presidente en el acto de entrega de Placas de la AEC

Excmo. Sr. Vicerrector de Investigación de la Universitat Jaume I de Castelló (UJI), querido Jesús, Sr. Rector Magnífico de la Universidad de Sevilla, querido Miguel Ángel, Sra. Vicerrectora de Cultura, Lenguas y Sociedad de la UJI, querida Carmen, Sr. Vicerrector de Transferencia, Comunicación y Divulgación Científica, querido José Manuel, Sra. Vicerrectora de Estudiantes y Empleabilidad de la Universidad de Alicante (UA), querida Rosario, Sr. Vicerrector de Investigación y Transferencia de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), querido Ángel, Sr. Alcalde de El Campello y Vicepresidente Primero del Instituto de Ecología Litoral, querido Juanjo, Sra. Directora General de Relaciones de Gobierno de la Universidad de Sevilla (US), querida Patricia, Sr. Director del Secretariado de Transferencia de la UA, querido José, Sr. Vicedecano de la Facultad de Educación de la Universidad CEU Cardenal Herrera

(CEU UCH), querido Paco, Sra. Gerente de la Red de Universidades para el fomento de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación (RUVID), querida Pilar, Sr. Presidente de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, querido Miguel, Sr. Director de la Càtedra d'Innovació Ceràmica Ciutat de Vila-real, querido Juan, Sr. Vicepresidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), querido Enrique, Sr. Ex Presidente de la AEC, querido Jesús, otras autoridades científicas y académicas, socios y socias de la AEC, galardonadas y galardonados en esta XXVI edición de las Placas de Honor de la AEC, presentadores, familiares, profesores, doctores, compañeros y amigos.

Un año más nos reunimos para entregar las Placas de Honor de la AEC. Hace ya 26 años, los entonces miembros de su Consejo Rector instituyeron este galardón para poner de manifiesto la excelencia, el esfuerzo y el talento dedicado en España a la generación de conocimiento, a la difusión del mismo y a su aplicación en beneficio de la sociedad.

Nuestra asociación cumple 53 años de vida. Desde su fundación, se recoge en sus estatutos el impulso a la transferencia, la colaboración público-privada, la divulgación de la ciencia, la ética en la investigación o la componente humanística de la ciencia como actividades esenciales para la justa valoración de los científicos y científicas por la Sociedad. Tenemos muy clara nuestra misión y compromiso: promover que la sociedad española considere la Ciencia como una actividad deseada y querida, imprescindible para el desarrollo, la mejora de la calidad de vida y la libertad. Por ello, quiero mostrar mi gratitud y reconocimiento a todos los presidentes de la AEC que me han precedido, por su liderazgo en estas décadas, y a los miembros del Consejo Rector, por su trabajo y entusiasmo, así como a las entidades protectoras y a los socios y socias que, en más de medio siglo de vida de nuestra asociación, han permitido conservarla viva, activa y dinámica.

Hoy es un día que formará parte de la historia reciente de la AEC porque, por tercera vez, celebra su acto institucional de mayor relevancia social fuera de la villa y corte de Madrid. Concretamente, en la UJI, en el marco de su hermosa sede de la antigua Lonja del Cànamo en el corazón de la ciudad, junto al Fadrí y la catedral de Santa María, que tanto significado tienen para todos los castellanenses. Y como castellanense y haciendo honor al corazón de mi ciudad natal, quiero recordar hoy al poeta Bernat Artola en una estrofa de El Pregó: *Quin fillol oblidaria la rabassa maternal? Tots devém, en dia tal, ratificar la promesa de mantindre, sempre encesa, la llum de l'amor filial.*

Mi más sincero agradecimiento a la Rectora de la UJI, Eva Alcón, al Vicerrector de Investigación, Jesús Lancis, a la Vicerrectora de Cultura, Carmen Lázaro Guillamón, y al Consejo de Dirección, por su grata acogida y por su entusiasmo y apoyo a la celebración de la gala de la ciencia de la AEC 2024 en estas magníficas instalaciones.

Conozco bien la UJI desde su fundación en 1991. Formé parte de aquel grupo de estudiantes del antiguo Colegio Universitario de Castellón (CUC), adscrito a la Universitat de València (UV), que tanto reivindicamos la creación de una universidad para nuestra ciudad y provincia y, tras finalizar mi Licenciatura en Ciencias Químicas en la UV (campus de Burjassot), regresé en 1992 a la recién creada UJI a realizar los estudios de doctorado gracias a la oportunidad que me brindó el profesor Teófilo Sanfeliu y su grupo de investigación. Desde entonces, la relación ha ido más allá de la Geología o de la Mineralogía Aplicada, acogiéndome siempre con inmenso cariño y afecto. Precisamente, en esta misma sala tuvo lugar la presentación del libro homenaje al profesor Sanfeliu, que nos dejó en 2015, a cargo del Rector Vicent Climent Jordà. Recuerdo sus palabras de cariño y afecto: «El profesor de la UJI, Teófilo Sanfeliu Montolio, estuvo siempre estrechamente vinculado a su ciudad natal, Castelló de la Plana, a sus tierras tan distintas del interior y de la costa, a sus gentes y a su cultura; fue un científico que siempre tuvo muy presente el componente humanístico y que dio continuidad a una tradición de geólogos castello-

nenses, de nacimiento o adopción». Sanfeliu recibió la Placa de Honor de la AEC en noviembre de 2013.

También quiero reconocer públicamente la labor de Francisco Pardo Fabregat, vocal del Consejo Rector y Vicedecano de la Facultad de Educación de la CEU UCH, de Concha Andújar, Directora de Comunicación de RUVID, y de Cristina Todolí, Secretaria de cargo, por cuidar con tanto esmero todos los detalles organizativos y logísticos. Muchas gracias por vuestra profesionalidad y generosidad.

Tras los agradecimientos, continuaré mi intervención con las actividades más destacadas llevadas a cabo por la AEC durante el presente año. La anualidad 2024 la hemos dedicado, además de a la edición del número 33 de nuestra revista Acta Científica y Tecnológica, fundamentalmente a la preparación y realización de un curso intensivo sobre *Ética, Integridad y Responsabilidad Social en la Investigación*, contando con un magnífico plantel de profesorado. Al citado curso, asistieron más de 400 científicos y científicas, así como personal investigador en formación, y se realizó en modalidad presencial y a distancia. El curso se desarrolló los días 26, 27 y 28 de junio en la Escuela de Doctorado de la UMH, contando con el patrocinio de la Fundación DRO y la colaboración de Casa Mediterráneo.

Los Códigos de Buenas Prácticas Científicas engloban un conjunto de indicaciones sobre la práctica de la actividad científica, destinados a favorecer la calidad de la investigación realizada y a prevenir problemas de integridad en el comportamiento de los científicos, del personal investigador en formación y de los estudiantes que participan en actividades de investigación. Debo resaltar que su contenido es siempre complementario a lo que ya disponen las normas legales existentes y debe ser actualizado permanentemente por los Comités de Ética e Integridad en la Investigación.

Las universidades, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y otros centros de investigación deben alinear dichos códigos a los nuevos requerimientos ético-legales, así como con el concepto de investigación e innovación responsable que define la Comisión Europea y con los principios y valores que emanan de la Agenda 2030, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas.

Además, en unos tiempos en la que hasta la producción científica se cuestiona, es importante profundizar en los conceptos que tienen como finalidad maximizar la integridad científica de personal investigador en formación. Les recomiendo prestar atención a dos documentos de referencia en integridad científica: el *Código Europeo de Conducta para la Integridad en la Investigación*, publicado por ALLEA (All European Academies), y *The Concordat to Support Research Integrity*, un acuerdo que busca proporcionar un marco nacional, entre cuyos firmantes están las universidades, para garantizar la buena conducta en investigación.

Otro paso más en el concepto de integridad en la investiga-

ción es el concepto de «Investigación e Innovación Responsable» (IIR), que constituye un enfoque que anticipa y evalúa las implicaciones potenciales y las expectativas sociales con respecto a la investigación y la innovación, con el objetivo de fomentar el diseño de investigación e innovación inclusivas y sostenibles. La IIR implica que los actores sociales (investigadores, ciudadanos, administraciones, empresas, etc.) trabajen juntos durante todo el proceso de investigación e innovación para alinear mejor tanto el proceso como sus resultados con los valores, necesidades y expectativas de la sociedad.

En la práctica, la IIR se implementa como un paquete que incluye la participación de múltiples actores y la ciudadanía en la investigación y la innovación, lo que permite un acceso más fácil a los resultados científicos (ciencia abierta), la incorporación del género y la ética en el contenido y proceso de investigación e innovación y la educación científica formal e informal. La Comisión Europea describe la IIR como un marco que consiste en seis áreas de acción clave: Compromiso público y participación ciudadana, Acceso abierto, Igualdad de género, Ética e integridad, Educación científica y Gobernanza. Las seis áreas clave se promueven a través de acciones integradas que promueven el cambio institucional, para fomentar la adopción del enfoque de IIR por parte de todos.

Los científicos y las científicas debemos tener presentes estas seis áreas de acción para su promoción y aplicación, en el ámbito de nuestras competencias y posibilidades, en nuestra actividad diaria, especialmente en las actividades de investigación o formación en investigación que realicemos.

Por todo ello, la AEC ha querido contribuir, de la mano de la Escuela de Doctorado de la UMH, el CSIC, Casa Mediterráneo y la Fundación DRO, a la formación en ética, integridad de la investigación y responsabilidad social organizando un curso intensivo en modalidad presencial y *online* de tres días de duración. Las intervenciones de los ponentes están grabadas en vídeo y disponibles para todos los socios interesados.

A la segunda parte de este discurso, le he querido dar un tono más reivindicativo, pues me entristece mucho la situación de la ciencia en España, a pesar de que debemos reivindicar el heroísmo de nuestras y nuestros investigadores, pues la producción científica en España es sorprendente por la cantidad de trabajos publicados y, cada vez, en mejores revistas. No voy ni deseo aburrirles con datos y cifras extraídas del Instituto Nacional de Estadística (INE), pero sí debo indicar que, además de la escasez de recursos, en España hay grandes trabas burocráticas para utilizarlos, pues no somos capaces de ejecutar presupuestos, entre procesos de contratación y fiscalización.

El dinero nunca llega a tiempo y los escasos presupuestos no se ejecutan más allá del 60-65 %, por lo que se requieren nuevos mecanismos mucho más ágiles y sencillos. Además,

la mayor parte de los investigadores, hasta que llegan a un puesto fijo, pasan por contratos precarios, en proyectos de investigación de duración muy corta, lo cual aboca a muchos científicos a expatriarse. La situación para los jóvenes investigadores es desesperada. Para ellos y ellas, es una tragedia, y para el sistema español de ciencia y tecnología, es un gran despilfarro económico.

Nuestra sociedad debe entender que España, como país miembro de la Unión Europea, está recibiendo fondos de diferentes programas europeos, como el Next Generation que, si no son bien empleados, pueden producir efectos no deseados. Únicamente la inversión en ciencia, la valoración del personal investigador y su equiparación y dignificación son el auténtico método de progreso. Por ello, la AEC se ofrece como interlocutor con los gobiernos central y autonómicos para ayudar a que tanto las directrices científicas como el avance y promoción de la carrera científica española sean políticas fundamentales en el presente y futuro.

Queremos servir de reflexión y reconsideración de las necesidades de España en la investigación científica y tecnológica para poder conocer el peso que tenemos en un mundo globalizado, evaluar y valorar lo que estamos haciendo en ciencia y tecnología.

Nunca me cansaré de insistir, en los foros a los que asisto, que España tiene sus propios problemas y recursos, por lo que debe diseñarse un modelo propio de investigación. Nuestros problemas de recursos hídricos, desertización, cambio climático, eventos extremos, la España vaciada, nuestras infraestructuras turísticas, especialmente en nuestro litoral, incendios forestales, inundaciones, salud, energía, agua, etc., son cuestiones que nunca afrontará una ciencia mimética. Esta priorización de nuestras realidades sociales, coyunturales y valores culturales no deben surgir de decisiones políticas precipitadas, sino que compete a científicos e intelectuales cuya existencia y dotación económica sí depende de gobiernos y administraciones.

Uno de los retos de la AEC es aportar nuestro granito de arena a la gestión de la investigación, la innovación y la transferencia para que los resultados puedan servir de provecho para la sociedad española en la mejora de nuestras empresas e instituciones, repercutiendo en la generación de puestos de trabajo cualificados.

La última parte de esta intervención, como no puede ser de otra forma, va dedicada a las galardonadas y galardonados con las Placas de Honor de la AEC 2024. Un año más, la AEC distingue a un reducido número de investigadores españoles de relevancia internacional de entre los muchos recursos humanos de investigación que, sin duda, lo merecen sobradamente por dar respuestas a la necesidad que tienen los seres humanos de comprender el mundo y comprenderse a sí mismos. Todos los galardonados, aunque proceden de disciplinas distintas, tienen en común su empeño y obsesión por conocer cómo es y cómo funciona la naturaleza, y por enfocar esta curiosidad que los atrae y

dinamiza en resolver cuestiones de gran relevancia científica. Todos ellos y ellas merecen nuestro agradecimiento y reconocimiento. Y a sus destacados méritos científicos debo añadir su calidad humana y su empatía.

Nombraré a continuación, por orden de intervención, a los premiados de esta 26ª edición en la categoría de científicas y científicos destacados.

En primer lugar, al **Dr. Guillermo Monrós Tomás, Catedrático de Química Inorgánica de la UJI**, por sus contribuciones de alto impacto y relevancia internacional en el ámbito de la ciencia y tecnología de los materiales cerámicos y vítreos. Asimismo, por su gran trayectoria investigadora y de transferencia del conocimiento a la industria cerámica española y, en particular, al sector de fritas y esmaltes cerámicos, obteniendo formulaciones de altas prestaciones y respetuosas con el medio ambiente.

En segundo lugar, al **Dr. Luis Blanco Dávila, Profesor de Investigación en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa del CSIC**, por sus investigaciones de relevancia internacional sobre las proteínas encargadas de copiar el material genético y su dilatada trayectoria de transferencia del conocimiento generado en forma de patentes licenciadas y creación de empresas de base tecnológica.

Finalizaré esta modalidad mencionando al **Dr. Miguel Ángel Castro Arroyo, Catedrático de Química Inorgánica de la US**, por sus contribuciones de relevancia a nivel internacional y de alto impacto en ciencia y tecnología de materiales, que han representado una serie de importantes avances realizados en el estudio de la interfase sólido-líquido, a través de técnicas de dispersión y difracción de Rayos X y Neutrones.

