

EDITORIAL

La ciencia española en el siglo XXI: un camino hacia la igualdad

Todos los miembros de la Asociación Española de Científicos (AEC) sabemos que la Ciencia en España necesita tener a su disposición a todas las mentes talentosas, observadoras y curiosas. Sin embargo, no es menos cierto que es evidente la existencia de una enorme brecha de género debido a barreras, situadas durante siglos tanto en el ámbito académico como en el laboral, que han contribuido a que, todavía en nuestra sociedad, exista una falta de reconocimiento y apoyo para las mujeres científicas y tecnólogas, pese a sus valiosas aportaciones y su activo papel en el avance científico.

Hoy en día, pese a que la incorporación de la mujer a las ciencias y su presencia en la innovación son una realidad, la falta de representación de las mujeres y las niñas en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) está profundamente enraizada. Sólo alrededor del 28 % de las universitarias eligen carreras STEM en la educación superior. Según la UNESCO, sólo el 33 % de las personas dedicadas a la investigación son mujeres.

En España, los datos bibliométricos indican que el Índice de Techo de Cristal se incrementó en 2022 respecto a los dos años anteriores. En este sentido, 96 investigadores de instituciones españolas figuran en el 1 % de los científicos más citados del mundo. Del total, 85 son hombres y sólo 11 son mujeres.

Así pues, el techo de cristal sigue siendo una gran amenaza a combatir, no sólo por parte de las mujeres científicas o sociedades científicas como la AEC, sino por parte de toda la sociedad.

Si nos fijamos en el peso de los hombres y de las mujeres a lo largo de la carrera científica, en muchas instituciones se observa un claro patrón: hay muchas mujeres en la base, pero son pocas todavía las que cuentan con cargos de responsabilidad. Sólo hay un 22 % en plazas de mayor nivel o toma de decisiones (catedráticas de universidad o profesoras de investigación del CSIC); las matrículas de carreras científicas de mujeres son menos del 30 % y muchas abandonan, según las encuestas, debido al entorno hostil.

Además, en España las mujeres sólo reciben el 7 % de los principales premios científicos con una dotación económica importante, y en los libros de texto de secundaria y bachillerato la información sobre mujeres científicas es de menos del 8 %.

Aunque sigue siendo muy complejo generar vocaciones, en lo que antes era un mundo de hombres empiezan a abrirse algunas puertas. Y la noticia, sin duda más positiva, es que las mujeres dedicadas a la Ciencia y la Tecnología siguen luchando para abrir camino a todas las niñas. No debemos dejarlas solas, apoyémoslas con empeño e ímpetu.

En la AEC, contribuimos con nuestro granito de arena a este camino vocacional con el reconocimiento a través de nuestras Placas de Honor AEC anuales en la categoría de científicos y científicas. En la 24ª edición celebrada en noviembre de 2022 en la Universidad Miguel Hernández de Elche, distinguimos a cuatro científicas extraordinarias que, no me cabe duda, abrirán el camino a jóvenes investigadoras que seguirán su ejemplo y legado.

Desde la AEC continuaremos reforzando los lazos entre Ciencia y Sociedad, contribuyendo a que la ciencia, que tiene nombre de mujer, llegue a los hogares españoles a través de la difusión y la divulgación, y a que tengamos cada vez más representantes y dirigentes políticos que sean científicas o que, al menos, conozcan y estén al tanto de los avances científicos en las diferentes áreas de la ciencia.

Espero que este nuevo número de *Acta Científica y Tecnológica* sea atractivo y de interés.

Manuel Jordán
Presidente de la AEC

Director: Manuel Jordán Vidal

Editor: Enrique Ruiz-Ayúcar

Consejo Editorial: Enrique de la Rosa, Alfredo Tiemblo Ramos, Pedro José Sánchez Soto



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, Alfonso Navas Sánchez,
Pedro José Sánchez Soto, Pilar Sánchez Testillano y Francisco Pardo Fabregat

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

Servicios ecosistémicos e indicadores de calidad de suelos

JORGE MATAIX BENEYTO, MANUEL MIGUEL JORDÁN VIDAL

3

El plasma de acoplamiento inductivo y la generación de información multielemental de (bio)combustibles

JOSÉ LUIS TODOLÍ, RAQUEL SÁNCHEZ

11

La resiliencia en el sistema educativo español (LOMLOE) en la etapa de Educación Infantil

MARGARITA FERNÁNDEZ-ROMERO, FRANCISCO PARDO FABREGAT, RAFAEL FAYOS FEBRER

22

José Luis Todolí, catedrático de la UA, Premio GCTbA a la Transferencia de Tecnología

25

RESEÑAS DE LIBROS

El color de la ilustrada porcelana de L'Alcora.
Guillermo Monrós.

Análisis del cambio climático y medidas para la reducción del CO₂. Ana Delfina Martín Moreno.

26

IN MEMORIAM

Jorge Mataix Beneyto, 1945-2023

27

PLACAS DE HONOR DE LA ASOCIACIÓN

- Palabras del Presidente en el acto de entrega de las Placas de la AEC
- Fernando Tomás Maestre Gil
- Isabel Varela Nieto
- María Lois
- Dolores Eliche Quesada
- Revista Químicos del Sur
- Fundación Cellbitec
- Discurso de clausura del acto de entrega de las Placas de la AEC, Domingo Orozco

28

Servicios ecosistémicos e indicadores de calidad de suelos

JORGE MATAIX BENEYTO¹, MANUEL MIGUEL JORDÁN VIDAL¹

¹ Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente de la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche.

INTRODUCCIÓN

El suelo es la capa superior de la superficie terrestre que funciona como soporte y sustento de la mayor parte de actividades que acontecen en la biosfera. Desde los comienzos de la cultura occidental, los griegos identificaron a este elemento junto con el fuego, aire y agua como uno de los cuatro pilares básicos de nuestro sistema natural, y esta consideración se ha mantenido a lo largo del tiempo. No obstante, y pese a su omnipresencia en casi todas las actividades humanas y a su papel crucial en el soporte y funcionamiento de los ecosistemas, su percepción real se ha mantenido generalmente en un segundo plano frente a otros componentes del sistema natural.

No podemos negar que la impronta del suelo en el paisaje, las bondades agrarias de las distintas tierras o el sentido psicológico de cuna o lugar de origen, sí que han recibido atención a través de la literatura o de la cultura, aunque no es menos cierto que el estudio científico del suelo sólo se inicia a finales del siglo XIX. Concretamente, la escuela edafológica rusa establece a principios del siglo XX los pilares básicos sobre los que se ha ido desarrollando una ciencia propia del suelo, que lo considera como un sistema natural dinámico (Porta, 1990). La consideración del suelo como ente independiente de estudio sólo ha ido ganando terreno lentamente y, en general, con orientaciones basadas en su potencial uso agrario más que como ente natural en toda su complejidad.

A partir de la década de los setenta, se produce un aumento palpable de la sensibilidad ambiental que contribuye de forma decisiva a una mejora en la percepción del papel del suelo en los ecosistemas.

Los suelos de Europa y, particularmente, los mediterráneos, cuentan en su haber con una larga tradición de uso que los sitúa entre los suelos terrestres más afectados por la presión antrópica (Ortega, 1995; Antolín, 1998; Mataix, 2000). Los cambios políticos, económicos y culturales desarrollados en el escenario europeo, han dejado su huella en los paisajes edáficos. La no siempre sostenible utilización del recurso suelo ha provocado, y provoca, disfunciones y distorsionamientos en su funcionamiento, tanto ecológico

como agrario, con graves consecuencias ambientales (Antolín, 1998).

El suelo, cuya tasa de formación es del orden de 2 a 3 cm cada mil años, dependiendo del tipo de suelo y zona, puede ser considerado un recurso potencialmente renovable. Sin embargo, las prácticas inadecuadas (sobree explotación, salinización, deforestación, etc.) hacen que la pérdida de suelo a escala mundial sea elevada y, en la mayoría de los casos, irreversible.

MARCO CONCEPTUAL

Es cierto, como señalan Doran y Parkin (1994), que común a todas las definiciones de calidad del suelo está la referencia a la capacidad del suelo para funcionar de manera efectiva, tanto en el presente como en el futuro. Asimismo, estos autores puntualizan que centrarse exclusivamente en las definiciones establecidas sobre calidad del suelo, o en el significado del término, puede dar lugar a una pérdida de la verdadera cuestión, consistente en identificar los principales problemas que conciernen y se expresan con respecto a las funciones del suelo. Estos mismos autores proponen una definición de calidad del suelo, en función de los principales problemas ligados a las funciones del suelo, según fueron identificados en la conferencia sobre *Evaluación y Seguimiento de la Calidad del Suelo* realizada en el Rodale Institute en el año 1991 (Rodale Institute, 1991).

Según estos autores calidad del suelo es:

«La capacidad de un suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema para sostener la productividad biológica, mantener la calidad ambiental, y promover la salud de las plantas y los animales».

(Doran y Parkin, 1994)

En esta definición de calidad del suelo, quedan identificadas las principales funciones del suelo en cuanto a:

(a) **Productividad**, referida a la capacidad del suelo para permitir y facilitar la productividad biológica y vegetal de los ecosistemas terrestres.

(b) **Calidad ambiental**, referida a la capacidad del suelo

para atenuar y amortiguar los efectos de los contaminantes ambientales, de los agentes patógenos y otros efectos de origen externo.

(c) **Salud humana**, referida a las interrelaciones entre suelo y salud de plantas, animales y humana.

De acuerdo con Karlen *et al.* (1997), las distintas aproximaciones en torno al concepto de calidad del suelo revelan la existencia de diferentes percepciones sobre lo que significa este concepto. Así, algunos científicos (Hillel, 1991) sugieren que la calidad del suelo está simplemente relacionada con la cantidad de cultivos producidos. Otros (Hornick, 1992) han resaltado la importancia de la calidad del suelo con respecto a la calidad de los alimentos y de la alimentación. De hecho, la calidad de los recursos edáficos ha sido históricamente percibida en estrecha relación con la productividad del suelo (National Research Council of America, 1993). En muchos casos, los términos calidad del suelo y productividad del suelo han sido considerados prácticamente sinónimos (SSSA, 1995).