En la categoría de difusión y divulgación de la ciencia, se premia al **Catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad de Murcia, Dr. José Manuel López Nicolás**, por su intensa actividad de transferencia del conocimiento, tanto a nivel industrial como de comunicación científica a la sociedad, junto con sus investigaciones de relevancia internacional en el campo de la Bioquímica y Biotecnología enzimática.

En la categoría de entidades, se otorga la Placa de Honor AEC 2024 a la **Fundación Instituto de Ecología Litoral**, por su relevante contribución científica y tecnológica a la conservación de los ecosistemas marinos, litorales y terrestres, a través de la investigación, realización de informes técnicos, asesoramiento y el fomento del respeto a nuestro litoral mediterráneo y al seguimiento y conservación de las praderas de *Posidonia oceanica*. Asimismo, por su intensa labor de divulgación y fomento de una política de protección y defensa del medio ambiente y de apoyo a un modelo de desarrollo sostenible mediante publicaciones, proyectos, congresos científicos, cursos o ciclos de estudios y la promoción del voluntariado.

En la categoría de empresas, se otorga la Placa de Honor AEC 2024 a **Biohope Scientific Solutions**, por la misión de la empresa en desarrollar herramientas de diagnóstico de medicina de alta precisión para lograr un conocimiento único del paciente y una terapia personalizada para cada persona.

Mi más sentida y sincera felicitación a todos los galardonados y galardonadas por la AEC.

Una vez concluida la entrega de las seis Placas de Honor AEC 2024, clausurará el acto el Sr. Vicerrector de Investigación de la UJI, Jesús Lancís, quien ha tenido, a pesar de su complicada agenda, la amabilidad de presidir este acto y acompañarnos en un día tan entrañable para nuestra sociedad en representación de la UJI, pero también de todo el personal investigador de las universidades españolas, convertidas junto con el CSIC en organismos clave para la articulación de la investigación en España en todos los ámbitos del saber.

Como ya he reiterado en muchas de mis intervenciones, reivindicamos en esta modesta, pero entrañable Gala Anual de la Ciencia, a nuestros científicos y científicas y a la Ciencia como potente arma de progreso y libertad frente al negacionismo y la mediocridad.

Los animo a disfrutar intensamente de esta velada. Muchas gracias por su asistencia y compromiso con la Ciencia.

MANUEL M. JORDÁN VIDAL

Presidente de la AEC

Placa de Honor de la AEC 2024 concedida a Guillermo Monrós Tomás

Es un honor presentar al Profesor Dr. Guillermo Monrós Tomás, una figura clave en el ámbito de la Química de Materiales Cerámicos y la Sostenibilidad. Nació en l'Alcora, capital de l'Alcalatén, cuna histórica de la cerámica de nuestras comarcas de Castellón, de cuyas raíces le viene su pasión por la cerámica a nuestro homenajeado.

Guillermo Monrós Tomás es Licenciado en Ciencias Químicas por la Universitat de València (UV), en 1977, y Doctor en Química por la UV, en 1991, dentro del Programa de Ciencia de los Materiales. Inició su actividad profesional en la prestigiosa empresa de Esmaltes Cerámicos TORRECID S.A., situada en l'Alcora (1979) y dedicada a la fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos, como responsable del control de materias primas: análisis y caracterización fisicoquímica.

Su pasión por la cerámica la alternó también con su vocación docente, iniciándose en las enseñanzas de Física y

Química en los niveles de Secundaria y Bachillerato, primero como profesor agregado y, después, como catedrático, entre los años 1979 y 1990. Su docencia universitaria la inició como profesor asociado de la UV, impartiendo en el antiguo Colegio Universitario de Castellón y, posteriormente, con la creación de la Universitat Jaume I de Castelló (UJI), en el año 1991, como profesor titular de universidad, en el área de conocimiento de Química Inorgánica, en el año 1993, y catedrático de universidad, en el año 2004, donde se encuentra desarrollando también sus líneas de investigación en el Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, hasta la actualidad.

Mis conocimientos con el profesor Guillermo Monrós Tomás comienzan en el año 1986, en el mismo momento en el que se incorporó al Grupo de Investigación de Química Inorgánica, en la especialidad de Química del Estado Sólido, en el antiguo Colegio Universitario de Castellón, que pertenecía entonces a la UV.

Así pues, sus primeras investigaciones, se llevaron a cabo dentro del grupo de investigación de Química Inorgánica, alternando entre las instalaciones que se disponían en el Colegio Universitario de Castellón, bajo la dirección de la profesora Purificación Escribano López, y, dado los pocos medios disponibles, completaba su investigación con los que se disponían en el Departamento de Química Inorgánica, dentro de la Facultad de Ciencias Químicas de la UV, en

el campus de Burjassot, a través de la codirección del profesor Javier Alarcón Navarro.

Como se ha comentado, la cerámica ha sido una pasión constante en el profesor Monrós, siendo uno de los atractivos principales su diseño. y este se enriquece con el color. Así pues, su investigación se dirigió hacia el apasionante mundo de los pigmentos cerámicos, centrándose los estudios en el paradigma de la síntesis-estructura-composición, con la ayuda de la potencialidad que ofrecen las diferentes técnicas de caracterización.

Hay que indicar aquí que un pigmento cerámico consta esencialmente de un agente cromóforo que es el responsable del color, el cual está formado por un óxido de elemento de transición o tierra rara, y una red huésped, que lo sustenta y estabiliza. Las principales características tecnológicas que se requiere a los pigmentos cerámicos para su uso industrial son: la pureza del color, junto con su intensidad cromática, también su estabilidad y grado de dispersabilidad cuando son introducidos en un esmalte cerámico.

Por dicha razón, la investigación se centró en elucidar los mecanismos de reacción en las estructuras pigmentantes de circón y granate. El interés en el estudio de dichos pigmentos se determinó porque, a través de la estructura circón, se puede obtener una paleta cromática muy diversa, como son los pigmentos azul de vanadio-circón, amarillo de



De izquierda a derecha, Jesús Lancis, Guillermo Monrós y Manuel Jordán.

praseodimio-circón y el Pink Coral de hierro-circón. Con la estructura granate se obtiene un pigmento verde brillante, conocido como el Verde Victoria o verde de uvarovita, el cual presenta un campo muy atractivo para la investigación, debido a la amplia variedad cristaloquímica que presenta su estructura y que posibilita la formación de disoluciones sólidas y obtener propiedades de interés (ópticas, magnéticas, etc).

Por primera vez en este campo de los pigmentos cerámicos, se estudiaron los diferentes métodos de síntesis alternativos al tradicional método cerámico o reactividad de los sólidos, como son los denominados métodos sol-gel, entre otros, llevando a cabo su caracterización estructural y cristaloquímica, junto con la medida de sus propiedades ópticas, como es el color desarrollado cuando son aplicados para colorear diferentes esmaltes cerámicos. Al mismo tiempo, a través de dichos estudios, permitieron elucidar y determinar los mecanismos de la formación del color obtenido, además de optimizar los procesos de síntesis y poder minimizar la introducción de agentes fundentes o mineralizadores, los cuales presentan alto impacto ambiental, aportando así documentación científica en un campo, donde siempre es escasa.

Así pues, se inician unos estudios muy pioneros y, a su vez, de alto interés para la industria que forma parte del importante clúster cerámico de Castellón, justo donde se ubica la UJI. Hay que resaltar también que, en aquellas épocas donde no había mucha tradición en la colaboración Universidad-Empresa, se establecieron ya muchos convenios con la industria del sector cerámico. Hoy en día, resulta de vital importancia llevar a cabo un trasvase del conocimiento desde la universidad y los centros tecnológicos, donde se lleva a cabo la investigación hacia el sector industrial productivo, como motor estratégico de la economía, siendo el profesor Guillermo Monrós un investigador adelantado en su época, por sus conocimientos y experiencias previas que había mantenido con la industria de dicho sector cerámico.

Pero ese despertar y pasión por la investigación abarca también sus inquietudes y sensibilidades en la protección del medioambiente, canalizando estos aspectos en todas sus líneas de investigación, de cara al desarrollo de una industria más sostenible y que han marcado toda su trayectoria científica. Dichos estudios comenzaron en su época de profesor de Bachillerato, donde ya inculcaba a sus jóvenes estudiantes la preocupación por el medio ambiente y su preservación para el futuro, realizando investigaciones en aguas y suelos del Delta del Mijares, entre otras.

A través de sus fructíferas líneas de investigación, el Dr. Monrós ha dirigido 10 tesis doctorales y ha publicado más de 150 artículos internacionales en el ámbito de los materiales cerámicos y la protección medioambiental, posicionándose como uno de los investigadores más prolíficos de la Comunitat Valenciana. Ha llevado a cabo más de 30 proyectos de investigación, tanto públicos como privados,

enfocándose en la síntesis sostenible de pigmentos, cerámicas de alta reflectancia NIR y materiales que ayudan a reducir el efecto isla del calor urbano.

También hay que resaltar su actividad en el campo de la transferencia tecnológica y la innovación, lo que le ha llevado a crear Solar Pigment, S.L., una empresa de base tecnológica dedicada al desarrollo de pigmentos muy innovadores como son los pigmentos termosolares y medioambientales, pigmentos conocidos como *cool pigments* o pigmentos refrescantes, muy adecuados para los edificios y que posibilitan un interesante ahorro energético.

Un aspecto más a resaltar es su interés por los orígenes y tradición de la cerámica, así como su expansión en las comarcas de Castellón, desde la época de la implantación de la Real Fábrica del Conde de Aranda en l'Alcora en el siglo XVIII, lo que le ha llevado a realizar importantes publicaciones como *El Color de la Cerámica*, galardonada con el Premio de Investigación de la UJI, y *El color de la ilustrada porcelana de l'Alcora*, que rinde homenaje a los técnicos cerámicos de la época.

Pero el profesor Monrós no solamente se ha caracterizado por su larga y exitosa carrera investigadora, sino también por su pasión por la docencia, siendo un pilar en la formación de nuevas generaciones a través de impartir docencia superior en los estudios de grado y posgrado. Estos últimos siempre han estado ligados a la sostenibilidad y a la gestión medioambiental, temas en los que el profesor Monrós es un experto de talla reconocida. Así, ha impartido numerosos cursos y ha dirigido el Máster en Medio Ambiente, también el Máster en Prevención de Riesgos Laborales, Máster en Gestión Integrada de la Calidad, la Prevención y el Medio Ambiente, Máster en Química Sostenible y el Máster en Sostenibilidad y Responsabilidad Social Corporativa, estos dos últimos como interuniversitarios.

Su compromiso con la sostenibilidad y la transferencia de conocimientos no se limita al ámbito académico, ya que ha representado a la universidad en foros ambientales y colabora con importantes empresas del sector cerámico. Miembro de sociedades científicas como la Real Sociedad Española de Química, la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, y la Asociación Española de Científicos, Monrós ha sido un referente en la innovación y responsabilidad social dentro de su campo.

Su compañerismo, su campechanía y su buen hacer han logrado que tenga una gran estima, no solamente en su grupo de investigación, sino también en otros grupos de investigación del Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, y que trasciende a toda la comunidad científica de la UJI y a otras universidades y centros de investigación nacionales e internacionales.

El profesor Guillermo Monrós ha sido pieza y también testigo de la creación y expansión de la UJI, desde los ya lejanos orígenes del antiguo Colegio Universitario de Caste-

llón, y que ha posibilitado, a través de los medios entonces disponibles, formar a tantas generaciones en el ámbito científico de la Química en Castellón y también en inculcar los aspectos de la sostenibilidad en los ámbitos tecnológicos.

Por todo ello, hoy reconocemos al Dr. Guillermo Monrós Tomás con esta Placa de Honor de la AEC por su incansable labor científica, su compromiso con la educación y su destacada contribución a la sostenibilidad y la innovación en la industria cerámica. ¡Enhorabuena al Profesor Dr. Guillermo Monrós Tomás! ¡Enhorabuena también a su esposa Virginia y a sus hijos Guillem y Arnau!

JUAN CARDA CASTELLÓ

Catedrático de Química Inorgánica de la UJI y director de la Càtedra d'Innovació Ceràmica Ciutat de Vila-real

Respuesta del galardonado

Sr. Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), D. Manuel Jordán Vidal, y demás miembros del Consejo, Vicerrector de Investigación de la Universitat Jaume I de Castelló (UJI), autoridades, galardonados, compañeros y amigos, señoras y señores, muy buenas tardes.

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Manuel Jordán Vidal, en calidad de presidente de esta Asociación por su distinción. Gracias, Manu. Un agradeci-



Guillermo Monrós Tomás.

miento que hago extensivo al resto de miembros del Consejo Rector y, por supuesto, al profesor Juan Carda. Gracias, Juan, por tus amables y generosas palabras. Es para mí un gran honor que glose mi trabajo el Dr. Juan Carda, un referente de la Química del Estado Sólido y director de la prestigiosa Càtedra d'Innovació Ceràmica de Vila-real, con el que he compartido toda la carrera investigadora desde que iniciamos en aquel Colegio Universitario de Castellón, de la mano de la malograda Dra. Purificación Escribano y el profesor Javier Alarcón, así como de colaboradores entrañables como el desaparecido Dr. Teófilo Sanfeliu o, desde el Instituto de Cerámica y Vidrio de Madrid, el Dr. Jesús María Rincón. Mi recuerdo y agradecimiento a todos ellos que personifico en el profesor Rincón hoy presente. Gracias, Jesús.

Es todo un honor compartir esta Placa de Honor AEC con tan prestigiosos científicos y galardonados en el día de hoy, así como con los que nos han precedido. Felicidades a los profesores Luis Blanco, Miguel Ángel Castro y José Manuel López, así como al representante de la Fundación Instituto de Ecología Litoral y a la Dra. Isabel Portero, fundadora de Biohope Scientific Solutions.

Gracias a mi familia, sobre todo a mi esposa Virginia que, aunque ha sufrido mi dedicación a los temas de investigación, la ha entendido y valorado, siendo a veces esta poco explicable; ya saben aquello de que un proyecto de investigación nuevo, al fin y al cabo, de puertas afuera, no deja de ser más trabajo y dedicación, con el mismo salario. También gracias a mis hijos, Arnau y Guillem o Guillem y Arnau, por su ayuda, comprensión y colaboración en la rica vida familiar. Y, cómo no, a mis compañeros en el Departamento de Química Inorgánica que hoy nos acompañan: Mario, Pepe, Vicente, Eloísa, Héctor, Sara, gracias.

Como ha dicho el profesor Carda, me inicié en las tareas de investigación en el año 1986 siendo catedrático de Física y Química de Bachillerato, aunque anteriormente desarrollé trabajos de control fisicoquímico de materias primas en la actual multinacional castellonense de esmaltes y colores cerámicos, Torrecid, S.A., entonces una pyme que empezaba a despuntar. Allí encontré un ambiente de trabajo enriquecedor y un excelente grupo humano. Previamente, había leído una de aquellas tesis de licenciatura en el Departamento de Ingeniería Química de la Universitat de València con el profesor Antonio Martínez, donde se comenzaba a trabajar en el campo de las cerámicas. Al mismo tiempo, como amablemente ha recordado el profesor Carda, que también participé activamente en los mismos, en el ámbito de la innovación y educación ambiental, desarrollamos estudios sobre caracterización fisicoquímica de suelos y aguas con los estudiantes del Instituto de Bachillerato de Borriana, con el reconocimiento del propio ayuntamiento a nuestra labor con el Premio de Ensayo Ciudad de Borriana 1989 al estudio sobre la caracterización de aguas y suelos del término municipal.

Mi tesis doctoral sobre las disoluciones sólidas de vana-

dio en circón marcaría en gran medida mi devenir en la investigación sobre estructuras cristalinas aplicadas a la cerámica, junto a la Scheelita. Fruto de ello ha sido, después de los años, la edición americana del libro *Scheelite and Zircon: Brightness, Color and NIR Reflectance in Ceramics*, publicado en 2021.

Mi investigación ha girado en torno a los materiales cerámicos y su implicación medioambiental, siempre en colaboración con excelentes químicas y químicos y mejores personas en equipo con las que me he honrado en trabajar. En la vertiente ambiental, durante 10 ediciones formamos técnicos ambientales para la industria del entorno a través del Máster de Medio Ambiente de la UJI. Desarrollamos la gestión ambiental en la UJI a través de la Oficina Verda de gestión, formación y fomento ambiental, que tuve el honor de dirigir desde 1998 hasta 2010, cuando las tareas de gestión ambiental ya se consolidaron con suficiente presupuesto y personal. La primera recogida de residuos y su gestión a través de gestor autorizado se realizó en diciembre de 1996, siguiendo las directrices técnicas del primer Reglamento sobre Residuos Peligrosos RD 833/1988, desarrollo de la inicial Ley Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos 20/1986.

Hemos desarrollado pigmentos cerámicos con bajo impacto ambiental, así como de funcionalidades activas de las cerámicas en medio ambiente como los *cool pigment* (pigmentos capaces de reflejar la radiación infrarroja solar y mantener fresco el ambiente) o lo contrario, los *selective solar absorbent pigments* (capaces de absorber toda la radiación solar para equipos de agua caliente sanitaria ACS). En esas cosas y en algunas más, como las de reconocimiento a nuestros predecesores en el desarrollo de la cerámica en nuestra provincia como fueron los técnicos coloristas de la Real Fábrica de Loza y Porcelana de l'Alcora.

Hemos trabajado en equipo con personas a las que he tenido el honor de dirigir sus tesis doctorales y trabajos de investigación. Doctoras y licenciados que actualmente trabajan en diferentes sectores desde el académico, el ambiental o el de la industria. Así como con los equipos de las empresas con las que hemos intentado, algunas veces muy bien y otras no tanto, como siempre ocurre cuando uno intenta elucubrar ideas y ponerlas en práctica desde el laboratorio hacia el mundo real de la industria. Gracias a todos ellos, hemos preparado nuevos materiales y descrito nuevos procesos, así como producido trabajos de investigación e innumerables comunicaciones en congresos y en conferencias. La última, el pasado 7 de noviembre, por invitación del Dr. Carda en el marco de la Feria de Innovación DESTACA, sobre la síntesis descarbonizada de pigmentos cerámicos mediante microondas. Mi agradecimiento y reconocimiento a todos ellos, que personifico en el doctor Mario Llusar y la doctora Sara Cerro que nos acompañan.

Y gracias a todos ustedes por su atención y, por supuesto, a la AEC por su consideración con mi trabajo y persona.

GUILLERMO MONRÓS TOMÁS

Catedrático del Departamento de Química Orgánica e Inorgánica de la UJI

Placa de Honor de la AEC 2024 concedida a Luis Blanco Dávila

Queridos colegas y amigos, querida Asociación Española de Científicos (AEC) con cuyos miembros y Consejo Rector ya comparto varias Entregas de Placas de Honor. Es para mí un privilegio poder compartir con ustedes la presentación del profesor Luis Blanco, amigo y colega también, compañero en varias etapas de nuestra trayectoria. Luis es un amigo de los leales, de aquellos con los que, a pesar de la distancia y el tiempo, se mantiene la sintonía.

Conocí a Luis cuando ambos empezábamos la tesis doctoral en el centro en el que ahora investigamos ambos, el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CBMSO). Luis, con Margarita Salas; yo, con su marido Eladio Viñuela, ambos discípulos directos del Premio Nobel. Somos, pues, de la misma generación de sus discípulos científicos, la que en la jerga llamamos la F2. Ahí empezó nuestra amistad, en las redes de amigos y colegas que se van tejiendo con el tiempo.

Luis es un magnífico científico. Tiene más de 150 publicaciones en revistas tan prestigiosas como *Cell*, *Science*, *Molecular Cell*, *EMBO Journal* o *PNAS*. Su campo de investigación es el de las enzimas, las proteínas que catalizan la replicación del DNA, las DNA polimerasas y las primasas, las que la inician. Empezó con el bacteriófago Phi29, un virus de una bacteria del suelo, desde donde evolucionó hasta descubrir 3 de las 17 DNA polimerasas humanas y 1 de las 2 primasas humanas, con implicaciones relevantes en distintos aspectos de la biología humana, desde el cáncer hasta la inmunidad. Sus investigaciones sobre la estructura y la función de estas enzimas son rigurosos, minuciosos, sólidos y, a la vez, creativos y rompedores, abriendo camino. Estas son características que ha imprimido también a su amplio grupo de discípulos, entre ellos, los 25 a los que ha dirigido sus tesis doctorales.

Luis es un magnífico emprendedor, incluso el emprendedor pionero, junto con Margarita Salas, en el campo de la biología molecular en España. Empezó con aquella famosa patente de la DNA polimerasa, la Sequenasa, ampliamente empleada en secuenciación de material genético en todo el mundo. La famosa patente que se suele conocer como «de Margarita Salas» se basó en la tesis doctoral de Luis. Pero Luis no paró ahí: ha seguido innovando y patentando regularmente nuevas versiones, culminando con la combinación TruePrime, basada en su primasa PrimPol. Así, fue cofundador de X-Pol Biotech (actualmente, 4basebio Ltd). Lo cual me lleva a resaltar que Luis Blanco es internacional. Lo es en sus publicaciones, en sus colaboraciones científicas y, marcadamente, en la proyección de su actividad empre-



De izquierda a derecha, Jesús Lancis, Luis Blanco y Manuel Jordán.

dedora en estas empresas que cotizan en bolsas internacionales.

Debo resaltar también que Luis expone sus descubrimientos científicos con rigor, pero también con la máxima claridad para que los que investigamos en campos vecinos los podamos seguir y sugerir ideas. Compartiendo centro de investigación, he tenido la oportunidad de disfrutar regularmente el entusiasmo con el que lo transmite.

Y, en los últimos años, quiero resaltar la implicación de Luis en la pandemia del coronavirus. Enseguida avanzó para desarrollar un sistema de diagnóstico, cómo no, basado en su investigación, que permitiese realizarlo de una manera sencilla y sin los costosos aparatos que requiere la famosa PCR. Para ello, se integró en la Plataforma Temática Interdisciplinar PTI+ en Salud Global del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que coordiné desde que se declaró la pandemia del coronavirus, en 2020. Como coordinadora de esta Plataforma, puedo atestiguar que ha sido un científico activo y creativo, muy colaborador, con ese toque de emprendedor al que hemos evolucionado en esta Plataforma, para llegar cuanto antes, desde la investigación, a las empresas y a la sociedad para enfrentar y paliar los estragos de la pandemia. En emprendimiento, de hecho, ha sido uno de nuestros referentes.

Por último, y para acabar menos solemnemente, resaltar que Luis Blanco es un gallego universal, yo casi diría que

activista, que siempre nos recuerda los valores de Galicia en diversos ámbitos. Enhorabuena, Luis, por este muy merecido reconocimiento. Enhorabuena a Lucía Franco, tu compañera, directora del programa de conferencias de la Fundación Juan March, que muchos de ustedes conocerán y disfrutarán. Enhorabuena a Luis hijo, científico en una gran empresa farmacéutica. Un placer compartir este momento contigo, Luis.

MARGARITA DEL VAL LATORRE

Investigadora Científica en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CBMSO-CSIC) y Placa de Honor AEC 2021

Respuesta del galardonado

Buenas tardes a todos. Me siento muy agradecido y enormemente reconocido por recibir la Placa de Honor de la Asociación Española de Científicos (AEC). Es todo un privilegio que me hace mucha ilusión. Agradezco también a Margarita del Val su amable presentación, sin duda fruto de una larga amistad que comenzó cuando ambos hacíamos la tesis en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CBMSO), allá por el año 1982. En este breve discurso, permítanme expresar algunas claves de mi trayectoria científica, desde su origen hasta hoy.

Nací en La Coruña, una ciudad pequeña, pero muy bella y rodeada por naturaleza por sus cuatro costados verdes y azules. No tengo ninguna duda de que decidí estudiar Biología como consecuencia de ese entorno natural, y ya de pequeño enfadaba a mi madre (y divertía a mi padre, hermanos y hermanas) llenando la casa de bichos y de plantas de todo tipo. Mi madre acabó comprendiendo esa inclinación y, siendo un niño aún, me regaló un microscopio que, según he sabido recientemente, tuvo que recoger en el interior de un barco ruso que atracó en el puerto. Así pues, estoy seguro de que a mis padres no les debo sólo la vida, sino también mi profesión.

Comencé la Licenciatura de Ciencias Biológicas en 1975, en la Universidad de Santiago de Compostela (USC), y durante los dos últimos cursos ya empecé a trabajar en un laboratorio de Biología Molecular, pues me gustaba aún más la escala de la vida invisible, la de los microorganismos y la de los genes. Es decir, la escala molecular, y, en concreto, aquellas biomoléculas con más protagonismo en biología: las proteínas y los ácidos nucleicos. Como a muchos universitarios de mi época, a mí me fascinaba el reciente descubrimiento del código genético y el legado de nuestro Premio Nobel, Severo Ochoa, quien compartió con Arthur Kornberg ese premio por sus aportaciones al descubrimiento de las enzimas que sintetizan los ácidos nucleicos.

Así pues, tras mi licenciatura le dije adiós a La Coruña y a su faro milenario, y me dejé guiar por otra luz, que me arrastró hasta Madrid, hasta el CBMSO, fundado por Severo Ochoa. Allí empecé a hacer mi tesis doctoral en el grupo de Margarita Salas, discípula de Ochoa, que trabajaba con un virus bacteriano, cuyo nombre, Phi29, es ahora mundialmente conocido. La clave del éxito de ese sistema deriva de la especialización de los pocos genes que posee, ya que un virus es como una boutique genética. Uno de esos genes codificaba la DNA polimerasa viral, que es la responsable de replicar y amplificar millones de veces el DNA del virus durante la infección. El descubrimiento y estudio de las propiedades de la DNA polimerasa de Phi29 fue mi tesis doctoral, y diría también que fue la semilla de la que germinó mi futura carrera científica.

Prácticamente, nadie trabajaba en España sobre DNA polimerasas, así que tuve la dificultad, pero también la satisfacción de ser autodidacta, por lo que acabé enamorándome de esos enzimas que son capaces de escribir nuestro genoma combinando sólo cuatro elementos (las bases del DNA), y hacerlo manteniendo la copia fiel de la información original del DNA. También en Madrid me enamoré de mi mujer, Lucía, y nuestro hijo Luis es la prueba de que nos hemos reproducido con mucha fidelidad y algo de originalidad, como la mayoría de los seres vivos.

Tras dieciséis años trabajando con Margarita Salas, hicimos de esta DNA polimerasa una de las mejores herramientas biotecnológicas para amplificar genomas tan grandes como el humano, o desconocidos como los de nuevos microorganismos que puede haber en un lago de la

Antártida. Esas aplicaciones fueron protegidas con una patente propiedad del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), de la que soy primer inventor, junto a Antonio Bernad y Margarita Salas. Esta circunstancia también influyó en mi carrera científica, implicándome cada vez más en conseguir que la investigación básica se convirtiera en una aplicación práctica. Es decir, en «conseguir sacar rendimiento al conocimiento».

En 1998, comencé mi propio grupo de investigación en el CSIC y llevé a cabo el descubrimiento y caracterización de otras DNA polimerasas, esta vez implicadas en reparación del DNA, como las DNA polimerasas humanas, Pol lambda y Pol mu, ambas implicadas en la reparación de dobles roturas de cadena en el DNA, lo que es crucial para mantener la integridad de nuestros cromosomas. A raíz de esos descubrimientos, fundé con Cristina Garmendia y su grupo Genetrix, la *spin-off* X-Pol Biotech, orientada al desarrollo biotecnológico de aplicaciones de DNA polimerasas. Fue un arduo, pero estimulante camino, en el que me acompañó Margarita Salas y mi primer discípulo y amigo, Antonio Bernad Miana, hoy Profesor de Investigación del CSIC.

En la última etapa de mi carrera, mi laboratorio descubrió un nuevo tipo de DNA primasa/polimerasa que llamamos PrimPol, y que es clave para facilitar la replicación del DNA nuclear y mitocondrial cuando existen daños no reparados en las cadenas que deben ser copiadas. Por ello, la PrimPol humana podría ser una diana para tratamientos antitumorales que pretenden eliminar selectivamente las células que se replican (como su DNA) de forma descontrolada.



Luis Blanco Dávila.

También desarrollamos un nuevo método de amplificación basado en la combinación de esta nueva DNA primasa (PrimPol) con la DNA polimerasa del fago Phi29, que está siendo utilizado para fabricar DNA sintético para vacunas de DNA, o para tratamientos de terapia génica. Este nuevo método, denominado TruePrime™, está siendo explotado por la empresa 4basebio Plc, que deriva de la que habíamos creado inicialmente en Madrid, y que ahora tiene una base también en Cambridge y cotiza en la bolsa de Londres.

Quiero resaltar que este premio me ha hecho mucha ilusión, quizás porque no estoy habituado a ellos, pero sobre todo porque le doy un gran valor al reconocimiento y apoyo de los que son mis colegas científicos. La ayuda mutua y la colaboración ha sido siempre mi mayor empeño y pienso que es algo cada vez más necesario en la investigación actual, afortunadamente muy globalizada e interdisciplinar.