Sin embargo, a finales del siglo XX, en la década de los años 90, va surgiendo un reconocimiento creciente de que las funciones realizadas por el suelo, tanto en los ecosistemas naturales como agrarios, van más allá de la correspondiente al crecimiento y desarrollo de las plantas. Esto queda patente en varios simposios y congresos internacionales centrados en la discusión del concepto de calidad del suelo, como, por ejemplo, el Simposio sobre *Estándares de Calidad del Suelo*, organizado por la Soil Science Society of America en octubre de 1990; y el *workshop* sobre *Evaluación y Seguimiento de la Calidad del Suelo*, organizado por el Rodale Institute Research Center en julio de 1991 (National Research Council of America, 1993).

En estos foros, se destaca la importancia que deben tener todas las funciones del suelo en el mantenimiento del medio ambiente. Así, se va incrementando la conciencia de que numerosos aspectos, además del productivo, ligados a la naturaleza dinámica del suelo, deben ser tenidos en cuenta si el concepto de calidad del suelo ha de extenderse también a la gestión de suelos que, por ejemplo, soportan ecosistemas forestales, suelos que son utilizados para almacenar cargas de sustancias procedentes de actividades urbanas o industriales, suelos utilizados para minería, suelos utilizados para actividades de recreo, suelos utilizados para preservación de ecosistemas, etc.

La National Academy of Sciences (Academia Nacional de Ciencias Americana) publica en el año 1993 el libro titulado *Soil and Water Quality: An Agenda for Agriculture* (National Research Council of America, 1993), en el que se establece que «calidad del suelo es la capacidad del suelo para promover el crecimiento de las plantas, proteger las vertientes a través de la regulación de la infiltración y prevenir la contaminación del aire y del agua mediante su poder amortiguador sobre contaminantes potenciales como agroquímicos, residuos orgánicos y contaminantes industriales».

En definitiva, en la percepción del concepto de calidad del suelo, va trascendiendo a la tradicional perspectiva de asociar el término con aquellos suelos que permiten una mayor productividad y rentabilidad agrícola, es decir, los suelos más productivos, otra que incorpora otras funciones del suelo, como la de protección y mantenimiento de la calidad del medio ambiente.

Además de la función productiva del suelo, otras funciones (amortiguación de la contaminación, regulación del ciclo hidrológico, etc.) van cobrando cada vez más importancia en la conceptualización de la calidad del suelo. Esto lo manifiestan claramente algunos autores (Sims *et al.*, 1997; Karlen *et al.*, 1997), que enfatizan la necesidad de desarrollar un consenso para evaluar de manera adecuada la calidad del suelo desde una perspectiva ambientalista. Por ejemplo, Sims *et al.* (1997) señalan la necesidad de abrir un debate por parte de los científicos del suelo en torno al concepto de calidad del suelo, que permita desarrollar nuevas metodologías para cuantificar los riesgos ambientales que amenazan a los suelos tanto en ámbitos agrícolas como no agrícolas.

Este cambio en la conceptualización de la calidad del suelo, desde una perspectiva productivista a una ambientalista, y la profusión de diversas definiciones del término, que demuestran la preocupación no sólo de la comunidad científica, sino de otros grupos de interés (conservacionistas, políticos, etc.) como manifiesta la aparición de artículos de divulgación científica, algunos incluso sensacionalistas, para estimular el debate público (Hillel, 1991; Sagan, 1992; Gore, 1993) sobre el tema, tiene su origen en la distinta visión que se va conformando en torno a la funcionalidad y utilidad de los recursos edáficos en las últimas décadas, que amplía la percepción productivista del suelo de mediados del siglo XX a una dimensión que refleja la creciente preocupación y sensibilidad por los problemas de degradación del suelo y sus inevitables consecuencias en el deterioro del medio ambiente.

«La capacidad de un tipo específico de suelo para funcionar, dentro de los límites de ecosistemas naturales o gestionados, en el sostenimiento de la productividad vegetal y animal, en el mantenimiento o mejora de la calidad del aire y agua, y en el soporte de la salud humana y hábitat».

(Soil Sciences Society of America, SSSA, 1995)

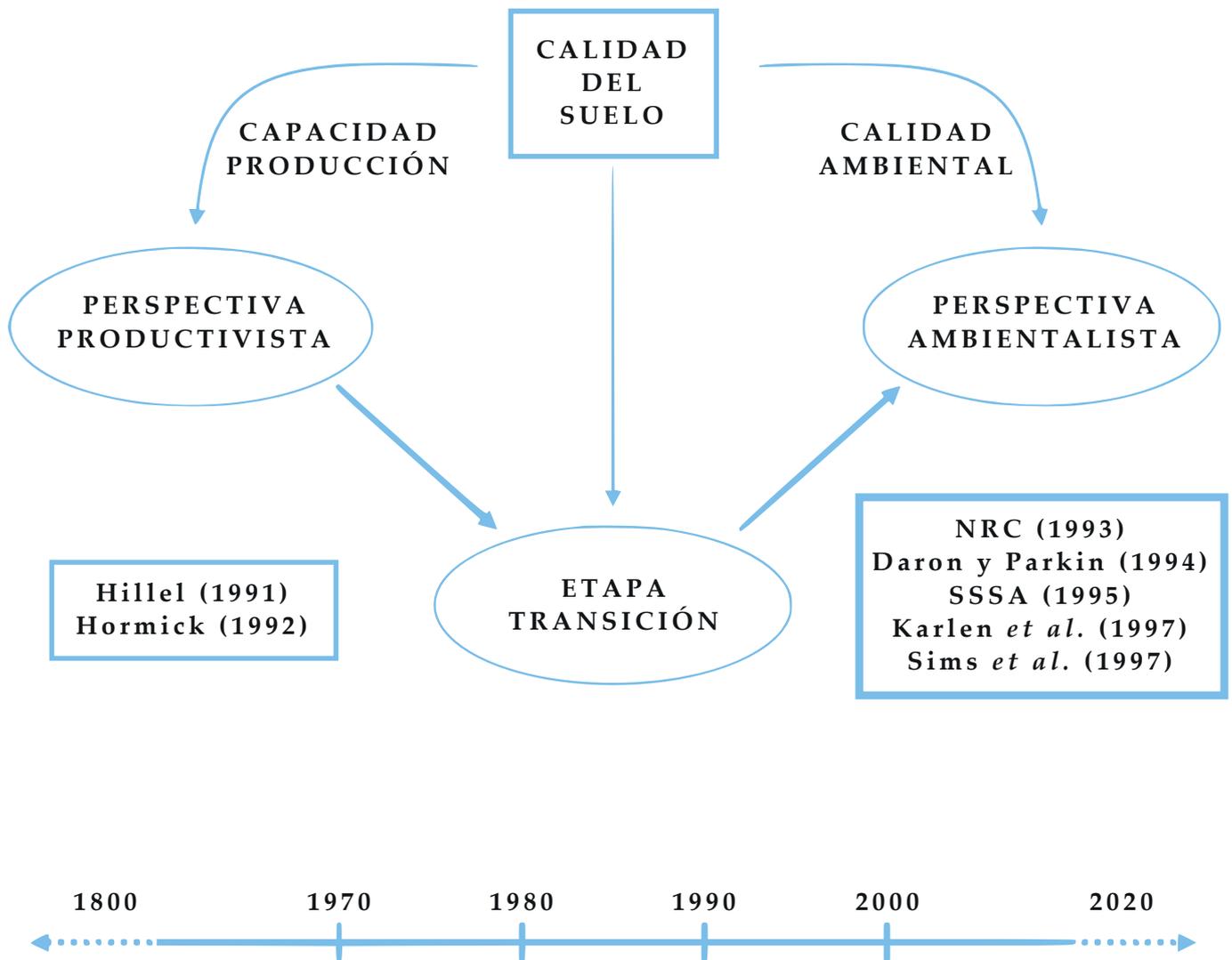


Figura 1. Esquema simplificado de la evolución del concepto «calidad del suelo».

**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS,
MULTIFUNCIONALIDAD Y
CALIDAD DEL SUELO**

De acuerdo con Blum (1990), existen seis funciones básicas del suelo: productividad de biomasa, filtrado, amortiguación y transformación de sustancias, hábitat biológico y reserva genética, medio físico, fuente de materias primas y medio histórico. En síntesis, estas funciones se refieren a:

PRODUCCIÓN DE BIOMASA. El suelo es el sustrato de una amplia variedad de plantas, animales y microorganismos que viven en el mismo contribuyendo a crear un medio que resulta básico para la producción primaria de los ecosistemas. De todas las funciones, esta es la que más ha sido utilizada y explotada por la humanidad para asegurar su supervivencia, a través de la producción de alimentos, bien directamente mediante el cultivo, bien indirectamente a través, por ejemplo, de pastos. Esta función es crucial tanto en términos de actividades agrícolas, ganaderas y forestales

como en su proyección para proporcionar biodiversidad y diferenciación paisajística.

FILTRADO, RETENCIÓN, AMORTIGUACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE SUSTANCIAS. Éstas pueden visualizarse como parte de una función más general de regulación. Esta función se refiere a los procesos de movimiento, transporte y transformación de flujos de sustancias y energía. Puede ser considerada como un conjunto de mecanismos internos del suelo que influyen para la génesis, evolución y diferenciación del perfil del suelo, y también como la función para regular el intercambio de componentes en la atmósfera, cobertura vegetal, hidrosfera y ecosistemas circundantes (otras unidades de suelos o de materiales litológicos).

Entre los distintos procesos se incluyen: filtrado de sustancias procedentes de la lluvia; retención y liberación de sustancias químicas y biológicas (contaminantes o no); infiltración y drenaje del agua de lluvia o de inundación; almacenamiento de nutrientes; regulación del intercambio de energía; y el papel del suelo como fuente y sumidero de gases.

HÁBITAT BIOLÓGICO Y RESERVA GENÉTICA. El suelo proporciona hábitat para numerosos organismos y microorganismos. La relación entre la variación del suelo y la diversidad y distribución de las plantas superiores es la más estudiada. Sin embargo, la importante contribución del suelo a la biodiversidad y acervo genético de microorganismos está todavía insuficientemente estudiada, a pesar del papel esencial que juegan o pueden jugar estos en los procesos de transformación de contaminantes tóxicos y peligrosos en sustancias inertes.

En este sentido, algunas instituciones han enfatizado la necesidad urgente de dedicación de mayores esfuerzos y apoyos a la investigación de la ecología, fauna y flora edáficas, para profundizar en el papel de los organismos edáficos en los ciclos de los elementos y en la transformación de materia y energía en el contexto del ecosistema. La reserva genética del suelo se constituye en una importante reserva potencial para procesos biotecnológicos en los campos de la industria farmacéutica y producción agroalimentaria. Otros aspectos importantes para un mejor funcionamiento del suelo como hábitat se refieren a las posibilidades de aplicación de la información para desarrollar metodologías para la restauración del suelo (biorremediación).

MEDIO FÍSICO. Esta función se refiere a la producción de bienes y servicios. El suelo se constituye en soporte para el desarrollo de infraestructuras (carreteras, viviendas, industrias, etc.) y la deposición de residuos de origen urbano-industrial. El suelo, en el entorno de las ciudades, alcanza un gran valor económico cuando se convierte en urbanizable para actividades industriales, zonas residenciales o para infraestructuras turísticas. Estos cambios en el uso del suelo son generalmente llevados a cabo sin tomar en consideración la calidad y productividad del mismo. Como consecuencia, muchas hectáreas de suelos de alta productividad situados alrededor de los núcleos urbanos (por ejemplo, fluvisoles sobre formaciones aluviales) están siendo irreversiblemente eliminadas por la expansión urbana e industrial.

FUENTE DE MATERIAS PRIMAS. El suelo puede proporcionar múltiples materiales para numerosas actividades. La extracción de turba, grava, arena, arcilla, rocas y minerales, etc., es una importante y creciente función económica del suelo. Los impactos ambientales producidos por estas extracciones todavía no están bien regulados, dejando permanentes y visibles huellas sobre el paisaje.

MEDIO HISTÓRICO. El suelo presenta los yacimientos arqueológicos y paleontológicos, registrando el momento de abandono del lugar tras la adición de nuevos materiales, que darán lugar a un nuevo suelo. De esta forma, el suelo se constituye en el testimonio en el que quedan registrados procesos de evolución del paisaje, procesos climáticos, sucesos catastróficos, impactos antrópicos, etc., que pueden aportar datos importantes para el conocimiento científico de diversos aspectos históricos ligados al medio ambiente o a su utilización por las comunidades humanas.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

DEL SUELO

INDICADORES DE LA CALIDAD EDÁFICA

La interpretación de criterios de evaluación de la calidad del suelo exige una continua información sobre su estado. Por tanto, son útiles determinadas características y atributos medibles del suelo, que pueden resultar afectados por procesos que influyen sobre la calidad de éste y que, por tanto, su medida y el análisis de su variación refleje o indique esa afectación (Acton y Padbury, 1993). Los parámetros útiles para medir el estado en que se encuentra un suelo se denominan indicadores.

La utilidad de los indicadores consiste en informar sintética y simplificada sobre el estado de un proceso, pero con un significado que va más allá de aquel directamente asociado a un parámetro individual (OCDE, 1993). Por ejemplo, la facilidad que tiene un suelo al paso de agua a través de su perfil puede medirse a través de un parámetro individual como la permeabilidad. Sin embargo, cuando utilizamos la permeabilidad como indicador de un proceso como la erosión hídrica del suelo, tiene un significado que va más allá de la mera expresión de mayor o menor facilidad para que el agua se infiltre en el suelo, puesto que si la permeabilidad disminuye, entonces aumenta la erosionabilidad del suelo y, por consiguiente, la pérdida de suelo por erosión hídrica, lo que supone una disminución de la capacidad del suelo para desarrollar sus funciones, es decir, una pérdida de calidad del suelo.

Es importante utilizar indicadores de calidad del suelo (National Research Council of America, NRCS, 1996) en cuanto que sus análisis facilitan:

- La concentración de los esfuerzos de conservación en mantener y mejorar la calidad del suelo.
- La evaluación de la adecuación de las prácticas y técnicas de manejo y gestión del suelo.
- La relación de la calidad del suelo con la de otros recursos naturales.
- La recolección de información necesaria para analizar y determinar tendencias de cambio en la calidad del suelo.
- La formulación y establecimiento de decisiones por parte de los gestores del suelo.

El NRCS categoriza los indicadores en cuatro grupos generales: **VISUALES**, **FÍSICOS**, **QUÍMICOS** y **BIOLÓGICOS**. Lo novedoso, con respecto a otras propuestas, está en la inclusión de los indicadores visuales (color del suelo, presencia de surcos, respuesta de las plantas), que son aquellos de los que puede obtenerse información a través de la interpretación visual y fotográfica, y que pueden resultar muy fáciles de interpretar a agricultores y gestores del suelo para detectar cambios y tendencias en la calidad del suelo.

Los indicadores, para ser científicamente válidos y útiles para la toma de decisiones, de acuerdo con los criterios hallados en la bibliografía (Benites *et al.*, 1996; Cornforth, 1999) para la selección de indicadores ambientales, deben ser:

- Medibles objetiva y científicamente.
- Preferentemente cuantitativos.
- Fáciles y de efectivo coste de medir o recolectar información.
- Adaptados a la problemática y condiciones particulares de la situación en que se aplican.
- Sensibles a los cambios ambientales propios de la situación.
- Simples en concepto y accesibles para la evaluación tanto por especialistas como por gestores del suelo.
- Capaces de permitir la formulación y aplicación de directrices para la adecuada gestión del suelo.

Arshad y Coen (1992) señalan las principales propiedades del suelo que resultan adversamente afectadas por procesos de degradación responsables de disminuir la calidad del suelo, en este caso, en un contexto agrícola, es decir, ligada a la productividad. Como ejemplo, la densidad aparente y la resistencia a la penetración de las raíces son dos propiedades cuya medida resulta útil para analizar el grado de compactación del suelo. En concreto, un aumento de la densidad aparente indicaría un incremento en el grado de compactación, lo que se traduciría, en un contexto agrícola, en una tendencia negativa o de disminución de la función productiva del suelo, es decir, de su calidad.

Numerosos autores (Larson y Pierce, 1991; Griffith *et al.*, 1992; Alexander y McLaughlin, 1992; Arshad y Coen, 1992; Doran y Parkin, 1994 y 1996) han propuesto indicadores basados en características y propiedades del suelo para evaluar la calidad del mismo. Un procedimiento razonable para seleccionar los indicadores relevantes para una situación dada consiste, en primer lugar, en identificar todas las propiedades y características del suelo relacionadas con las funciones del suelo implicadas en la evaluación de su calidad.

En segundo lugar, se pueden aplicar análisis de componentes principales para ajustar la propuesta con aquellos indicadores que resulten realmente relevantes para el caso de estudio, evitando redundancias de información que, además de dificultar el proceso de interpretación y evaluación, pueden encarecer innecesariamente el estudio.

Así, Larson y Pierce (1991) recomiendan una combinación de atributos físicos, químicos y biológicos del suelo como indicadores de la calidad del suelo, entre los que incluyen: disponibilidad de nutrientes, carbono orgánico, textura, capacidad de retención de agua, estructura, profundidad de enraizamiento y pH.

Griffith *et al.* (1992) comentan que USDA Forest Service utiliza estándares de calidad del suelo, entre los que se

incluyen cobertura edáfica, porosidad del suelo y contenido en materia orgánica, con la finalidad de proteger a largo plazo la productividad del Sistema Forestal Nacional.

Alexander y McLaughlin (1992) sugieren que los cambios en la estructura del suelo son particularmente importantes para evaluar cambios en la calidad de suelos forestales y de pradera, y proponen utilizar la densidad aparente y la resistencia a la penetración como indicadores para el seguimiento de cambios en la estructura del suelo.

Arshad y Coen (1992) proponen indicadores físicos y químicos de calidad del suelo como profundidad efectiva del suelo, capacidad de almacenamiento de agua disponible, densidad aparente, resistencia a la penetración, conductividad hidráulica, estabilidad de agregados, contenido en materia orgánica, disponibilidad de nutrientes, pH, conductividad eléctrica y sodio intercambiable.

Doran y Parkin (1994) proponen un conjunto de características físicas, químicas y biológicas del suelo para ser incluidas como indicadores básicos de la calidad del suelo, siendo las siguientes: textura del suelo, profundidad de enraizamiento, densidad aparente e infiltración, capacidad de retención de agua, agua disponible, temperatura del suelo, carbono orgánico y nitrógeno totales, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno mineral, contenido en fósforo, contenido en potasio, biomasa microbiana, nitrógeno potencialmente mineralizable, respiración edáfica, relación entre biomasa y carbono orgánico total, y relación entre respiración y biomasa. La ventaja de esta última propuesta estriba en que incorpora indicadores relativos a la actividad biológica del suelo que no estaban tan desarrollados como aquellos referentes a propiedades físicas y químicas del suelo.

Investigadores afirman que los parámetros de tipo biológico o bioquímico (indicadores de actividad microbiana del suelo) son los que van a resultar más sensibles a los cambios que se producen en el suelo, y éste es un dato muy a tener en cuenta cuando se manejan suelos de clima semiárido, sometidos a procesos de degradación como aquellos que se hallan en el sudeste de la Península Ibérica.