Me gustaría dar las gracias de nuevo a toda la gente que me ha acompañado durante mi trayectoria científica. En primer lugar, a mi profesor de Bioquímica en Santiago, Manuel Freire Rama, por ser el primer científico que me animó a serlo yo también. Mi mayor agradecimiento a mi mentora, Margarita Salas, por abrirme de par en par su laboratorio en el CBMSO, en el que me sentí siempre tan a gusto que no lo quise abandonar. Allí tuve libertad absoluta para explorar si realmente era un científico y podía, en cierta medida, emular a quienes fueron mis primeros «dioses científicos»: Severo Ochoa, Arthur Kornberg y la propia Margarita Salas.

También quiero expresar mi agradecimiento a todos mis compañeros científicos, españoles y extranjeros, y a todos mis discípulos porque he aprendido mucho de todos y cada uno de ellos, y porque supieron comprender y compartir mi pasión por las DNA polimerasas. Entre ellos, quisiera mencionar de forma explícita a Antonio Bernad, Cristina Garmendia, Miguel de Vega, José Antonio Esteban, Juan Méndez, Miguel García Díaz, José Ruiz, María José Martín, Ángel Picher y Raquel Juárez, y de forma especial a María Martínez y Susana Guerra por haberme ayudado a llevar el laboratorio en los últimos 10 años.

Por último, pero siempre en primer lugar, ha estado mi familia. La de La Coruña, siempre pendiente de lo que hacía a 600 km de distancia, y la de Madrid, que son mi apoyo diario y mi mayor tesoro: Lucía Franco, una mujer maravillosa a la que amo y quien me ayuda siempre en mis decisiones, y nuestro hijo, Luis Blanco Franco, que es el mejor hijo que un padre puede desear, pues me aporta todo su cariño, pero también me alecciona sobre la importancia de «hacerse valer». Muchas gracias a ambos por acompañarme en este acto tan entrañable para mí, y a todos ustedes por su atención.

LUIS BLANCO DÁVILA

Profesor de Investigación del CSIC en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CBMSO-CSIC)

Placa de Honor de la AEC 2024 concedida a Miguel Ángel Castro Arroyo

Buenas noches a todas y todos: autoridades académicas universitarias y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), rectores y vicerrectores, presidente de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, presidente y vicepresidentes de nuestra Asociación Española de Científicos (AEC), socios vocales de su Consejo Rector, socios, distinguidos colegas, compañeros, amigos, galardonados, señoras y señores.

Participar en este acto supone para mí un gran honor y una honda satisfacción tanto a nivel profesional, al ser miembro del Consejo Rector de la AEC, como personal, representando al Colegio de Químicos del Sur y a la Asociación de Químicos de Andalucía (AQA). Más aún cuando presento al Profesor Doctor Miguel Ángel Castro Arroyo, catedrático de Química Inorgánica de la Universidad de Sevilla (US) y Rector Magnífico, galardonado con Placa de Honor AEC 2024 en su edición número 26.

Tal y como anuncia la AEC, se le concede esta distinción «por sus contribuciones de alto impacto en Ciencia y Tecnología de Materiales que ha representado una serie de importantes avances realizados en el estudio de la interfase sólido-líquido a través de técnicas de dispersión y difracción de rayos X y neutrones». Añadiré que no sólo en Ciencia y Tecnología de Materiales, sino también dentro de la Química Inorgánica y de la Química del Estado Sólido, con aportaciones relevantes especialmente referidas a sistemas laminares (2D), además por su implicación y dedicación en la docencia y en la gestión universitaria.

Conocí al profesor Castro Arroyo allá por 1989, quizás algo antes, cuando era becario predoctoral en la US y yo también disfrutaba -así se decía en la época- de otra beca predoctoral en un instituto del CSIC. Eran becas de formación de personal investigador de cuatro años. Yo estaba con el agobio del último año de ese disfrute, aunque tuve tiempo hasta de participar en tareas docentes de prácticas de laboratorio en el Departamento de Química Inorgánica, donde coincidimos los dos. En mi caso, terminé la preparación de la tesis y la pude presentar en febrero de 1990. Miguel Ángel continuó con sus tareas de investigación para terminar su tesis. Desde un principio, me pareció una gran persona y un investigador que empezaba ya a formarse a pasos agigantados. Claro está, aprendiendo de buenos maestros. Teníamos madera, nos decían, pero necesitábamos de un buen maestro que nos puliera.

Miguel Ángel y yo tuvimos un nexo común, aparte de nuestro interés por la Química del Estado Sólido. Este nexo común fue mi tutor de la tesis que, a su vez, fue director de la tesis de Miguel Ángel. Me refiero al catedrático profesor Dr. José María Trillo de Leyva, en aquella época director del Departamento de Química Inorgánica de las Facultades de Química y Farmacia. Miguel Ángel y yo aprendimos mucho

de él, yo menos porque mi lugar de trabajo no era el Departamento, sino un Instituto del CSIC. Precisamente, estando yo de posdoctoral en EE. UU. (University of Florida) recibí la siempre agradable noticia de una publicación conjunta, fruto de una colaboración en la que Miguel Ángel y yo participamos.

Miguel Ángel, Licenciado en Farmacia, fue becario predoctoral de 1989 a 1992 y defendió brillantemente su tesis doctoral en Química en 1992, titulada *Mecanismos de interacción de cationes mono- y multivalentes con la red de silicatos laminares dioctaédricos*, dirigida por los profesores Trillo y Alvero, obteniendo la calificación de *Apto cum laude*. Después de esta etapa en su formación, fue investigador contratado por la Unión Europea, de 1993 a 1995, nuevamente posdoctoral, contratado de 1996 a 1997, y ya como docente, profesor asociado a tiempo completo en la US, de 1997 a 2000, en el Departamento de Química Inorgánica.

Dentro de este periodo, es importante mencionar que Miguel Ángel consiguiera el prestigioso Premio a Jóvenes Investigadores de la Real Academia Sevillana de Ciencias, en su edición de 1999, por sus aportaciones al estudio teórico de las propiedades de distintos materiales a partir de su descripción microscópica, destacando los resultados acerca de la relajación vítrea y de las propiedades de transporte de los medios granulares. Dicho premio recompensa los méritos científicos de investigadores jóvenes destacados, como Miguel Ángel, y estimulan su vocación y dedicación a la Ciencia.

Consiguió plaza de Profesor Titular de US, en 2000. En 2009, obtuvo la plaza de catedrático de universidad en la Facultad de Química de la US. Debido a su compromiso con la educación superior y la investigación, ha colaborado con destacadas instituciones académicas a nivel internacional, como son el Institute Laue-Langevin de Grenoble (Francia), la University of Cambridge y el University College of Oxford, en Reino Unido, además de la Universidad de Osaka (Japón). Como no podía ser menos, sucedió al profesor Trillo de Leyva, una vez este se retiró, como responsable del Grupo de Investigación Química del Estado Sólido, colaborando con otros grupos de investigación y logrando una amplia experiencia en el campo de la Radiación Síncrotron y de Fuentes de Neutrones con diversos proyectos.

Además de la docencia, sus tareas de gestión empezaron en 2005 cuando fundó y puso en marcha el Servicio General de Rayos X de la US. Más tarde fue nombrado director del Centro de Investigación, Tecnología e Innovación de la misma universidad, de 2007 a 2008, y director del Secretariado de Servicios Generales de los Centros e Institutos de Investigación de la Hispalense, de 2008 a 2009.

En 2009, fue nombrado Vicerrector de Ordenación Académica de la US, puesto que desempeñó hasta 2015. Como un logro destacado en su carrera, primero fue Rector en funciones y después fue elegido Rector de la US, desde 2015, siendo un defensor de la universidad pública y de la

igualdad de oportunidades. Así pues, tenemos a una persona formada en investigación, con sólida base acreditada como docente y gran experiencia en la gestión universitaria.

Los resultados de sus proyectos de investigación autonómicos, nacionales e internacionales han sido recogidos en revistas de prestigio en su campo de investigación, como son *Journal of Physical Chemistry*, *Langmuir*, *Journal of Colloid and Interface Science*, *Chemical Communications*, *Inorganic Chemistry*, *Chemical Engineering Journal*, *Chemistry of Materials*, *Applied Clay Science*, *Microporous and Mesoporous Materials*, entre otras. Ha dirigido cinco tesis doctorales, publicado dos libros y registrado dos patentes de invención. Además de los proyectos de investigación, ha mantenido contratos de investigación con empresas como ENRESA, ABENGOA RESEARCH, BEFESA, entre otras.

Miguel Ángel es miembro del Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla al ser centro mixto del CSIC y la US, donde coincidimos, en los últimos años mucho menos por su cargo universitario, aunque sigue habiendo ocasiones de encuentro, siempre grato, en distintos actos académicos.

Además de todo lo descrito anteriormente, Miguel Ángel Castro es padre de dos hijas, accionista del Betis (Real Betis Balompié, como debe ser mencionado) y ha sido costalero de la Hermandad del Gran Poder. En este sentido, como Rector de la US, Miguel Ángel tuvo un emotivo encuentro en Roma con el Papa Francisco en diciembre del año pasado. Le regaló a su Santidad un facsímil de la Bula de 1505 por la que se creó la universidad hispalense.

Como ha escrito Feliciano Robles en *Ilustres sevillanos*, y coincido plenamente con él, «la carrera y el compromiso de Miguel Ángel Castro Arroyo en el ámbito académico, la gestión universitaria y la investigación han dejado una marca perdurable en la US y en la comunidad científica. Su liderazgo y dedicación siguen siendo una fuente de inspiración para las generaciones actuales y futuras». Un sevillano ilustre que lo mismo puede escuchar a Bach que a Manolo Caracol o a Víctor Manuel.

Miguel Ángel, compañero y amigo, que sigas cosechando éxitos y laureles en tu carrera docente, investigadora y de gestión, y que continuemos disfrutando muchos años de tu amistad. Esta Placa de Honor AEC que hoy recibes y has aceptado reconoce y recompensa todo tu esfuerzo y dedicación. Te felicito por ello y a mi felicitación se unen también nuestra AEC y los Químicos del Sur, su Colegio Oficial y la Asociación de Químicos de Andalucía.

Por último, felicito a los otros galardonados en este acto de apoyo a la ciencia y a todas las personas implicadas en su avance en nuestro país. Muchísimas gracias por su atención.

PEDRO JOSÉ SÁNCHEZ SOTO

Investigador Científico en el Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla (CSIC-US) y vocal del Consejo Rector de la AEC



De izquierda a derecha, Jesús Lancis, Miguel Ángel Castro y Manuel Jordán.

Placa de Honor de la AEC 2024 concedida a José Manuel López Nicolás

Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), Manuel Jordán Vidal, Rector de la Universidad de Sevilla(US), Miguel Ángel Castro Arroyo, autoridades académicas, señoras y señores, personas premiadas, amigos y amigas. Es un auténtico placer estar hoy ante ustedes para rendir homenaje al Profesor José Manuel López Nicolás. Hoy celebramos sus logros académicos, pero sobre todo su dedicación para difundir y divulgar la ciencia haciendo posible su comprensión por un público no especializado.

A nivel académico, López Nicolás es Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Murcia (UM), desde 1993. En 1997, alcanzó el grado de doctor por la misma universidad, obteniendo el Premio Extraordinario de Doctorado. Actualmente, es catedrático de Bioquímica y Biología Molecular en el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la UM. También es miembro de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia y miembro de la Academia de Gastronomía de la Región de Murcia. José Manuel López Nicolás fue investigador Ramón y Cajal y, actualmente, forma parte del Grupo de Excelencia Investigadora Bioquímica y Biotecnología enzimática, donde ha publicado más de 100 artículos en los campos de la bioquímica, nutrición o biotecnología.

López Nicolás ha participado en numerosos proyectos de investigación regionales, nacionales e internacionales, en muchos actuando como investigador principal. En el campo de la docencia, imparte clases en los grados de Biotecnología, Bioquímica y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. También es profesor en el Máster de Biología Molecular y Biotecnología, y ha dirigido diversas tesis doctorales en el campo de la enzimología y la encapsulación molecular.

En lo relativo a la gestión académica, fue coordinador del Centenario de la UM (2014-2016) y coordinador de la Unidad de Cultura Científica de dicha universidad (2017-2020). También es evaluador de diferentes programas nacionales de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Finalmente, ha realizado una intensa actividad de transferencia del conocimiento tanto a nivel industrial, donde ha participado en distintos contratos con empresas, como a nivel de comunicación científica a la sociedad.

Es autor de cuatro libros de divulgación científica, colaborador habitual de diferentes medios de comunicación y ganador de diversos premios nacionales e internacionales de comunicación científica. Entroncando con esta última faceta, hoy reconocemos su dedicación a la difusión y divulgación científica.

El conocimiento científico es una de las principales palancas para el progreso de las sociedades. Conocer y tener en cuenta la evidencia científica ayuda a tomar decisiones mejor informadas y optimizadas para maximizar su impacto positivo y reducir riesgos e incertidumbres. Solamente en este sentido se entienden iniciativas recientes como la puesta en marcha de la Oficina C del Parlamento o la Oficina Nacional de Asesoramiento Científico.

Vivimos en un mundo que enfrenta desafíos crecientes, como la transición energética, las resistencias antimicrobianas, el envejecimiento de la población o la llegada de la inteligencia artificial. También en un momento en que la desinformación se propaga más rápidamente que la verdad. Para abordar estos problemas, es esencial que la ciencia y la tecnología sean accesibles a la ciudadanía en general. Solamente así se podrá entender la importancia de la ciencia y su impacto en nuestra vida cotidiana. En este entorno, la comunicación científica nunca ha sido tan importante.

Difundir la ciencia también es el punto de partida para despertar las vocaciones científicas entre los más jóvenes. Pero comunicar la ciencia no es tarea fácil. Requiere una combinación única de experiencia, pasión y capacidad para traducir ideas complejas en conceptos accesibles. El profesor López Nicolás encarna todas estas cualidades, lo que le convierte en un líder en el campo de la divulgación científica.

Lo que realmente distingue al profesor López Nicolás es su compromiso por acercar los resultados de la ciencia a un público más amplio. A través de su popular blog, *Scientia*, ha conseguido atraer a miles de lectores con contenidos científicamente precisos y accesibles. Ha conseguido que el mundo de la ciencia sea accesible, cercano y, lo que es más importante, apasionante. Un blog que incluye secciones como: *Mentiras alimentarias*, *Avances en nuevos alimentos*. O artículos como: *¿Puede un blog de divulgación científica poner en jaque a una multinacional de la cosmética?* o *La surrealista relación entre las cremas del Mercadona y mi famosa barbacoa veraniega*.