En ningún caso, se debe restar importancia a los parámetros físicos y químicos, ya que la interrelación de todos ellos es verdaderamente eficaz para conocer la calidad del suelo junto con que su determinación suele ser más sencilla y habitual, conocida y rutinaria. Simplemente se pone de manifiesto que frente a una eventual modificación brusca de dicha calidad, son los parámetros biológicos y bioquímicos los que pueden ofrecer una respuesta más rápida y eficaz. Por ello, los estudios dirigidos a conocer la actividad microbiana del suelo son de gran relevancia cuando se manejan criterios de calidad ambiental de suelos (Bonmatí *et al.*, 2000).

La actividad enzimática del suelo es la responsable de la formación de moléculas orgánicas estables que contribuyen

Tipo de propiedad	Parámetro
Física	Textura del suelo Densidad aparente e infiltración Estabilidad de agregados Capacidad de retención de agua Humedad y temperatura
Química	pH Conductividad eléctrica Carbono orgánico total Fracciones de carbono lábiles Contenido mineral N, P, K total y extraíble
Biológica y Bioquímica	Carbono de biomasa microbiana Respiración del suelo Relación C biomasa microbiana / C orgánico total (COT) qCO ₂ : Relación respiración / C de biomasa microbiana Actividades enzimáticas

Tabla 1. Parámetros que se proponen para ser incluidos como indicadores básicos de calidad de suelos.

a la estabilidad del ecosistema del suelo e intervienen en los ciclos de elementos tan importantes en el mismo como el nitrógeno (ureasa y proteasa BAA), fósforo (fosfatasa) y carbono (β -glucosidasa). Sin embargo, es difícil conseguir, mediante un solo valor de actividad enzimática, el conocimiento del estado general de nutrientes de un suelo o determinar el índice de actividad microbiológica del mismo. No obstante, medidas simultáneas de varias enzimas sí pueden resultar útiles como indicadores de bioactividad y pueden ser utilizadas como índices de la fertilidad bioquímica del suelo (Nannipieri *et al.*, 1990; Gil-Sotres *et al.*, 1992).

La tabla 1 recoge los indicadores de calidad ambiental más utilizados por numerosos autores. Evidentemente, es sólo una propuesta de indicadores básicos de calidad de suelos, que puede ser adaptada o modificada a cada caso de estudio en función de la tipología de suelo analizado.

ORGANIZACIÓN Y USO DE LOS INDICADORES

Una vez seleccionados los indicadores y elegidas las unidades de expresión más adecuadas, la aplicación de un conjunto de indicadores por tomadores de decisiones, planificadores y gestores del suelo se ve facilitada si tales indicadores se organizan en un esquema o marco de trabajo (*framework*).

Uno de los esquemas de evaluación ambiental que resulta útil para organizar indicadores de calidad del suelo es el denominado esquema de presión-estado-respuesta (Scope, 1995), como han puesto de manifiesto algunos autores (Dumanski y Pieri, 1996; Benites *et al.*, 1996; Blum,

2000; Recatalá *et al.*, 2000). De hecho, este esquema ha sido adoptado por la mayoría de los países de la OCDE y por el Banco Mundial para la aplicación de indicadores ambientales.

La ventaja de este esquema presión-estado-respuesta es que permite tomar en consideración las relaciones y conexiones entre las presiones ejercidas sobre el suelo por las actividades humanas, los cambios en la calidad del suelo y las respuestas de la sociedad a tales cambios.

Por tanto, este esquema proporciona un mecanismo de retroalimentación, permitiendo una aproximación dinámica en la evaluación y seguimiento de la calidad del suelo. Bajo este esquema, los indicadores se clasifican en indicadores de presión, estado y respuesta.

Los indicadores de **presión** (como la tasa de extracción de biomasa) están relacionados con el grado de intensidad y prácticas de gestión y usos del suelo (por ejemplo, agricultura con eliminación de residuos de cultivo). Los indicadores de **estado** (por ejemplo, contenido del suelo en C orgánico) se refieren a la condición del suelo en un momento dado. Los indicadores de **respuesta** (por ejemplo, recomendación de realizar la práctica de mantener los residuos de los cultivos) se refieren a acciones o decisiones adoptadas por los gestores del suelo o estimuladas a través de políticas o programas, formulados con la finalidad de mejorar la calidad del suelo (Añó, 1996; Añó *et al.*, 1997, 1998).

El procedimiento por el que un conjunto de indicadores organizados en un esquema de presión-estado-respuesta permite, en un caso de estudio, la evaluación y seguimiento

de la calidad del suelo, es el siguiente:

a) La medida de los indicadores de estado permite conocer la condición del suelo respecto a las propiedades asociadas, previamente seleccionadas como relevantes para el caso de estudio. La medida en el tiempo de estos indicadores permite detectar cambios en tales propiedades debido, por ejemplo, a procesos de degradación (por ejemplo, salinización). Así, la medida regular de la conductividad eléctrica en un suelo sometido a regadío, en una zona árida o semiárida, con baja calidad de agua, por llevar sales disueltas, permitirá detectar el proceso de salinización del suelo y su intensificación por el continuo aporte de agua.

b) Si además se conoce la tasa de extracción de agua para regadío (indicador de presión) y el grado de control de utilización de esa agua para riego por políticas y programas, entonces la tendencia de intensificación del proceso de salinización del suelo, y por tanto, de pérdida de calidad, puede ser analizada y evaluada.

c) A través de la medida regular de la conductividad eléctrica (indicador de estado) puede realizarse un seguimiento de la tendencia previamente identificada.

ESCALAS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO

La calidad del suelo puede ser analizada y evaluada en múltiples escalas, en las que los objetivos del análisis, los requerimientos de información o datos edáficos y las implicaciones y consecuencias para la gestión adecuada de las funciones del suelo difieren. Karlen *et al.* (1997) reconocen que la calidad del suelo puede ser evaluada desde dos perspectivas o aproximaciones metodológicas distintas:

- (1) Como una característica o atributo inherente del suelo, o
- (2) Como la condición del suelo para funcionar completa y adecuadamente en un uso específico.

Estos autores puntualizan que, bajo la primera perspectiva, la calidad inherente del suelo está gobernada por procesos edafológicos de formación del suelo, de manera que como resultado de tales procesos cada suelo tiene una capacidad natural para desarrollar sus funciones. Bajo la segunda perspectiva se asume que si un suelo funciona en toda su potencialidad para un uso específico, entonces se concluye que tiene excelente calidad.

Sin embargo, si el suelo funciona por debajo de su potencial, entonces es debido a que presenta una calidad baja o está disminuyendo como consecuencia de prácticas de gestión que se realizan en el sistema. En este caso, la evaluación de la calidad requiere la medida de las condiciones del suelo a través de indicadores, que llevan asociadas las propiedades fundamentales para analizar las funciones relevantes en la situación de estudio.

La comparación de estas medidas con los valores deseados constituye la base para evaluar la calidad del suelo. Esta aproximación también puede utilizarse para analizar cambios temporales asociados con acciones o prácticas específicas de gestión y, en su caso, proponer la implementación de prácticas más adecuadas para recuperar, mantener e incluso mejorar la calidad del suelo.

REFERENCIAS

Acton, D.F. y Padbury, G.A. (1993). *A conceptual framework for soil quality assessment and monitoring*. In: *A program to assess and monitor soil quality in Canada. Soil quality evaluation program summary*. D.F. Acton (ed.). Centre for Land and Biol. Resour. Reg. Contrib. N 93-49. Res. Branch. Agriculture. Ottawa, Canada.

Alexander, E.B. y McLaughlin, J.C. (1992). *Soil porosity as an indication of forest and rangeland soil condition (compaction) and relative productivity*. Pp 52-61 in *Proceedings of the Soil Quality Standards Symposium*. Report No. WO-WSA-2. Washington D.C.; U.S. Department of Agriculture. Forest Service.

Antolín, C. (1998). *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. Col.lecció Territori, nº8. Ed. Generalitat Valenciana.

Añó, C. (1996). *Metodología de evaluación de suelos para el ámbito mediterráneo*. Servicio de publicaciones de la Universitat de València, 200 pp.

Añó, C.; Sánchez, J. y Antolín, C. (1997). *Land evaluation methodology for Mediterranean environments*. *Advances in Ecological Sciences*, 1, 489-498. *Ecosystems and sustainable development*.

Año, C.; Sánchez, J. y Antolín, C. (1998). *Interpretación de la información edafológica en ámbito mediterráneo valenciano: Indicador de Capacidad e Indicador de Vulnerabilidad*. *Edafología* 4, pp. 117-130.

Arshad, M.A.; Coen, G.M. *Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria*. *Am. J. Altern. Agric.* 1992, 7, 25-31.

Benites, J.R., Shaxson, F. y Vieira, M. (1996). *Land condition change indicators for sustainable land resource management*. *Proceedings of the Workshop organized by the FAO Agriculture and Sustainable Development Departments*, 25-26 January. FAO. Rome.

Blum, W.E.H. (1990). *The challenge of soil protection in Europe*. *Environ. Conserv.*, 17, 72-74.

Blum, W.E.H. (2000). *Soil quality indicators based on soil functions*. *European Society for Soil Conservation*. III International Congress. *Man and Soil at the Third Millennium*. Pp. 157.

Bonmatí, M.; Jiménez, P.; Álvarez, H.; Calero, E.; Julià, M.; Morillo, M. y Núñez, E. (2000). *Evolución de actividades enzimáticas en el proceso restaurador de dos suelos procedentes de la explotación de canteras calcáreas de Cataluña utilizando altas dosis de lodos de depuradora*. En: *Investigación y Perspectivas de la Enzimología de Suelos en España*. E. C. García y M.T.

Hernández, eds. Murcia.

Bouma, J. (1997). *Soil Environmental Quality*, 26:26-31.