Además, el profesor López Nicolás es autor de varios libros que acercan la ciencia haciéndola accesible a personas de todas las edades, como *Ciencia de los campeones*, que no son sólo informativos, sino que también están escritos siguiendo un estilo atractivo que capta la atención del lector. Tanto si se trata de explorar la ciencia que hay detrás de productos cotidianos como de desmontar mitos nutricionales, utiliza sus profundos conocimientos para dotar al público de las herramientas necesarias para tomar decisiones siguiendo la evidencia científica.

Como Vicerrector de Transferencia, Comunicación y Divulgación Científica de la UM, el profesor López Nicolás se ha propuesto fomentar una cultura de curiosidad científica.



De izquierda a derecha, Jesús Lancis, José Manuel López Nicolás y Manuel Jordán.

ca y diálogo. Ha desempeñado un papel decisivo en la puesta en marcha de numerosas iniciativas que tienden puentes entre los científicos y el público en general. Sus esfuerzos en este campo no han pasado desapercibidos. Ha recibido numerosos premios por su compromiso con la comunicación científica, tanto a escala nacional como internacional. Hoy nos enorgullece añadir un reconocimiento más en esa lista.

Lo que hace verdaderamente especial a José Manuel no es sólo su impresionante currículum, sino también su auténtica pasión por hacer que la ciencia sea divertida y accesible. En un mundo en el que la ciencia puede parecer a veces distante e inaccesible, él nos recuerda que la curiosidad está en el corazón de la naturaleza humana. Nos inspira a hacer preguntas, a cuestionar el *statu quo* y a no dejar nunca de aprender. Sin duda, su trabajo ha influido en cantidad de personas, desde estudiantes que acaban de iniciar su andadura científica hasta profesionales experimentados. Por todo ello, le debemos nuestra más profunda gratitud.

Al reunirnos para rendir homenaje al profesor José Manuel López Nicolás, no sólo celebramos sus logros individuales, sino también el impacto más amplio de su trabajo. Su dedicación a la divulgación científica ejemplifica la importancia de sacar la ciencia del laboratorio y llevarla a nuestra vida cotidiana.

Así que, sin más preámbulos, es para mí un gran honor entregar este premio al profesor José Manuel López Nicolás, un verdadero campeón de la ciencia, un educador excepcional y un comunicador inspirador.

Gracias, López Nicolás, por tus incansables esfuerzos para hacer del mundo un lugar más informado y científicamente curioso.

Gracias a todos.

JESÚS LANCIS SÁEZ

Catedrático de Óptica y Vicerrector de Investigación de la UJI

Respuesta del galardonado

Sr. Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), D. Manuel Jordán Vidal, y demás miembros del Consejo Rector, vicerrectores de diferentes universidades aquí presentes, autoridades académicas, resto de galardonados, familia, compañeros y amigos. Señoras y señores, muy buenas tardes.

Como no podía ser de otra manera, mis primeras palabras deben ser de agradecimiento a la AEC por este galardón. Es para mí un gran honor recibirlo. Este año he participado en más de cien eventos relacionados con la divulgación científica y la transferencia del conocimiento.



José Manuel López Nicolás.

Pues bien, les aseguro que este es el evento que más emoción me produce. El día que el profesor Enrique de la Rosa, ex director del Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), me llamó para informarme que el consejo rector de la AEC me había concedido la Placa de Honor 2024, jamás lo olvidaré. Gracias, querido Enrique.

Soy un firme defensor de la enseñanza pública. Estudié en el Colegio Público Nicolás de las Peñas de Murcia, luego en el Instituto de Enseñanza Secundaria Infante Don Juan Manuel y, finalmente, luego cursé la carrera de Ciencias Químicas en la Universidad de Murcia (UM), donde ahora mismo soy catedrático de Bioquímica y Biología Molecular en el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular-A.

Mi llegada al Departamento de Bioquímica y Biología Molecular fue gracias, sorprendentemente, a un suspenso en Química Orgánica. Yo tenía claro que iba a dedicarme a la Química Física, pero aquel suspenso me hizo no sólo estudiar, sino conocer profundamente la Bioquímica (la especialidad existente en la UM más parecida a la Química Orgánica) y acabé enamorado de ella. Todos los años les recuerdo a mis alumnos que un suspenso merecido puede cambiar (para bien) el destino de tu vida. Sin aquel suspenso hoy no sería catedrático ni sería integrante del Grupo de Investigación en Bioquímica y Biotecnología enzimática, de la UM, donde lidero la línea de encapsulación molecular.

Pero la Placa de Honor de la AEC no se me ha concedido

por mi labor puramente investigadora, sino por mi trabajo en pro de la transferencia del conocimiento y de la divulgación científica. Así que, a partir de este momento, me centraré en esta labor de transferencia.

Las universidades y otros centros de investigación tienen tres misiones fundamentales: la docencia, la investigación y la transferencia del conocimiento. De las dos primeras se ha escrito mucho, pero la tercera, la transferencia del conocimiento, es la gran desconocida para mucha gente. En este discurso, responderé a varias preguntas claves sobre esta tercera misión de muchos organismos científicos.

¿Qué es la transferencia social del conocimiento? Tradicionalmente, cuando en los centros de investigación nos referíamos a la transferencia del conocimiento, siempre nos venía a la cabeza el sector empresarial. Se asociaba al desarrollo de nuevos productos, de patentes, de *spin-off*... pero, desde hace pocos años, la transferencia del conocimiento se dirige a otros dos sectores: los gobiernos y la sociedad.

Para ilustrar con ejemplos este nuevo concepto de transferencia del conocimiento citaré algunas de sus aplicaciones en la lucha contra la COVID-19.

Respecto a la transferencia al sector empresarial y su importancia en la pandemia, la colaboración público/privada permitió a las empresas desarrollar en tiempo récord vacunas y fármacos. También estuvo detrás de la fabricación de mascarillas efectivas, de productos higiénicos, de respiradores... Pero jamás olvidemos que la clave del éxito de esta transferencia al sector empresarial reside en la investigación básica realizada en cientos de laboratorios de todo el mundo durante muchos años. Ya lo dijo Santiago Ramón y Cajal: «Cultivemos la ciencia por sí misma, sin considerar por el momento las aplicaciones. Estas llegan siempre, a veces tardan años, a veces, siglos».

Por otra parte, la transferencia del conocimiento a las diferentes administraciones y gobiernos permitió a nuestros mandatarios tomar decisiones basadas en el conocimiento científico. Nunca la ciencia había intervenido tanto en la toma de decisiones políticas como en esta crisis mundial, y esto debería ser, a partir de ahora, lo habitual. No volvamos atrás. En esta toma de decisiones políticas, se vio la importancia de la interdisciplinariedad de la ciencia.

Hace unos años, en un ejemplar que resultó ser premonitorio, la revista *Nature* proclamó en su portada que la interdisciplinariedad sería la herramienta que salvaría al mundo. No se equivocó. Gracias a la biología, conocemos los posibles animales transmisores del coronavirus; gracias a la medicina, sabemos tratar patologías asociadas a la infección por coronavirus; gracias a la química, desarrollamos productos desinfectantes; gracias a la biotecnología, fabricamos vacunas usando nuevas terapias; gracias a la ciencia de

los materiales, diseñamos filtros de protección. Pero no sólo las ciencias experimentales o de la salud ayudaron. Todas las disciplinas científicas, clásicas y modernas, pertenecientes a diferentes áreas de conocimiento (donde también incluyo a las ciencias sociales, jurídicas o las humanidades entre otras) pusieron su granito de arena.

Finalmente, la transferencia del conocimiento a la sociedad, a través de la comunicación científica, fue crucial en la batalla contra la COVID-19. Investigadores, periodistas, divulgadores, etc., contaron diariamente a la ciudadanía los avances que se producían en la lucha contra el coronavirus y las medidas más apropiadas que había que tomar para evitar el contagio. Pero la comunicación científica tiene otro objetivo importantísimo: la lucha contra las pseudociencias.

Siempre hay personas que, incluso en las situaciones más dramáticas, intentan aprovecharse de los demás. Con la pandemia lo vimos. No sólo las «noticias falsas» nos inundaron, sino que hubo gente que, aprovechándose del miedo de la sociedad, intentó vendernos productos o terapias que no sólo no son efectivas, sino que incluso pueden ser muy peligrosas. Pues bien, no conozco mejor herramienta que la divulgación científica para hacernos personas más libres, «entendiendo la libertad como la toma de decisiones basada en el conocimiento y en el espíritu crítico y no en mentiras, trampas o fraudes».

¿Qué objetivos tiene la transferencia social del conocimiento? A continuación, citaré los diez objetivos principales de transferencia del conocimiento.

1. Elevar la cultura científica de la ciudadanía promoviendo una sociedad que apueste por el conocimiento.
2. Poner en valor el papel que la ciencia y la tecnología juegan en nuestra calidad de vida diaria.
3. Entender mejor el mundo que nos rodea.
4. Explicar a la sociedad del uso que damos de sus impuestos.
5. Fomentar vocaciones científicas entre las nuevas generaciones.
6. Combatir las pseudociencias y promover el pensamiento crítico sin dogmatizar la ciencia.
7. Aumentar el prestigio social de la ciencia, ya que las actividades de prestigio son más susceptibles de financiación.
8. Estar actualizado de los últimos avances producidos en todas las áreas de conocimiento favoreciendo la investigación interdisciplinar.
9. Difundir los resultados de los grupos de investigación.
10. Hacernos personas más libres.

¿Qué conocimiento es el que hay que transferir? En primer lugar, es necesario recordar a la sociedad continuamente que hemos llegado hasta la actualidad gracias a otros grandes descubrimientos científicos del pasado como la

potabilización del agua, el descubrimiento de los antibióticos o los avances en las técnicas de diagnóstico médico.

Además, se debe mostrar a la sociedad los grandes avances actuales como la histórica llegada a Marte, las técnicas de edición genética, la primera fotografía de un agujero negro, la búsqueda de exoplanetas, la cada vez más efectiva lucha contra las enfermedades raras.

Pero hay algo que a veces se nos olvida y que, tras muchos años dedicado a la docencia, a la investigación y a la transferencia del conocimiento, estoy convencido de que es imprescindible para conseguir acercar definitivamente a la sociedad a la ciencia. Hay que hablar mucho más de la ciencia de las pequeñas cosas, de la ciencia de la vida cotidiana, de la ciencia del día a día, de la ciencia que nos permite tener la calidad de vida que tenemos.

¿Y dónde se encuentra la ciencia de las pequeñas cosas? En nuestras necesidades más básicas como son los alimentos, cosméticos o nuestra ropa. En nuestras aficiones, como el deporte, el arte, la gastronomía o la música. Incluso en los sitios donde menos se le espera, como en nuestras queridas tradiciones populares, se encuentra la ciencia y la tecnología: un simple castillo de fuegos artificiales no es otra cosa que «una Tabla Periódica de elementos químicos en el cielo». Recordemos la ciencia del pasado, fascinemos con la ciencia del futuro, pero, sobre todo, hagamos ver la presencia de la ciencia detrás de las pequeñas cosas.

¿Quién debe transferir el conocimiento y a quién hay que dirigirse? No soy partidario de definir profesiones que deban dedicarse a transferir socialmente el conocimiento. En mi opinión, cualquier persona (periodista, investigador, divulgador, profesor, amante de la ciencia) que divulgue la ciencia de forma rigurosa y con un mensaje adaptado al grupo de población al que se dirige, puede transferir el conocimiento.

También se pueden usar diversos canales (conferencias, libros, radio, televisión, revistas, redes sociales, medios digitales) para transferir socialmente el conocimiento. Eso sí, hay que tener claro que no todos los canales son útiles para divulgar la ciencia a todos los grupos de población. Cada colectivo (niños, jóvenes, adultos) necesita el medio y el lenguaje más adecuado.

Las universidades, los organismos públicos de investigación y la transferencia social del conocimiento. Desde hace mucho tiempo, en las universidades y otros organismos públicos de investigación, muchos científicos se han dedicado a divulgar la ciencia. Sin embargo, tradicionalmente esas personas han actuado de forma individual. En mi opinión, estos centros deben no sólo crear las estructuras necesarias para hacer esta fundamental actividad (Unidades de Cultura Científica y Oficinas de Transferencia del Conocimiento), sino que deben dotarlas de personal, infraestructura y presupuesto adecuado para ello. Además,

deben colaborar con otras entidades que se dediquen a divulgar la ciencia.

Estimados colegas, la ciencia, junto con las artes, las humanidades, las letras y otras áreas de conocimiento, es una de las patas de una mesa llamada cultura. Pues bien, jamás olvidemos que las personas cultas son personas difícilmente manipulables capaces de tomar decisiones justas que conducirán a la sociedad al lugar que merece. Por tanto, quiero aprovechar este discurso para dar las gracias a todas las personas que transfieren socialmente el conocimiento, contribuyendo a formar una sociedad más culta, más justa y, por tanto, más libre.

Muchas gracias por su atención.

JOSÉ MANUEL LÓPEZ NICOLÁS

Catedrático de Bioquímica y Biología Molecular, y Vicerrector de Transferencia, Comunicación y Divulgación Científica de la UM

Placa de Honor de la AEC 2024 concedida a Fundación Instituto de Ecología Litoral

Estimados Presidente y Junta del Consejo Rector de la Asociación Española de Científicos (AEC), estimadas autoridades académicas y científicas, estimados galardonados y acompañantes, distinguidos miembros de la comunidad científica, autoridades presentes, señoras y señores.

Es para mí un honor y un verdadero privilegio estar aquí hoy para rendir homenaje al Instituto de Ecología Litoral, una institución que, durante más de treinta años, ha contribuido de manera importante a la investigación y a la conservación de nuestros ecosistemas marinos y litorales. Todos los patronos e instituciones que forman su Junta de Patronato han colaborado decisivamente en su labor científica, que se desarrolla mediante programas de investigación, estudios técnicos y actividades de educación ambiental plenamente consolidados.

El trabajo de esta fundación se enfoca principalmente en estudiar y proteger la biodiversidad marina y la calidad ambiental de las costas, especialmente en la Comunitat Valenciana, pero también, este compromiso con la conservación del litoral se lleva a cabo mediante estudios y proyectos en otras zonas del Mediterráneo.

En un mundo en el que cada vez es más necesario abordar el desafío de compatibilizar el desarrollo y el progreso económico con la conservación de la naturaleza y de los servicios ecosistémicos que de ella dependen, es innegable que la labor que desempeña el Instituto contribuye a aportar conocimiento científico y medidas de gestión basadas en la ciencia para que sean aplicadas por las administraciones con competencias en el medio litoral y marino.



De izquierda a derecha, Manuel Jordán, Juan José Berenguer y Jesús Lancis.

Los estudios y proyectos están enfocados fundamentalmente a entender la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas marinos y litorales. Esto incluye la investigación de hábitats tan diversos como son las praderas de fanerógamas marinas, los arrecifes costeros, las formaciones rocosas submarinas y las formadas por verméticos, corales y gorgonias, o las grutas marinas sumergidas y semisumergidas. Estos estudios no sólo buscan conocer su biodiversidad, sino también desentrañar las interacciones entre las distintas especies, analizar los factores ambientales y de origen antrópico que influyen sobre ellas y proponer medidas de gestión que aseguren su conservación.

Podemos destacar, en este sentido, la elaboración del catálogo de las dunas litorales del Mediterráneo español, las investigaciones en materia de conservación de la nacra (bivalvo protegido y endémico del Mediterráneo, hoy en grave peligro de extinción), la creación de la Red Nacional de Control de las Praderas de *Posidonia oceanica* (POSIMED), la elaboración del *Atlas de las Fanerógamas Marinas del Litoral Español* o las investigaciones sobre la calidad de las aguas litorales, entre otros muchos trabajos.

Fruto de toda esta labor y su compromiso con la excelencia científica, esta institución ha publicado más de doscientos artículos científicos de ámbito nacional e internacional, y ha presentado, en los congresos celebrados en las materias que estudia, un número superior a las cien comunicaciones.

Esta actividad científica le ha permitido, no sólo enriquecer el conocimiento en el campo de la ecología marina, sino también influir en las políticas públicas y en las estrategias de conservación. Los trabajos técnicos aplicados al medio marino y litoral es otro de los campos en donde han destacado, contando en su currículum con casi dos centenares de estudios de impacto ambiental, así como con un gran número de informes sobre las biocenosis de los fondos marinos que han servido como base científica para la consecución de otros tantos trabajos científicos y técnicos.

También hay que resaltar los estudios sobre la dinámica litoral y los procesos de erosión costera, que han tenido una importancia decisiva a la hora de la toma de decisiones en el ámbito de la gestión de las playas.

Han liderado una treintena de proyectos de investigación subvencionados por las administraciones autonómica, nacional y europea, participando como socio colaborador en más de cuarenta de estos proyectos. Han sido pioneros en los estudios sobre el papel que desempeñan los arrecifes artificiales a la hora de la protección y regeneración de los ecosistemas marinos, así como en la creación y gestión de las Reservas Marinas.

Debemos resaltar que el Instituto no sólo se ha limitado al estudio y a la investigación, sino que también ha asumido una responsabilidad activa en la preservación del entorno

litoral y marino. Su labor en el campo de la restauración de hábitats, la protección de las áreas vulnerables y el seguimiento de la biodiversidad ha sido fundamental para mitigar los efectos de la actividad humana en los frágiles y complejos ecosistemas marinos.

Además de su actividad científica, el Instituto brinda asesoramiento técnico y científico a diferentes administraciones públicas y empresas. Baste citar, en este sentido:

1. El seguimiento y la vigilancia del litoral valenciano frente a la implantación de algas invasoras.
2. El control de las praderas de *Posidonia oceanica* en la Comunitat Valenciana.
3. Los trabajos sobre biodiversidad marina aplicados a los bancos de datos científicos.
4. Los informes de seguimiento medioambiental de las actividades desarrolladas por las instalaciones de acuicultura en mar abierto y los emisarios submarinos.
5. La evaluación científica de los espacios marinos protegidos y de los arrecifes artificiales o los informes de compatibilidad con los objetivos de las estrategias marinas.

Este asesoramiento incluye también la evaluación de proyectos y de estudios de impacto ambiental en medio marino, y la implementación de medidas de mitigación para proyectos que puedan afectar al medio ambiente litoral.

En definitiva, gracias a su experiencia en la gestión costera y su conocimiento especializado en la ecología marina, esta fundación ayuda a tomar decisiones informadas en las políticas de conservación y en el desarrollo de las infraestructuras costeras, tan necesarias para nuestra economía.

La educación ambiental es otro de los ejes clave de su actividad, concienciando a la sociedad sobre la importancia de conservar el entorno litoral. Exposiciones, itinerarios naturales, conferencias, talleres didácticos y materiales divulgativos han sido la base de los programas de educación ambiental dirigidos fundamentalmente a los escolares, pero también para todo tipo de público. Con ello, han contribuido a la formación de estas personas, inculcándoles un valor tan necesario como es el respeto al entorno natural y acercándoles la ciencia para forjar una sociedad más comprometida y respetuosa con el medio ambiente.

En el campo de la formación, y merced a la obtención de seis proyectos cofinanciados por el Fondo Social Europeo, han abordado la cualificación de más de cuatro centenares de trabajadores de los sectores pesquero, turístico, náutico, de la vigilancia e información ambiental y de la limpieza y conservación de las playas, todos ellos actuando en la gestión sostenible de los recursos ambientales litorales y en el desarrollo de buenas prácticas profesionales.

También es importante destacar la labor desarrollada en el ámbito de la formación de estudiantes de educación

secundaria y universitaria. Son muchos los alumnos de los distintos ciclos formativos de enseñanza secundaria relacionados con las Ciencias Medioambientales los que han disfrutado de periodos de prácticas en el Instituto. Se han formado estudiantes de grado y máster de las facultades de Biología, Ciencias del Mar y Ciencias Ambientales de un gran número de universidades públicas y privadas, españolas y de otros países, teniendo la oportunidad de aprender y de aplicar sus conocimientos a los distintos proyectos de investigación y a los trabajos técnicos que se realizan en esta fundación.

El Instituto de Ecología Litoral es también un brillante ejemplo de cooperación interdisciplinaria, participando en proyectos colaborativos a nivel nacional e internacional. Su capacidad para establecer alianzas con universidades, centros de investigación y organizaciones ambientalistas ha permitido un intercambio enriquecedor de ideas y conocimientos, potenciando la conservación medioambiental, mejorando las buenas prácticas y ampliando el saber científico sobre los ecosistemas marinos, fomentando a su vez la colaboración en el desarrollo de las tecnologías que ayuden a enfrentar desafíos tan importantes como son la pérdida de la biodiversidad o la restauración de los ecosistemas degradados, entre otros.

Hoy, al rendir homenaje al Instituto de Ecología Litoral, reconocemos su inestimable contribución a la ciencia, a la sociedad y al futuro de la conservación de nuestros mares y costas. Celebramos su compromiso inquebrantable con la naturaleza y el bien común. Su trabajo nos recuerda que la defensa de nuestro litoral es una tarea de todos y que la ciencia, guiada por el respeto a la naturaleza, debe ser el motor que impulse la compatibilidad del justo avance de la sociedad con la conservación del medio ambiente.

Voy terminando ya estas breves palabras. En el futuro, y gracias al apoyo de la Presidencia, que en la actualidad la ostenta la Diputación Provincial de Alicante, del Ayuntamiento de El Campello, que siempre ha sido uno de los principales valedores de la fundación, sin cuya decidida ayuda este proyecto no sería posible, de las universidades de Alicante y Miguel Hernández de Elche y de todos los miembros de su Patronato, el Instituto de Ecología Litoral indudablemente va a seguir trabajando en la investigación por la conservación de nuestro patrimonio natural.

En nombre de todos los presentes y de aquellos que han tenido el privilegio de trabajar y aprender de esta institución, quiero agradecerles su ejemplo, su dedicación y su incansable esfuerzo en favor de la buena salud de nuestro mar.

Nuestro mar, que incesantemente lame las tierras y los cantiles, las playas arenosas y las pedregosas, que susurra su antiquísima canción una y mil veces repetida, que se nos presenta rico en facetas, deslumbrante de belleza. Un mar siempre diverso y siempre igual a sí mismo, espuma emanada de los antiguos dioses de los griegos y de los

romanos. Ese es nuestro mejor patrimonio. Esa es paradójicamente nuestra tierra: nuestro mar.

Muchas gracias.

GABRIEL SOLER

Director Científico del Instituto de Ecología Litoral

Respuesta del galardonado

Consejo rector de la Asociación Española de Científicos (AEC), representantes de los organismos distinguidos, estimado Gabriel Soler, director científico del Instituto de Ecología Litoral, señoras y señores.

Muy buenas tardes a todos y muchísimas gracias por reconocer a nuestro Instituto de Ecología Litoral con la Placa de Honor de la AEC 2024, que para nosotros supone un reconocimiento explícito de la comunidad científica al trabajo que desarrollan los expertos del Instituto a lo largo de todo el año, contribuyendo con ello a la conservación de los ecosistemas marinos, litorales y terrestres a través de la investigación, realización de trabajos técnicos, asesoramiento y el fomento del respeto a nuestro entorno natural. Entre sus empeños, como ha señalado en su intervención Gabriel Soler, destaca la conservación de los ecosistemas marinos del litoral mediterráneo, con especial énfasis al seguimiento y conservación de las praderas de *Posidonia oceanica*.

Recojo esta distinción hoy en mi doble calidad de alcalde de El Campello, municipio que acoge la sede física del Instituto de Ecología Litoral, y vicepresidente de la entidad: unos cargos de los que me siento orgulloso.

De los cometidos y fines de ese organismo, ya les ha hablado su director científico, por lo que a mí me corresponde el capítulo de agradecimientos, en primer lugar, a todo el equipo de científicos que encabeza Gabriel, gerencia, investigadores de las áreas de trabajo marina y terrestre, sin olvidar al personal administrativo. Todos ellos forman una gran familia unida por unos mismos objetivos y, sobre todo, su empeño por defender el medio ambiente e inculcarnos a todos hábitos de conductas que nos lleven a su respeto y conservación. Me refiero a Ricardo Lumbreras, Juan Eduardo Guillén, David Gras, Joaquín Martínez, Santiago Jiménez, Paula Pérez, Diego García, Alejandro Triviño, María Vicedo y Asunción Martínez.

Y no puedo olvidar a los que antes que ellos trabajaron en el organismo, ni a los que, sin la menor duda, se incorporarán en años venideros para seguir avanzando y profundizando en la misma línea. Hoy son once profesionales que nos han traído hasta aquí para recibir este reconocimiento. Profesionales que han dado forma con el paso de los años a una institución muy respetada en la Comunitat Valenciana, sobre todo, por el rigor de sus investigaciones y la minuciosidad con la que acometen los trabajos.

¿Quién nos iba a decir que, 38 años después de aquel lejano 1986 en que se decidió crear el Instituto, nos íbamos a encontrar en un acto como este de reconocimiento de la comunidad científica española?

Fuimos unos cuantos los que creímos en el proyecto y, poco a poco, ese listado ha ido creciendo hasta que, entre todos, hemos conseguido sumar nada menos que a la Universidad de Alicante, la Universidad Miguel Hernández de Elche, la Mancomunidad de L'Alacantí, los Ministerios de Pesca y Transición Ecológica, la Conselleria de Agricultura, Agua, Ganadería y Pesca, la Conselleria de Medio Ambiente, Infraestructuras y Territorio, y los ayuntamientos de El Campello, Alicante, Benidorm, Orihuela, Santa Pola, Calp, Guardamar del Segura, Pilar de la Horadada y Teulada. Además, por supuesto, de la Diputación Provincial de Alicante, que ostenta la presidencia en la figura de Toni Pérez, presidente de la institución pública supramunicipal, que, por motivos de agenda, no ha podido venir hoy para recoger personalmente la Placa de Honor de la AEC 2024.

El Instituto de Ecología Litoral nos une a todos, y sin duda iremos sumando más apoyos que servirán para seguir avanzando. Nuestros ecosistemas necesitan de vuestro trabajo y de vuestra divulgación.

Muy buenas tardes a todos, y gracias por escucharme.

JUAN JOSÉ BERENGUER

Alcalde de El Campello y Vicepresidente del Instituto de Ecología Litoral



Juan José Berenguer.



De izquierda a derecha, Jesús Lancis, Isabel Portero y Manuel Jordán.

Placa de Honor de la AEC 2023 concedida a Biohope Scientific Solutions

Un año más nos reunimos en la entrega de las Placas de Honor de la Asociación Española de Científicos (AEC) para reconocer el esfuerzo y el talento dedicado en España a la generación de conocimiento, a su difusión y a su aplicación en beneficio de la sociedad. Este año tengo el honor de presentar los méritos de Biohope Scientific Solutions, empresa dedicada al desarrollo de herramientas de medicina personalizada de precisión que permitan un conocimiento profundo del paciente de enfermedades inflamatorias crónicas para lograr un mejor tratamiento.

Cabe destacar y reconocer la transferencia como una genuina actividad investigadora que ha avanzado bastante en nuestro país, aunque quizás no todo lo necesario para avanzar en la senda de la economía basada en el conocimiento. La AEC siempre lo ha tenido entre sus fines, como lo demuestra el hecho de que ya en la primera edición de las Placas de Honor, allá por 1998, fue galardonada la Fundación Cotec, cuya misión era y es promover la innovación como motor de desarrollo económico y social. Posteriormente, se ha ido reconociendo la labor de una meritosa, aunque limitada por nuestras posibilidades, lista de empresas de base tecnológica.

Seguro que habéis oído en alguna ocasión la frase,

atribuida al Dr. Marañón entre otros, «no hay enfermedades sino enfermos». Además de un llamamiento a la humanización de la medicina, la frase ha resultado ser premonitrice para algunos grupos de enfermedades de extraordinaria complejidad, como las inmunológicas y las neurodegenerativas, las cuales, por cierto, aparecen en muchos casos interrelacionadas por procesos inflamatorios crónicos, que son el campo de investigación y desarrollo de Biohope.

Presentar a Biohope no sólo es un honor, como dije anteriormente, sino también un placer, pues conozco a la Dra. Isabel Portero, su fundadora, desde 2008 o 2009.

Fundada en 2015, Biohope emplea en la actualidad a 22 profesionales. Tiene ya un producto comercializado, IMMUNOBIOGRAM®, para su aplicación en trasplantes de riñón, y al menos otros dos en desarrollo avanzado, uno para artritis reumatoide y otro potencial tratamiento anti-inflamatorio con anticuerpos monoclonales. Ha recibido financiación europea y varias distinciones nacionales e internacionales, a las cuales se une hoy nuestro reconocimiento.