Cornforth, I.S. (1999). *Selecting indicators for assessing sustainable land management*. J. Environ. Manage., 56, 173-179.

Doran, J.W. y Parkin, T.B. (1994). *Defining and assessing soil quality*. In: *Defining soil quality for a sustainable environment*. Pp: 3-22. J.W. Doran et al. (ed.). SSSA Spec. Publ. 35. SSSA and ASA, Madison, WI.

Doran, J.W. y Parkin, T.B. (1996). *Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set*. In: *Methods for assessing soil quality*. SSSA Special Publication 49. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

Dumanski, J.; Pieri, C. *Application of the pressure-state-response framework for the land quality indicators (LQI) programme*. In *Proceedings of the Workshop Organized by the FAO Agriculture and Sustainable Development Departments*, Rome, Italy, 25-26 January 1996.

Gil-Sotres, F.; Trasar Cepeda, M.C.; Ciardi, C.; Ceccanti, B. (1992). *Biochemical characterization of biological activity in very young mine soils*. *Biology and Fertility of soils*. 13: 25-30.

Gore, A. (1993). *Earth in the balance: Ecology and the human spirit*. Houghton Mifflin Co. New York.

Griffith, R.W.; Goudey, C.; Poff, R. (1992). *Current application of soil quality standards*. Pp 1-5 in *Proceedings of the soil Quality Standards Symposium*. Report No. WO-WSA-2.

Hillel, D.J. (1991). *Out of the earth: civilization and the life of the soil*. The Free Press. New York.

Hornick, S.B. (1992). *Factors affecting the nutritional quality of crops*. *Am. J. Altren. Agric.*, 7, 63-68.

Karlen, D.L.; Wollenhaup, N.C.; Doran, J.W.; Cline, R.G.; Harris, R.F.; Schurnan, G.E. (1997). *Soil Quality: A Concept, Definition and Framework for Evaluation (A Guest Editorial)*. *Soil Sci. Soc. of Am. J.*, 64: 4-10.

Larson, W.E. y Pierce, F.J. (1991). *Conservation and enhancement of soil quality*. In: *Evaluation for sustainable land management in the developing world*. Vol. 2: Technical papers. Pp: 175-203. J. Durnanski et al. (Ed.). Proc. Int. Worksh., Chiang Rai, Thailand. 15-21 Sept. 1991. Int. Board for Soil Res. And Manage. Bangkok. Thailand. Mazija & Bharz, S.B. (eds.), *Indicators of sustainable development for decision-making*. Brussels: Federal Planning Office.

Mataix Beneyto, J. (2000). *Problemática ambiental de suelos mediterráneos*. En: *Problemática ambiental en suelos mediterráneos*. Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Alicante.

Nannipieri, P.; Greco, S.; Ceccanti, B. (1990). *Ecological significance of the biological activity in soil*. In: J.M. Bollag and G. Stozky (Eds.). *Soil Biochemistry*, vol. 6. Marcel Dekker. New York.

National Research Council of America (1993). *Soil and water quality: An agenda for agriculture*. National Academy Press, Washington, DC. New York.

NRCS-National Resources Conservation Service (1996). *Soil Quality Indicators: Aggregate Stability*. Soil Quality Information Sheet. USDA, and the National Soil Tilth Laboratory, Agricultural Research Service, USDA.

OCDE (1993). *OCDE core set of indicators for environmental performance reviews*. OCDE. Paris.

O'Connor, J.C. (1994). *Environmental performance monitoring indicators*. In: *Monitoring Progress on Sustainable Development, A User-Oriented Workshop*. Washington D.C.: World Bank.

Ortega, E.; Sierra, C.; Asensio, C.M.; Martínez, C. (1995). *Degradación de suelos en la zona oriental de Sierra Nevada*. I Conferencia Internacional sobre Sierra Nevada. Conservación y Desarrollo Sostenible. Granada.

Pieri, C.; Dumanski, J.; Hamblin, A.; Young, A. (1995). *Land Quality Indicators*. Washington D.C. World Bank.

Porta, J. (1990). *El Sol, Recursos Geológicos i Sol*, *Historial Natural dels Països Catalans*. Enciclopedia Catalana, Barcelona.

Recatalá, L. (1995). *Propuesta Metodológica para Planificación de los Usos del Territorio y Evaluación de Impacto Ambiental en el Ámbito Mediterráneo Valenciano*. Ph. D. Thesis. Serv. Publ. Univ. València, Valencia.

Recatalá, L.; Fabbri, A.G.; Zinck, J.A.; Francés, E.; Sánchez, J. (2000). *Environmental indicators for assessing and monitoring desertification and its influence on environmental quality in Mediterranean arid environments*. *European Society for Soil Conservation*. III International Congress. Man and Soil at the Third Millennium.

Rodale Institute (1991). *Conference report and abstracts for Int. Conf. on the Assessment and monitoring of soil quality*, Allentown, P A. 11-13. Rodale Press, Emmaus, P A. Rome. FAO.

Rubio, J.L. y Recatalá, L. (1998). *European Desertification risk*. Risk Analysis Computational Mechanics Publications, Southampton, pp. 3-16.

Rubio, J.L.; Bochet, E. *Desertification indicators as diagnosis criteria for desertification risk assessment in Europe*. *J. Arid Environ.* 1998, 39, 113-120.

Sagan, C. (1992). *To avert a common danger*. Parade Magazine, March 1 p. 10-14.

Scope. *Environmental indicators: A systematic approach to measuring and reporting on the environment in the context of sustainable development*. In: *Indicators of Sustainable Development for Decision-Making*; Gouzee, N., Mazijay, B., Bharz, S.B., Eds.; Federal Planning Office: Brussels, Belgium, 1995.

Sims, J.T.; Cunningham, S.D.; Sumner, M.E. (1997). *Assessing soil quality for environmental purposes: roles and challenges for soil scientist*. *J. Environ. Qual.* 26, 20-25.

SSSA (1995). *SSSA Statement on soil quality*. Agronomy News. June 7. Soil Science Society of America, Madison, WI.

SSSA. *Glossary of Soil Science Terms*. Soil Science Society of America: Madison, WI, USA, 1987.

SSSA. *Statement on soil quality*. In *Agronomy News*; June Soil Science Society of America: Madison, WI, USA, 1995.

El plasma de acoplamiento inductivo y la generación de información multielemental de (bio)combustibles

JOSÉ LUIS TODOLÍ¹, RAQUEL SÁNCHEZ¹

¹ Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Universidad de Alicante.

BIOETANOL Y BIODIESEL. UNA REALIDAD QUE REQUIERE CONTROL

Durante décadas, los biocombustibles han sido estudiados como fuente alternativa de energía que limita el efecto invernadero provocado por el retorno de carbono fósil a la atmósfera en forma de CO₂. Productos como el biodiésel o el bioetanol se pueden agregar al diésel o gasolina provenientes del petróleo. Como consecuencia, la producción de combustibles renovables ha aumentado año tras año en las últimas dos décadas, alcanzando una producción global cercana a los 163 mil millones de litros en 2019.

Desafortunadamente, las materias primas empleadas para obtener combustibles renovables (residuos agrícolas, polímeros, aceites usados) pueden estar contaminadas con especies nocivas como, por ejemplo, metales pesados y metaloides. La falta de control del contenido de dichos elementos en estos materiales puede conducir a su lixiviación a la atmósfera, mitigando así los beneficios ambientales de los biocombustibles.

Los metales, no metales y metaloides pueden estar presentes en combustibles renovables como potenciales constituyentes de la materia prima (por ejemplo, semillas) o se introducen durante la producción y el almacenamiento. Algunos, incluso, se emplean como aditivos. La determinación de los mismos es, por consiguiente, de gran importancia por diversos motivos:

- La posible utilización de una materia prima dada para la producción de biocombustibles depende de su contenido en ciertos elementos químicos.
- Los contenidos elementales pueden modificar tanto la eficiencia de producción de tales tipos de combustibles como su estabilidad.
- Existen metales que inducen el envenenamiento, la obstrucción y la contaminación de los catalizadores, así como la corrosión de las unidades de refinado.
- La presencia de metales y metaloides puede degradar el rendimiento del motor.
- Muchos elementos se utilizan como aditivos por sus propiedades antidetonantes, antioxidantes, anticongelantes, lubricantes o detergentes.

Entre los biocombustibles, el bioetanol permite reducir las emisiones adicionales de gases nocivos para la atmósfera (CO₂, CH₄ y NO_x) hasta en un 75 % frente a los combustibles fósiles [1]. En consecuencia, su producción y consumo se ha incrementado exponencialmente en las dos últimas décadas [2]. Un litro de etanol contiene el 66 % de la energía que proporciona un litro de gasolina y, además, mejora el octanaje en la mezcla, sustituyendo así a otros aditivos químicos como metil terc-butil éter (MTBE) [3] que, generalmente, se agregan a las gasolinas comerciales. Aunque el proceso de síntesis del etanol depende altamente de la materia prima, la producción de bioetanol generalmente incluye los siguientes pasos [3]:

- Preparación de la biomasa para obtener un rendimiento máximo de extracción de azúcar.
- Hidrólisis de la carga (polisacáridos) y extracción de azúcares.
- Producción de soluciones con altas concentraciones de azúcar (jarabes).
- Fermentación para transformar azúcares en etanol.
- Destilación, que es uno de los procesos más críticos en términos de contaminantes.

Hasta el momento, se han desarrollado varios procesos industriales, dando lugar a diferentes generaciones de bioetanol. El bioetanol de primera generación (1G) es el producto alcohólico resultante de la fermentación de azúcares extraídos de plantas azucareras (caña, remolacha, etc.) o almidón extraído de tubérculos o semillas (papa, maíz, trigo, etc). Los microorganismos activos en estas fermentaciones son levaduras capaces de operar en solución alcohólica acuosa. La fermentación es seguida por la destilación y, finalmente, por un paso final de deshidratación del destilado alcohólico [4]. Aunque el proceso es simple y eficiente debido a la relativa facilidad de conversión de azúcares y almidón en etanol, sólo una fracción de la planta se puede utilizar para obtener bioetanol. Además, la competencia entre el uso alimentario del cultivo y la fabricación de combustible ha demostrado ser contraproducente [4, 5].

El bioetanol de segunda generación (2G) parece resolver este problema: su producción implica, en una primera etapa, una hidrólisis enzimática de biomasa lignocelulósica utilizada como materia prima. Las principales ventajas del bioetanol de segunda generación son que evita la competencia alimentaria y emplea materia prima de bajo coste, cuyo uso alternativo es la producción de energía por combustión [6]. Sin embargo, el equipo necesario para obtener este tipo de bioetanol es más sofisticado y el rendimiento de produc-

ción de bioetanol es inferior al obtenido con procesos de primera generación.

Para proteger contra la contaminación, pero también para garantizar la calidad del producto, la legislación impone especificaciones por clase o tipo de producto, con una marcada evolución regulatoria hacia un descenso de las concentraciones multielementales permitidas. En el campo de los combustibles, cualquier gasolina comercial vendida en Europa debe, por lo tanto, cumplir con la especificación europea EN 228, y para el etanol existen varias especificaciones diferentes dependiendo del uso.

Por otra parte, la producción de biodiésel continúa teniendo un gran interés, aunque se están explorando materias primas alternativas. El análisis elemental de precursores de biocombustibles, como los aceites comestibles, aceites usados y aceites de pirólisis, así como grasa de origen animal o microalgas, empleados para la obtención de biodiésel, han llamado la atención de la comunidad científica por diversos motivos [7]: (i) se trata de materiales con propiedades físico-químicas muy diversas; (ii) la determinación de múltiples elementos químicos en este tipo de matrices es compleja; (iii) existe una limitada disponibilidad de materiales de referencia certificados; y, (iv) existe una demanda real de búsqueda de combustibles alternativos.

El uso de aceites comestibles para producir biodiésel implica la adquisición de grandes extensiones de tierra que, inevitablemente, compiten con el uso de estos para la producción de alimentos. Por lo tanto, la utilización de productos como grasas animales o aceite de cocina usado están aumentando rápidamente. Los aceites de cocina usados pueden ser buenas materias primas para la producción de biodiésel. En estos casos, el contenido de metales, junto con P y S deben ser controlados. Cabe indicar que estos elementos pueden migrar a los aceites durante el proceso de cocción.

Dentro de esta categoría de productos, el aceite de pirólisis, también conocido como bioaceite, ha ganado protagonismo en la última década. Este combustible renovable está compuesto por un producto líquido obtenido por diversas técnicas de conversión termoquímica utilizando generalmente biomasa lignocelulósica (p. biomasa o biomasa herbácea) o microalgas como materia prima. La copirólisis de residuos plásticos y biomasa también ha sido investigada y se han obtenido buenos resultados. La composición de los bioaceites es compleja con una larga lista de compuestos orgánicos como fenoles, furfural, aldehídos, vainillina, entre otros.

Cabe indicar que los bioaceites se pueden separar en cuatro fracciones: alifáticos, compuestos aromáticos, polares y no volátiles. Este tipo de aceites contienen agua a niveles cercanos al 15-30 % p/p, lo que reduce su viscosidad. Debido a la presencia de ácidos carboxílicos, los bioaceites poseen valores de pH bastante bajos (2-3). Además, tienen hasta un 2 % de elementos como Na, K, Ca y V, los cuales

son especialmente problemáticos, ya que causan corrosión a altas temperaturas y depósitos sólidos.

COMPLEJIDAD DE LA COMPOSICIÓN

QUÍMICA DEL BIOETANOL

De acuerdo con los datos existentes, el bioetanol es un combustible que contiene contaminantes orgánicos e inorgánicos [9-10]. La presencia de metales y metaloides puede afectar la calidad del producto en particular. Algunos de ellos, como Pb, Tl, Hg, Cd o As, pueden causar problemas de salud o ambientales, incluso a bajas concentraciones [4, 11-12]. El sector de los biocombustibles debe estudiar escrupulosamente la presencia de estos contaminantes.

Por otra parte, al comparar la cantidad de combustible utilizado durante la vida útil de un automóvil, por ejemplo, y la pequeña cantidad de contaminantes que es suficiente para desactivar un catalizador, se comprende rápidamente la necesidad de la determinación de elementos químicos que se encuentran a niveles de entre unos pocos mg/L y algunas decenas de mg/L.

El bioetanol resultante de los distintos procesos es un producto complejo que puede contener diversas familias de moléculas orgánicas con diferentes volatilidades. En este sentido, experimentos realizados empleando la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) permite identificar alrededor de 130 compuestos orgánicos (aparte de etanol) en muestras de bioetanol [8]. La Figura 1 recoge la frecuencia de detección de diferentes compuestos orgánicos en un conjunto de 42 muestras distintas de bioetanol. Cabe indicar que ninguno de los compuestos volátiles incluidos en la Figura 1 estuvo presente en todas las muestras analizadas. Además, tanto las modificaciones en el proceso de producción como en la materia prima pueden conducir a cambios sensibles en la composición final de este combustible. También, las condiciones de almacenamiento pueden ser responsables de la modificación en la composición del producto final.

Los compuestos que predominan, aparte del etanol, son ésteres que provienen de reacciones entre alcoholes y ácidos, aunque el compuesto químico más frecuente es el 1,1-dietoxietano, un éter, el cual se encuentra en el 85 % de las muestras analizadas. Otros compuestos químicos, tales como hidrocarburos aromáticos o aldehídos, están presentes en concentraciones muy bajas. Las especies químicas encontradas degradan la calidad medioambiental y resultan perjudiciales para la salud humana, incluso a bajas concentraciones. Por último, dicho biocombustible puede contener porcentajes importantes de agua (de hasta un 10-15 % o superiores). Estas consideraciones resultan de gran interés, pues dan una idea de la complejidad de la matriz de las muestras de bioetanol, lo cual dificulta enormemente la obtención de resultados analíticos fiables.

DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN BIOCOMBUSTIBLES

Podríamos pensar que la obtención de información referente a la concentración de diversos elementos de la tabla periódica en un medio determinado es una tarea que no entraña dificultad y que la tecnología existente se encuentra libre de limitaciones. Nada más lejos de la realidad. Un conocimiento profundo de los problemas o inconvenientes que poseen las técnicas de análisis multielemental resulta de capital importancia a la hora de interpretar correctamente los resultados analíticos obtenidos.

En este contexto, podemos decir que la determinación de la concentración de un número elevado de elementos químicos en muestras de diversa naturaleza se efectúa, entre otras vías, a través de la transformación del material analizado en una nube gaseosa monoatómica. La primera consecuencia es que la muestra debe ponerse en contacto con un medio que posea una energía suficientemente elevada para evaporarla y romper los enlaces químicos existentes en los compuestos de la misma. De entre las posibilidades estudiadas a lo largo de décadas, el denominado plasma de acoplamiento inductivo (ICP del inglés *Inductively Coupled Plasma*) presenta numerosas ventajas frente a arcos y chispas.

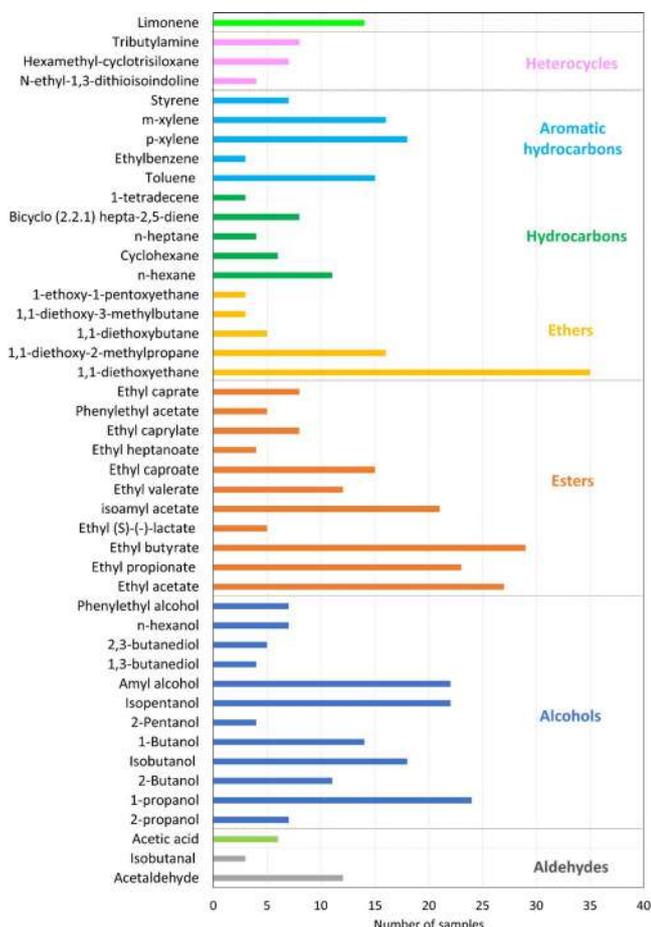


Figura 1. Compuestos encontrados en muestras de bioetanol en función del número de muestras en las que estos estaban presentes. Tomado de la referencia 7.

Por definición, en el contexto de espectroscopía atómica, un plasma es un medio gaseoso, parcialmente ionizado, macroscópicamente neutro y que, obviamente, es capaz de conducir la corriente eléctrica. Cuando una pequeña cantidad de materia condensada es introducida en el mismo, se produce la formación de vapor monoatómico. La eficacia global del proceso depende de las condiciones de operación del plasma, así como de las características y composición de la muestra. La disposición de un medio tan energético como un ICP posibilita el empleo de dos métodos distintos de producción de señal analítica que, a la postre, estará correlacionada con la información de tipo químico que buscamos [9, 10]: (i) detección óptica, ICP-OES, en cuyo caso, los fotones emitidos cuando átomos o iones en estado excitado pasan espontáneamente a un estado energético inferior son detectados; y, (ii) espectrometría de masas. En este caso, los iones generados en el plasma se conducen a un analizador de masas y detector adecuados para su clasificación en función de su relación masa-carga (m/z), en primera instancia, y su conteo, en segunda.