La exitosa labor de Biohope, fruto de la dedicación y el talento de su equipo de trabajo, se entiende mejor por la trayectoria de Isabel, quien también se merecería una Placa de Honor. Isabel, médica con inquietudes científicas, tuvo un sueño y se arriesgó, en sus propias palabras, pero no antes de haber atesorado una excelente preparación. Docto-

ra en Medicina, ha participado en el diseño y desarrollo médico-científico de nuevos fármacos y biomarcadores con aplicación a la salud humana en empresas de base tecnológica. También ha tenido labor docente e investigadora en varias universidades, así como de consultoría científica.

Durante muchos años, tampoco quiso perder el contacto con los pacientes. Me impresionó mucho de Isabel el hecho de que, durante una de sus experiencias en una empresa de base tecnológica, mantuviera las guardias de fin de semana en un servicio hospitalario de urgencias para no perder el contacto con los pacientes. Y este compromiso con los pacientes ha guiado la actividad de Biohope, siendo un aspecto esencial, aunque no el único, que ha hecho a esta empresa merecedora de una Placa de Honor de la AEC.

ENRIQUE DE LA ROSA

Investigador Científico del Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB-CSIC) y Vicepresidente primero de la AEC

Respuesta de la galardonada

Estimados miembros del Consejo Rector de la Asociación Española de Científicos (AEC), queridos colegas, amigos y familiares. Es un honor y un privilegio estar aquí hoy en representación de Biohope y quiero comenzar agradeciendo sinceramente este reconocimiento. Este premio es un reflejo del trabajo arduo y la dedicación de nuestro equipo desde el primer día, al que tengo el honor de representar hoy aquí.

La historia de Biohope comenzó de la nada, lo cual la convierte en una *rara avis* de las pymes de biotecnología. Esto es así porque partió de una idea que tuve, sin estar yo vinculada a un centro de investigación en aquel momento, donde me dejaran hacer el proyecto.

Por lo tanto y, aunque quede mal decirlo, Biohope es el testimonio de una visión personal; pero también es el resultado del trabajo de muchas personas, que de forma directa e indirecta, me han seguido en esta visión y han tenido conmigo el coraje y el tesón de convertir una idea en una realidad.

El hecho de ser médico lo ha marcado todo. Muy al principio de esta historia, me había dado cuenta de que la Medicina Personalizada es un tren imparable, es uno de los ejes vertebradores de la medicina del siglo XXI, junto con la inteligencia artificial. Ya no se conciben los tratamientos como un «café para todos», como cuando yo estudiaba medicina hace ya 30 años en la Universidad de Salamanca.

Recuerdo como en la oncología del pasado siglo, más allá de la cirugía y la radioterapia, el tratamiento médico fundamental se basaba en la prescripción de las famosas

«líneas de quimioterapia». Dichas combinaciones eran las mismas para todos los pacientes que presentaban determinados perfiles clínicos; y se iban numerando según se iban «consumiendo» o utilizando, en una constante búsqueda de acertar en la diana y obtener resultados. El hecho de utilizar el término «acertar» no está lejos de la realidad que vivíamos en aquella época. Hoy en día, la oncología se articula en torno al concepto «Oncología de Precisión», de modo que antes de prescribir ninguno de los modernos tratamientos «dirigidos» (la mayoría hacia dianas celulares determinadas), se analiza el tumor y se determina de antemano qué fármacos podrían ser los más eficaces para un paciente en concreto. Esto aplica a medicamentos basados en proteínas, RNA, péptidos de todo tipo, incluida la inmunoterapia celular, las famosas CAR-T, que son también un producto biotecnológico personalizado a nivel de paciente.

La Medicina Personalizada ya se estaba estableciendo en oncología desde la primera década de este siglo; y a mí me pareció que, efectivamente, la medicina en general debía seguir estos derroteros en cualquier área.

Como Médico Internista, había tenido la oportunidad de afrontar numerosos retos clínicos en los hospitales en los que he trabajado y me daba perfecta cuenta que, detrás de la oncología, el siguiente gran campo por actualizar (por decirlo de alguna manera), es el de las enfermedades inflamatorias. Dice Stefan Oschmann, CEO del grupo farmacéutico Merck hasta hace pocos años y socio actual de Biohope, que «la inflamación es la nueva oncología». Hablamos de cientos de enfermedades y condiciones, muchas de ellas de naturaleza autoinmune o mediadas por disregulación inmunológica.

Dentro de este campo tenemos enfermedades como las artritis, las enfermedades inflamatorias intestinales, la esclerosis múltiple, el lupus, los trasplantes de órganos (cuyo rechazo es un fenómeno inmunológico), etc. Son cientos de millones de personas en el mundo con este tipo de patologías. En todas ellas, el esquema de tratamiento para frenar la cascada inflamatoria es empírico, o si se quiere decir de otro modo, tipo «ensayo/error».

En la práctica, en enfermedades como la artritis reumatoide (una de las más prevalentes), se realizan esquemas de «intensificación de tratamiento», que incluyen tres líneas o cambios consecutivos, de promedio, hasta controlar la enfermedad. Mucho tiempo perdido, dolor para los pacientes con los procesos inflamatorios activos, pérdida de calidad y años de vida y enormes costes asociados. De hecho, el principal objetivo de tratamiento es detener la inflamación cuanto antes, porque el tiempo es oro, la inflamación conduce a cambios irreversibles por fibrosis que no tienen vuelta atrás y llevan a mala función de los tejidos y órganos afectados. La fibrosis, que es causada por una disfunción en los fenómenos de inflamación crónica y reparación, está detrás de al menos un 50 % de los fallos en tejidos y órganos en múltiples enfermedades. La mortalidad

asociada cuando se trata de órganos vitales como el pulmón o el corazón, supera el 50 % en 3-5 años.

Con esta visión, me sorprendía por qué el desarrollo de biomarcadores de respuesta a los medicamentos, para personalizar el tratamiento médico, se habían desarrollado tanto en oncología y no había prácticamente ninguno en enfermedades inflamatorias crónicas. Los oncólogos estaban ya subidos al tren bala del siglo XXI y otros especialistas estábamos tratando fibrosis pulmonar, lupus, artritis, evitando el rechazo de los trasplantes etc., con los mismos principios que yo había aprendido en la Facultad de Medicina hace 30 años.

Por este motivo, hace varios años comencé a darle vueltas a una idea, que es bastante obvia: por qué no intentar hacer una contribución en este campo para los pacientes y desarrollar productos (biomarcadores) que permitieran saber de antemano qué fármacos le van a funcionar mejor a qué pacientes en las enfermedades del sistema inmunológico; intentando dar en la diana desde el principio y sin usar al propio paciente de «conejiillo de indias». Cuando me planteé cómo abordar un proyecto de esta naturaleza, no tenía en ese momento la idea de fundar una empresa.

Yo había trabajado previamente, además de en varios hospitales, en un par de empresas farmacéuticas (MSD y Roche) y también en una empresa de Biotecnología (Cellerix, que luego pasó a llamarse Tygenix y fue finalmente adquirida por Takeda). En este camino, había aprendido dos cosas que resultaron fundamentales:

- Que la innovación no es sólo ciencia (salvo que solo se quiera publicar). Si se quiere que sea útil a la sociedad, tiene que ir acompañada de una orquesta de muchos instrumentos.
- Que podíamos salir del mundo estrictamente molecular para conseguir productos útiles (medicamentos, tests clínicos, etc.), entrando en el mundo de lo vivo como sujeto tecnológico que ofrece respuestas.

Comenzando con el segundo punto, pensé en cómo se podía resolver el problema y por qué no se había resuelto antes. Desde luego, debía ser difícil, porque si no alguien lo habría hecho. Lo que pensé fue lo que pensamos todos los que nos hemos puesto alguna vez a meternos con la inmunología: que es un lío. Es un campo que involucra múltiples células que pasan por varios estados y que son muy plásticas fenotípicamente, muchas vías enmarañadas donde no es sencillo aislar un camino claro con un principio y un final.

De alguna manera, la inmunología me recordaba un poco a ese antiguo juego de niños en el que se echaba una moneda por arriba en un panel y era imposible averiguar, después de pasar hacia abajo por varios caminos, dónde iba a terminar. Podías echar la moneda muchas veces que no iba a terminar en la misma posición abajo, debido a los numerosos factores, algunos incluso por azar, que influyen

en su camino. Un día pensé que, tal vez, debía dejar el sistema completo intacto y simplemente hacer un «test de punto final», ver cómo reaccionaba el sistema completo y no fijarme en una vía específica. Un sistema completo debía integrar los genes de partida, la expresión génica, la traducción a proteínas y su expresión en múltiples puntos del aparataje celular, moléculas de señalización, interacciones etc., muchas cosas.

La única manera que se me ocurrió de hacer esto era manteniendo las células del sistema inmunológico en cultivo, vivas, completas y relacionándose entre sí; y ver si tenía suerte de que el modelo completo pudiera arrojar alguna luz sobre la respuesta a los fármacos, que son precisamente los moduladores celulares que administramos a los pacientes y viajan por la sangre. Es decir, las células del sistema inmunológico están en todo el cuerpo, pero es cierto que las fundamentales orquestadoras de la respuesta adaptativa, los «generales de la inmunidad», los linfocitos T helper, pasan parte de su existencia circulando en la sangre donde encuentran los medicamentos que son administrados para modular la inmunidad. De hecho, el target principal de los medicamentos inmunosupresores son precisamente los linfocitos.

Por tanto, era concebible, aunque pudiera ser un poco naif pensarlo, que un cultivo de PBMCs (una fracción de los glóbulos blancos que fundamentalmente incluye linfocitos), obtenidas de un paciente concreto, podía funcionar como un banco de pruebas, ya que in vivo son las que determinan el alcance de la respuesta inmunológica a largo plazo en los pacientes.

La idea era cultivar las células y someterlas a un estímulo canónico que replicara lo que sucede fisiológicamente (una presentación de antígeno), para luego exponerlas a un panel de fármacos y comparar la potencia relativa de dichos fármacos para detener la activación y proliferación de las células en cultivo. En teoría, esa potencia in vitro debería correlacionar con la potencia in vivo. Era una «prueba de esfuerzo» para linfocitos.

Yo había trabajado previamente en Terapias Avanzadas, concretamente en Terapia Celular, campo en el que se utilizan células vivas como medicamentos. Por eso, usar células vivas como biomarcadores de respuesta terapéutica no me parecía nada descabellado.

Las farmacéuticas llevan décadas montando tests de potencia de futuros fármacos (moléculas candidatas), en los que se evalúa mediante curvas de dosis/respuesta, si la potencia relativa es suficiente y a qué rango de dosis sobre el target previsto, para dar luz verde a su desarrollo como medicamentos. Es parte de la Farmacología Clásica y no tiene nada de novedoso el evaluar la potencia de un fármaco sobre su target.

Lo bueno de mi aproximación, es que se trataba de crear

un test de potencia personalizado para el paciente, no sólo a nivel general o estadístico (como se haría en una Farma); con la generación de una curva de dosis/respuesta personal de cada paciente para cada fármaco del panel disponible, que permitiera compararlos entre sí.

Este modelo ya existe en otro campo, las enfermedades infecciosas, y para otro tipo de células, en este caso (sobre todo) bacterias. Se llama Antibiograma, y no es más que un test *in vitro* de potencia en el que se comparan varios inhibidores del crecimiento bacteriano entre sí, sobre un cultivo de bacterias extraído del tejido infectado de un paciente en particular, al que se quiere tratar. Es sobradamente conocido que la potencia *in vitro* de los antibióticos, que se llama «sensibilidad», se correlaciona con la eficacia *in vivo*.

Evidentemente, no es el único factor que influye en la eficacia. Es decir, un antibiótico puede ser muy eficaz sobre una cepa bacteriana, pero el paciente podría fallecer por sus malas condiciones clínicas. Sin embargo, no tiene mucho sentido usar antibióticos a los que el paciente es «resistente» (es decir, resistente es el microorganismo causante de la infección), porque las probabilidades de vencer la infección disminuyen notablemente.

Con este concepto de base, monté un proyecto que pretendía crear un antibiograma para los fármacos inmunosupresores, que llamé Inmunobiograma por analogía, basado en un cultivo estimulado de linfocitos sobre un soporte que permitiera crear curvas de dosis/respuesta para varios fármacos, personalizadas por paciente.

Pero dónde y cómo sacar adelante un proyecto como este no es cosa fácil. En el año 2014, yo estaba trabajando en varios sitios a la vez: en un hospital, hacía consultoría científica para terceros, tenía una colaboración con una universidad privada, donde estaba llevando a cabo un pequeño proyecto de Terapia Celular y daba clases en la Complutense como asociada. En la universidad privada tenía permiso para el uso compartido de uno de los laboratorios, donde precisamente estaba diseñando un cultivo linfocitario que permitiera comparar la potencia de potenciales medicamentos celulares. De hecho, a resultas de ese primer trabajo embrionario, había presentado una primera patente. Sin embargo, no podía quedarme allí ni se me facilitó la posibilidad.

Me quedó claro que ni esa ni otra universidad me iban a permitir continuar este proyecto, simplemente porque no estaba dentro de la institución como parte del personal docente y no era fácil entrar. Mi CV era (y es) muy atípico; y la alternativa, como profesora asociada de la Complutense, era inviable para conseguir el contexto que me permitiera sacar esto adelante. Un poco perdida, presenté un embrión de este proyecto a una de las primeras aceleradoras de startups que se crearon en Madrid: StartUp Alcobendas. Recuerdo que el proyecto lo presenté literalmente el día de nochebuena de 2013, desde el ordenador de mi madre en mi

ciudad natal, Salamanca. Para mi sorpresa, fue seleccionado y, de hecho, ¡quedó el primer clasificado! El premio para los 10 primeros proyectos clasificados era seis meses de aceleración en un *coworking* que habían organizado en Alcobendas. Básicamente, un puesto con acceso a internet y varias charlas formativas sobre lo que es una empresa.

En esos seis meses, me adentré en lo que ahora se llama el «mundo del emprendimiento» y tuve la oportunidad de conocer a varias personas que resultaron clave para Biohope tiempo después, como nuestro Director Financiero aquí presente, D. Francisco Tejera, y algunas personas más, como Esther Castellanos, a la que me referiré después.

Aprendí que no tenía ni idea de lo que supone una empresa, ni tenía conocimientos ni formación ni base suficiente para entrar en ese mundo; pero también me di cuenta de que, probablemente, era la única manera de sacar adelante mi proyecto, porque necesitaba libertad y capacidad de obrar.

Afortunadamente, varios amigos (por una parte) y personas que conocí en esa época y que resultaron extraordinarias, a las que les debo mucha gratitud, me ayudaron a montar un proyecto empresarial. Desde cero, porque como ya he dicho, la empresa no nace en el contexto de un OPI, que hubiera sido lo normal. Con esta ayuda y bajo el amparo de StartUp Alcobendas, Biohope nace en mayo del año 2015 en la oficina de un notario de Alcobendas.