Es la segunda de las opciones la que ha experimentado del mayor desarrollo en los últimos años y la que proporciona los límites de detección más bajos de entre las diferentes alternativas. En efecto, desde su introducción en la década de 1980, la técnica de ICP-MS ha evolucionado convirtiéndose en la más potente para la determinación de elementos tales como metales, algunos no metales y metaloides a niveles de traza y ultratrazas. Esto es debido a las siguientes características: (i) sensibilidades extremadamente elevadas; (ii) elevada selectividad; (iii) capacidad multielemental e isotópica; (iv) elevada velocidad de análisis; (v) amplio intervalo dinámico; (vi) elevada capacidad de adquisición de resultados; y, (vii) elevada robustez.

No obstante, a pesar de las excelentes prestaciones de la técnica en términos de sensibilidad y límites de detección, es la exactitud la que debe prevalecer en cualquier metodología de análisis. La exactitud se refiere a la concordancia entre el resultado suministrado mediante una técnica de análisis determinada (concentración) y el valor verdadero. De tal forma que, si una técnica no es exacta, no será válida para la realización de análisis cuantitativos incluso si provee un poder de detección excelente. Por lo tanto, los problemas ocasionados por la técnica de ICP-MS (*Inductively coupled plasma mass spectrometry*) deben ser bien conocidos y localizados con objeto de corregirlos. Dichos problemas pivotan en torno a la pérdida de exactitud producida como consecuencia de la naturaleza de la matriz de la muestra o de las especies presentes en el plasma como consecuencia de su propia naturaleza o el aire que rodea al mismo [9]. La Figura 2 recoge un esquema general de un equipo de ICP-MS prestando especial atención al sistema de introducción de muestras líquidas y a la interfaz entre el plasma y el analizador de masas. En la misma figura, se incluye la contribución de cada componente a las interferencias.

En esta técnica, generalmente, la muestra líquida se introduce en forma de un aerosol el cual se obtiene median-

te el uso de un nebulizador habitualmente de tipo neumático. A continuación, este aerosol sufre un proceso de selección de tamaño de gotas en el interior de una cámara de nebulización, de tal manera que únicamente las de menor diámetro escapan de la misma. Seguidamente, las gotas resultantes se introducen en el plasma que se sustenta en la parte final de una antorcha constituida por tres tubos concéntricos de cuarzo.

A través de esta, fluyen simultáneamente tres corrientes de argón independientes que son las responsables de la generación y mantenimiento del plasma, así como de la introducción de las gotas más finas del aerosol en la base del mismo [11].

INTERFERENCIAS ENCONTRADAS EN LA TÉCNICA DE ICP-MS

En general, una interferencia se considera como cualquier modificación en el comportamiento del equipo de medida, en unas condiciones de operación determinadas, que no es inducida por el analito [9]. Las interferencias en las técnicas de ICP en presencia de productos como los

(bio)combustibles se pueden clasificar de acuerdo con el siguiente esquema:

a. Interferencias no espectroscópicas

a.1. Interferencias originadas en el sistema de introducción de muestras. Dado que la naturaleza del combustible es muy diversa, se pueden producir cambios en las características de los aerosoles generados por el nebulizador a causa de cambios en propiedades físicas, como la tensión superficial o la viscosidad de la muestra. Un aumento en el valor de ambas propiedades conducirá a la generación de aerosoles primarios más gruesos, a una caída en la masa de analito que llega al plasma y, por consiguiente, en la sensibilidad medida. La volatilidad de la muestra es también otra propiedad extremadamente importante, puesto que un incremento en la misma conducirá a un aumento en la masa de analito que alcance al plasma. El problema radicará en que las propiedades físicas de las muestras discrepen entre sí y con las de los patrones empleados en la cuantificación.

a.2. Interferencias originadas en el plasma. En este caso, hay que tener en cuenta que la presencia de muestras orgánicas de diferente naturaleza en el plasma conduce a una modificación sensible en las características térmicas del mismo, con lo que se modifica el número de iones y especies

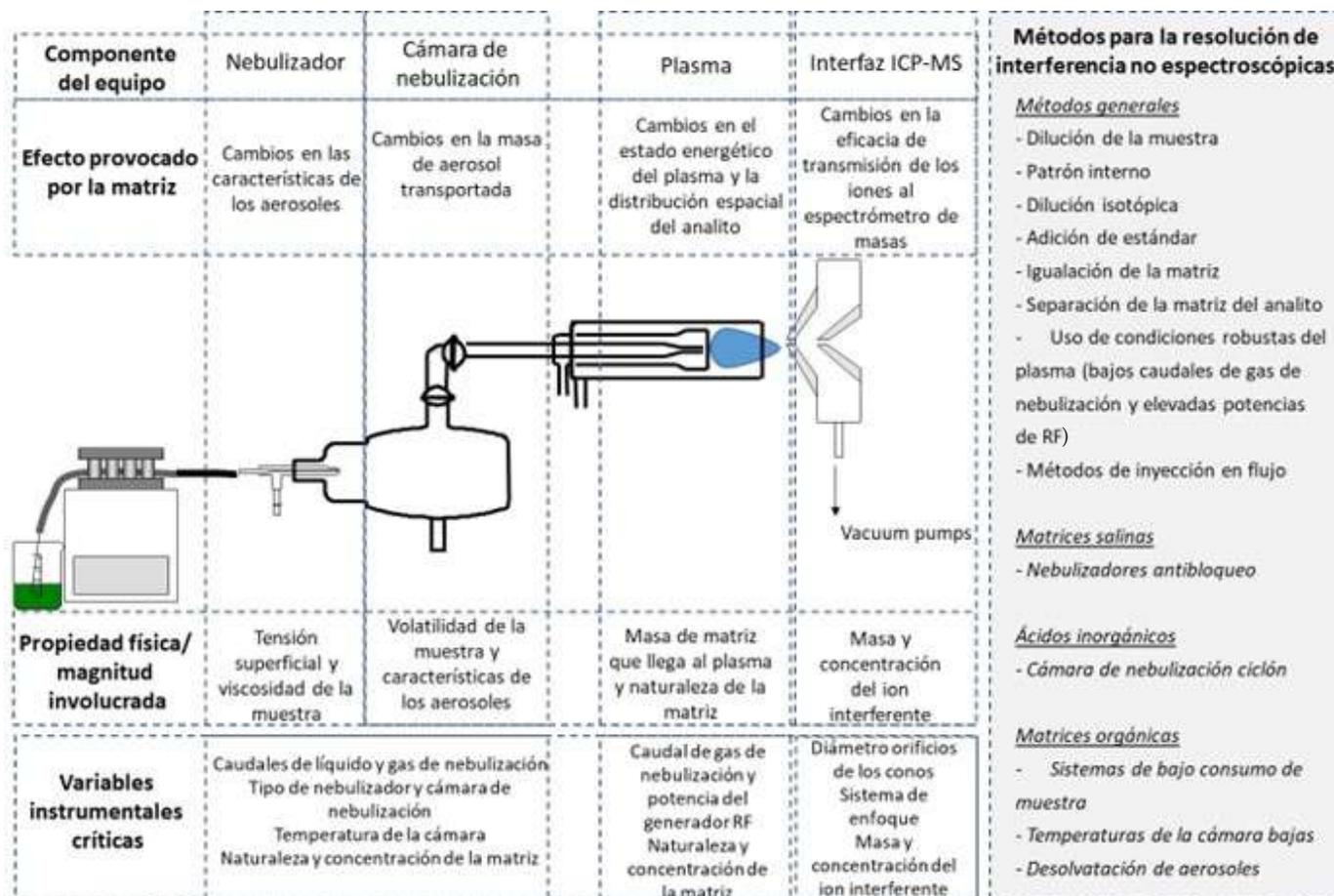


Figura 2. Esquema general de los componentes de un equipo de ICP-MS junto con las fuentes de interferencias y posibles métodos de eliminación de las mismas.

excitadas generadas. Obviamente, este fenómeno es tanto más acusado cuanto mayor sea la masa de disolvente aportada al plasma. Por lo tanto, la variación en las condiciones térmicas del plasma vendrá impuesta por los fenómenos descritos en el apartado a.1.

a.3. Interferencias originadas en el sistema de transmisión de iones en ICP-MS. Estas interferencias se deben a que, en presencia de carbono en el plasma, se pueden generar depósitos de carbonilla en la interfaz del sistema, dando lugar a una reducción en la eficacia de transmisión de iones al espectrómetro de masas.