De entre las personas que estaban ese primer momento, tengo mucho que agradecer en particular a dos: Francisco Tejera, que ha venido conmigo a este acto institucional, y Esther Castellanos. Francisco es economista con experiencia en varios sectores, incluida la Farma. Él me ayudó y lideró el ensamblaje del pequeño embrión «corporativo» de la empresa, cuando sólo estaba yo en ella. Hay muchas cosas que hacer en ese sentido, no sólo tienes que crear un proyecto científico y dotarle de estructura, tienes que crear una estructura empresarial que le dé cobijo. Sin Francisco, Biohope no existiría como la empresa que es. Su dedicación, lealtad y talento para navegar en las tormentas que azotan a una startup ha sido determinante. Nunca se bajó del barco en marcha, y sé que en un par de ocasiones ha estado a punto de hacerlo, pero al final siempre ha permanecido al pie del cañón ayudándome a sacar todo esto adelante.

Esther Castellanos fue la consultora que me ayudó a conseguir la primera financiación europea, cuando no éramos nadie, y que cambió el curso de la empresa. Le debemos mucho en la empresa, sin esa financiación el desarrollo tecnológico no hubiera sido posible. Además, muchos otros amigos me ofrecieron apoyo y consejo, personas que había conocido en todas las etapas profesionales que había ido atravesando previamente.

¿Con qué dinero fundé la empresa? Porque hace falta dinero, como es obvio. Pues el dinero vino de un mecenaz-



Isabel Portero Sánchez.

go, como en el Renacimiento, de una familia «con posibles». ¿Por qué me dieron dinero? Por gratitud y porque habían visto cómo trabajo. Una persona de la familia y yo habíamos coincidido en la Fundación Retina, una asociación de pacientes donde yo era voluntaria: ayudé sacar adelante varios proyectos e incluso llegamos a investigar en enfermedades degenerativas de la retina sin presupuesto, a base de favores. Esta persona tenía un problema de visión y un buen día, en una cafetería, me dijo que quería ayudarme con mi proyecto. Yo no sabía que ella de hecho podía ayudarme, nada hacía sospechar su procedencia familiar. Le propuse ir al 50 %, ella ponía un dinero inicial y yo el trabajo. Esto se articuló en unas cuentas en participación, en las que ella ponía una «pequeña» cantidad para arrancar.

Con ese dinero, me fui al antiguo Parque Científico de Madrid, en ese momento ya una incubadora privada (que era barata) y alquilé 1/3 de un pequeño laboratorio por el precio de un apartamento en la ciudad. Es decir, no tenía laboratorio propio, compartía con una pyme de genética. Esto resultó bueno en los primeros momentos, porque el director de esa pyme me ayudó a aterrizar y me dio muy buenos consejos. También contraté a un científico para empezar la experimentación y el desarrollo de lo que acabaría siendo Immunobiogram. Yo era la única que no cobraba, para ganarme la vida seguía trabajando en la Complutense de Asociada y hacía consultoría para terceros. Lo que sí hice fue dejar el hospital.

A partir de ahí, comienza la historia de Biohope como empresa. Han pasado nueve años y muchísimas cosas. Durante este tiempo, ha habido muchas personas que han

hecho una contribución importantísima al desarrollo de la tecnología, a su validación clínica, a su difusión, la financiación, la creación de la estructura empresarial y la propia cultura de empresa, etc. El listado no es pequeño y no es el momento de hacerlo en este acto, pero salvo algunas excepciones que pasaron por la empresa con poca fortuna, el resto de profesionales han hecho una contribución fundamental a su desarrollo, que es el desarrollo de todos los que la conformamos. Porque una empresa son las personas que la forman.

Podría hablar horas de lo que ha supuesto este camino, pero para no hacer el discurso más largo, prefiero ofrecer unas enseñanzas clave que he vivido durante estos años:

Emprender es convertirse en empresaria, cuanto antes lo asimiles, mejor. Es un hecho que no se puede disfrazar. Tiene implicaciones vitales y legales que nadie te explica.

1. No todos los empresarios somos el demonio. Cuando un científico acaba montando una empresa, no está inmerso en todo lo que entra en el imaginario colectivo de este país sobre los empresarios. Un empresario científico es otra cosa, es un científico que ha tomado ese camino para hacer una contribución, que es el fin último que tiene en su corazón. Un empresario científico «no se ha pasado al lado oscuro», como piensa mucha gente, simplemente está en otro eslabón de la cadena de valor hacia la sociedad. Para un empresario científico, la empresa es un medio, no se crea la empresa para «dar un pelotazo», sino para hacer una contribución relevante, junto con los OPIs y otros muchos agentes necesarios que deben colaborar (inversores, administración pública, etc). Obviamente, en una empresa, los que ponen el dinero, los inversores, quieren recuperarlo con unos beneficios, pero si las cosas se hacen bien, eso viene de la mano. Pero el orden de los factores sí altera el producto: se genera beneficio económico porque se benefician los pacientes, lo primero siempre son los pacientes.

2. Una empresa tecnológica es un ente importante y necesario. Sobre todo, porque desde un OPI no se puede hacer fácilmente traslación de la innovación a la práctica, al menos en salud humana. Ambas entidades, OPI y empresa, tienen el deber de colaborar y salvar sus (por desgracia) enormes barreras, sobre todo de mentalidad, para de hecho llevar a la sociedad innovación relevante. Todos somos parte de una cadena de valor necesaria.

3. Con honrosas excepciones, las personas con las que empiezas una aventura de este tipo no suelen ser con las que la terminas. Una startup de tecnología es una entidad que crece y se desarrolla a toda velocidad y poca gente se adapta a tantos cambios en tan poco tiempo. El camino de la profesionalización es duro, las necesidades van cambiando y se necesitan distintas habilidades y perfiles en cada una de las etapas; y hay gente que no puede o no quiere adaptarse. Es como la evolución de las especies a cámara rápida. Sin embargo, más vale acertar con los compañeros de viaje, porque tus compañeros lo son todo. La empresa son las personas que la

conforman. De hecho, hay que cuidar muchísimo a tu gente en una *startup* de tecnología.

4. La aventura de una empresa tecnológica es de enorme riesgo y pasas por muchos baches. En cierto modo, y salvando las distancias, se parece un poco a la circunnavegación del globo de Magallanes/El Cano. Elcano y 18 tripulantes llegaron de regreso a Sanlúcar de Barrameda en harapos y desnutridos, agotados, pero después de haber conseguido una hazaña enorme. Sacar adelante una empresa de este tipo sigue siendo un poco una hazaña para el equipo que la conforma, en este país. Hay que ser muy resistente y tener mucho compañerismo para navegar en las tormentas que te encuentras por el camino.

Hoy Biohope es una pyme de 20 profesionales, un 70 % personas directamente relacionadas con el I+D. A fecha de hoy, estamos introduciendo nuestro primer producto en los hospitales: Immunobiogram para personalizar el tratamiento inmunosupresor en trasplante de riñón. Este mes hemos recibido nuestros dos primeros pedidos. Esperamos y confiamos que podamos ayudar de forma significativa a los pacientes trasplantados de riñón a los que se les ha hecho el test para «acertar mejor» con la medicación y evitar así rechazos e infecciones oportunistas.

Nueve años después de su fundación, recuerdo las largas jornadas de trabajo, llenas de debates, conflictos, grandes ideas y, a veces, frustraciones. Cada uno de nosotros aportó su propia experiencia y perspectiva y juntos forjamos un camino dentro del mundo de la innovación biotecnológica, que sigue nuestra misión específica en la Medicina Personalizada como la estrella del Norte.

A lo largo de este viaje, hemos tenido la suerte de colaborar con instituciones, investigadores y comunidades que comparten nuestra visión. Cada paso que hemos dado ha sido un recordatorio de que, cuando trabajamos juntos, podemos lograr cosas extraordinarias. Este premio es un reconocimiento a todos esos esfuerzos y a la dedicación de profesionales que ha colaborado con nosotros, en centros de investigación, hospitales, administración pública, consultores, inversores, etc. También quiero agradecer a nuestras familias y amigos, quienes han estado a nuestro lado en este viaje, brindándonos su apoyo incondicional. Sin ellos, nada de esto sería posible.

Este premio nos motiva a seguir adelante con nuestra misión de la Medicina Personalizada aplicada a las enfermedades inflamatorias crónicas. En Biohope, creemos que la biotecnología tiene el poder de mejorar la vida de las personas y nosotros ponemos todo nuestro empeño en poner nuestro granito de arena en esta gran Historia.

Muchas gracias a todos.

ISABEL PORTERO SÁNCHEZ

Fundadora y CEO de Biohope Scientific Solutions

Discurso de clausura del acto de entrega de placas de la AEC

Rector de la Universidad de Sevilla, Vicerrectores y Vicedecanos, estimados miembros de la Asociación Española de Científicos (AEC), gerente de RUVID, autoridades académicas y científicas, queridos colegas, señoras y señores.

Es un honor para la Universitat Jaume I de Castelló (UJI) ser la anfitriona de este acto de entrega de las Placas de Honor de la AEC. Y lo hacemos, precisamente, en la sede de la Ciudad de la UJI, la Lonja del Cáñamo, un edificio histórico y un espacio que queremos impulsar como punto de encuentro entre la universidad y la sociedad.

Hoy celebramos el reconocimiento a quienes han dedicado su trayectoria a un propósito tan loable como el de generar y compartir conocimiento, la base sobre la que pivota el progreso y el bienestar social. A todos ellos, mi sincera enhorabuena.

Permítanme, en primer lugar, agradecer a la AEC su trabajo incansable en defensa de la investigación científica y la divulgación del conocimiento. Esta institución ha sido, desde sus inicios, un pilar fundamental para la promoción de la ciencia, contribuyendo no sólo a dar visibilidad al trabajo de nuestros investigadores e investigadoras, sino también a fomentar una cultura científica en nuestra sociedad. Una sociedad que, más que nunca, necesita comprender el valor de la investigación para afrontar los grandes retos del presente y del futuro.

En este contexto, quiero aprovechar la ocasión para destacar la importancia de promover la investigación, no solo en términos de producción científica, sino también de su difusión, su impacto y su utilidad para la sociedad. La investigación no puede ser un proceso aislado; debe estar al servicio de las personas, de los desafíos que enfrentamos como sociedad y de la construcción de un futuro más justo, sostenible e inclusivo.

La divulgación científica, entendida como el puente entre la actividad investigadora y la sociedad, juega un papel clave en este proceso. La ciencia debe ser accesible a todos, debe despertar la curiosidad y debe mostrar cómo el conocimiento tiene el poder de transformar el mundo.

Sin embargo, este impacto positivo no se logra de forma aislada. Requiere del esfuerzo conjunto de instituciones, personal investigador, administraciones públicas y, por supuesto, de fundaciones y asociaciones como la que hoy nos reúne.

Desde la UJI, compartimos plenamente este compromiso con la investigación. Nuestra universidad nació con una clara vocación investigadora y, desde entonces, hemos trabajado incansablemente para consolidarnos como un

referente en la generación y transferencia de conocimiento.

En este sentido, quiero destacar que la UJI es una de las universidades españolas que ha obtenido el sello de excelencia HRS4R (Human Resources Strategy for Researchers), otorgado por la Comisión Europea. Este reconocimiento refleja nuestro compromiso con la investigación ética y responsable, con la promoción del talento investigador y con la creación de un entorno académico que respeta y fomenta los más altos estándares de calidad.

También hemos sido una de las primeras universidades en contar con un plan de acción para la reforma del sistema propio de evaluación de la actividad científica a través de nuestra adhesión a CoARA.

Esta estrategia se elabora para mejorar la calidad, la ejecución y el impacto de la investigación de la UJI y recoge los principios en los que deben basarse los criterios y los procesos de evaluación: la calidad y el impacto, la diversidad, la inclusión y la colaboración.

Y no nos detenemos ahí.

Nuestro Plan de Promoción de la Investigación y la Transferencia de Conocimiento se alinea con nuestra visión de universidad comprometida con la sociedad. Apostamos por proyectos que no solo contribuyan al avance del conocimiento científico, sino que tengan un impacto tangible y positivo en nuestro entorno. Porque creemos firmemente que la investigación debe ser una herramienta para construir un mundo más justo, inclusivo y sostenible.

La labor que desarrollamos en la UJI sería imposible sin el talento y la dedicación de nuestros investigadores e investigadoras. Y para apoyarlos, trabajamos para consolidar la gobernanza ética de la investigación y generar un entorno laboral estimulante y favorable para la realización de la actividad investigadora. Y que ello contribuya de manera necesaria a promover una actividad científica al servicio de la sociedad y que aporte soluciones reales.

Y los resultados que estamos obteniendo, avalan esa apuesta y nos animan a seguir trabajando por y para la ciencia. Solo por citar algunos ejemplos, en cuanto a la investigación y la innovación, cuando todavía estamos a mitad de vigencia del programa Horizonte Europa, en la UJI ya hemos captado 9,8 millones de euros, casi la misma financiación de todo el programa marco anterior.

Igualmente, hemos incorporado investigadores e investigadoras que permiten el despliegue de líneas de investigación innovadoras y, de este modo, ampliar nuestra capacidad de científica gracias a la obtención de fondos europeos en convocatorias estatales competitivas.

Y con 4,8 millones de euros, también representamos el 15 % del presupuesto asignado a las universidades públi-

cas, por encima de nuestro peso porcentual en volumen de estudiantes, en convocatorias de proyectos de I+D+i de la Generalitat Valenciana.

Para concluir, quiero expresar mi más sincera felicitación a los galardonados y galardonadas en este acto. Vuestra trayectoria es un ejemplo de lo que significa dedicarse a la ciencia con pasión, rigor y responsabilidad. Sois un modelo a seguir para las nuevas generaciones de investigadores.

A la AEC, gracias por vuestra dedicación y por permitirnos, una vez más, ser partícipes de vuestro trabajo. Este acto es también una llamada a seguir trabajando juntos para fortalecer la investigación, garantizar su divulgación y asegurar su impacto en la sociedad.

En la UJI, seguiremos apostando por la investigación, no sólo como una de nuestras señas de identidad, sino como un compromiso ineludible con el desarrollo de nuestra comunidad y con el progreso global.

Muchas gracias.

JESÚS LANCIS SÁEZ

Vicerrector de Investigación y Transferencia de la UJI



Jesús Lancis.



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

www.umh.es



VIDAL

BODEGAS Y DESTILERÍAS

www.bodegasvidal.com