Isótopo	Abundancia	Interferencias provocadas por la presencia de carbono en la muestra
²⁴ Mg	79	¹² C ₂ ⁺
²⁵ Mg	10	¹² C ¹ H ⁺ , ¹³ C ¹² C ⁺
²⁶ Mg	11	¹² C ¹⁴ N ⁺ , ¹² C ¹ H ₂ ⁺ , ¹² C ¹³ C ¹ H ⁺
²⁷ Al	100	¹² C ¹⁵ N ⁺ , ¹³ C ¹⁴ N ⁺ , ¹ H ¹² C ¹⁴ N ⁺
²⁸ Si	92	¹² C ¹⁶ O ⁺
²⁹ Si	4,7	¹³ C ¹⁶ O ⁺ , ¹² C ¹⁷ O ⁺ , ¹² C ¹⁶ O ¹ H ⁺
³⁰ Si	3,1	¹² C ¹⁸ O ⁺ , ¹³ C ¹⁷ O ⁺ , ¹³ C ¹⁶ O ¹ H ⁺ , ¹² C ¹⁷ O ¹ H ⁺ , ¹² C ¹⁶ O ¹ H ₂ ⁺
³¹ P	100	¹³ C ¹⁸ O ⁺ , ¹² C ¹⁸ O ¹ H ⁺
⁴⁴ Ca	2,1	¹² C ¹⁶ O ₂ ⁺
⁴⁵ Sc	100	¹² C ¹⁶ O ₂ ¹ H ⁺ , ¹³ C ¹⁶ O ₂ ⁺
⁴⁶ Ti	73,7	¹² C ₄ ⁺ , ³⁶ Ar ¹² C ⁺
⁴⁶ Ti	5,4	³⁶ Ar ¹³ C ⁺ , ³⁶ Ar ¹² C ¹ H ⁺ , ¹² C ³⁷ Cl ⁺
⁵¹ V	99,8	³⁸ Ar ¹³ C ⁺
⁵² Cr	83,8	⁴⁰ Ar ¹² C ⁺
⁵³ Cr	9,5	⁴⁰ Ar ¹³ C ⁺
⁶⁵ Ni	26,2	¹² C ¹⁶ O ₃ ⁺
⁶⁵ Cu	69,2	³⁶ Ar ¹² C ¹⁴ N ¹ H ⁺ , ¹⁴ N ¹² C ³⁷ Cl ⁺ , ¹⁶ O ¹² C ³⁵ Cl ⁺
⁶⁵ Cu	30,9	¹² C ¹⁶ O ³⁷ Cl ⁺ , ¹² C ¹⁸ O ³⁵ Cl ⁺
⁷⁵ As	100	²⁵ Na ¹² C ⁴⁰ Ar ⁺ , ¹² C ³¹ P ¹⁶ O ₂ ⁺
⁷⁷ Se	7,6	¹² C ¹⁹ F ¹⁴ N ¹⁶ O ₂ ⁺

Tabla 1. Principales interferencias poliatómicas generadas en ICP-MS como consecuencia de la presencia de carbono en la muestra (adaptado de la referencia 12).

b. Interferencias espectroscópicas.

Dentro de esta categoría destacan las interferencias poliatómicas, las cuales ocurren cuando los átomos o moléculas en la muestra se combinan con otros elementos en el plasma para formar especies de iones complejas, las cuales generan señales espectrales que se superponen con las de los analitos [9].

Las especies generadas dependerán de la matriz de la muestra. Así, la Tabla 1 recoge los posibles iones poliatómicos que pueden generarse cuando se pretenden analizar muestras de naturaleza orgánica. Es decir, con un contenido en carbono elevado.

Actualmente, los métodos empleados para combatir las interferencias espectroscópicas son: (i) la selección de un isótopo del analito adicional al interferente; (ii) uso de un espectrómetro de masas de alta resolución; (iii) uso de una

celda de reacción, colisión o universal, CRC; o, (iv) el uso de dos analizadores de masas en serie en combinación con la celda.

Actualmente, las dos últimas opciones son las que mayor atención han recibido y mayor implementación están teniendo en los laboratorios de análisis.

APLICACIÓN DE ICP-MS AL

ANÁLISIS DE BIOCOMBUSTIBLES

La técnica de ICP-MS se ha aplicado para la determinación de la concentración de elementos en muestras de bioetanol [13]. El análisis se basa en la introducción directa del bioetanol, diluido en agua, en el equipo de medida. Este hecho minimiza la intervención sobre la muestra y simplifica notablemente el método de preparación de la misma, reduciendo sensiblemente las posibles fuentes de contaminación y el tiempo de análisis. La atención se centra en aquellos elementos que no se encuentran interferidos espectroscópicamente por la presencia de carbono.

Con objeto de eliminar las interferencias producidas por el sistema de introducción de muestras, se hace uso de un dispositivo a elevada temperatura capaz de transportar al plasma el 100 % de la masa de muestra nebulizada, independientemente de la naturaleza de la misma. Este dispositivo se denomina *high temperature Torch Integrated Sample Introduction System* (hTISIS) y, además de posibilitar la eliminación de las interferentes, da lugar a sensibilidades más de un orden de magnitud superiores a las alcanzadas con sistemas convencionales y a un menor consumo de muestra, de tal forma que únicamente se requieren 0,1 mL de la misma para efectuar un análisis completo [14].

Los elementos que se encuentran a concentraciones más elevadas en muestras de bioetanol (entre 0,1 y 1,5 mg/L) son: Na, K y Zn. Otros elementos se hallan en menores concentraciones (entre < 0,01 y 0,1 mg/L) de acuerdo con el siguiente orden decreciente: Na > Zn > Fe > Cr > Cu > Mn > In > Ni > Ag > Sr > Co. En cuanto a la frecuencia de presencia de estos elementos, se encuentra el Na como el más común, seguidos del Fe, Ag, Co y Ni, presentes en alrededor de 1 de cada 3 muestras de bioetanol analizadas. El Cu se localiza en 1 de cada seis muestras de bioetanol, y otros elementos, tales como el Zn, Mn, In, Cr y Sr, aparecen raramente en este tipo de combustibles.

No es fácil establecer claramente el origen de los metales en bioetanol. Algunos autores señalan que su presencia puede ser el resultado del transporte y almacenamiento del combustible [15], de su adición al bioetanol final como aditivo para mejorar la combustión [3], o incluso durante su proceso de producción. Sin embargo, otros trabajos han

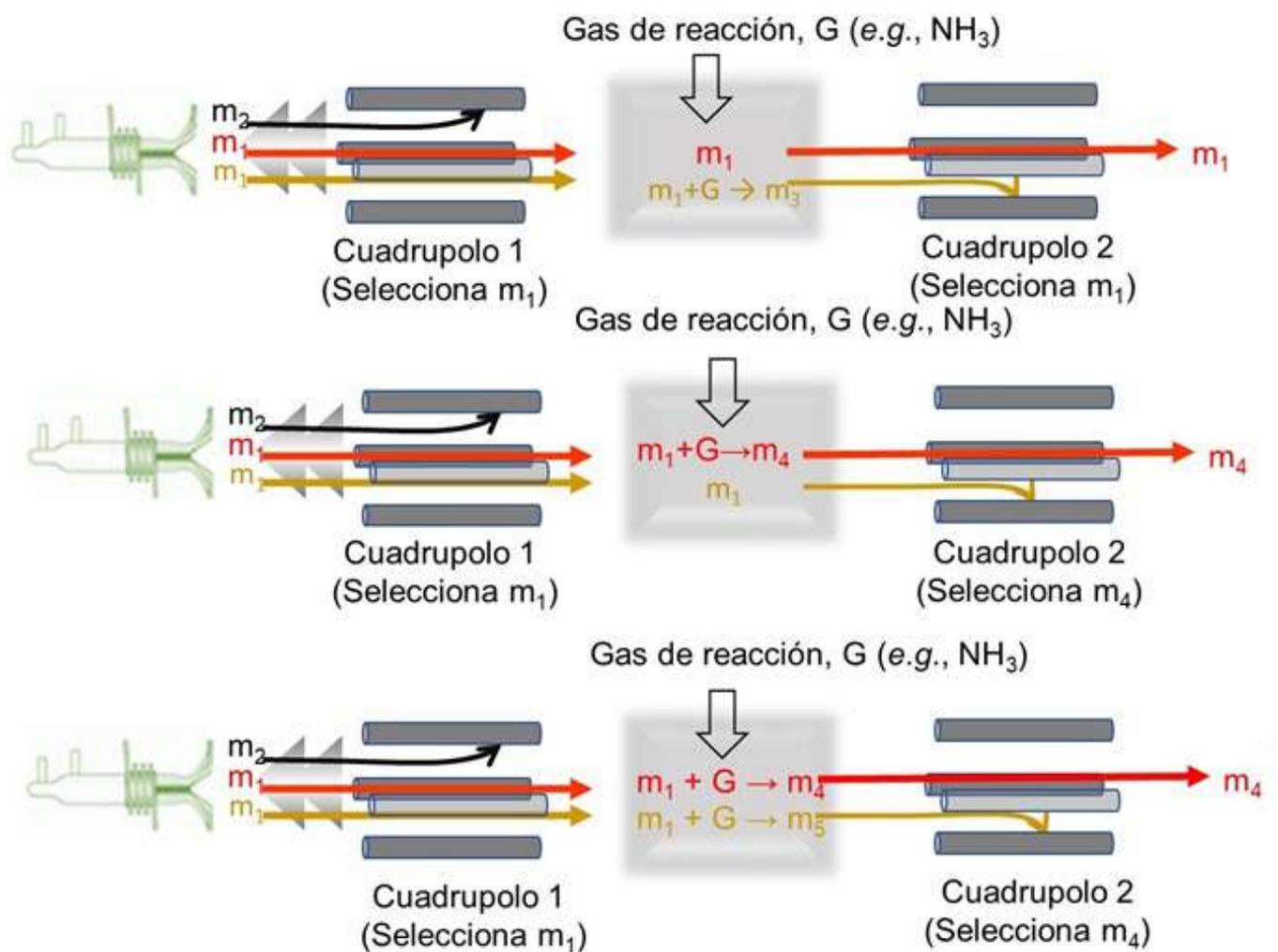


Figura 3. Esquema de un dispositivo de ICP-MS/MS junto con ejemplos de funcionamiento.

sugerido que la principal fuente de metales en el bioetanol es la materia prima empleada para su producción [3].

Ciertamente, el número de artículos enfocados sobre el seguimiento de la concentración de metales a lo largo del proceso de producción de bioetanol es limitado. En el marco de una investigación, se seleccionaron diez puntos de muestreo a lo largo del proceso de producción de bioetanol [16]. Se encontró que los elementos detectados estaban presentes en las materias primas a concentraciones de tres a cinco órdenes de magnitud superiores a las halladas en bioetanol. Dentro del proceso de producción de bioetanol, las operaciones de enalado y carbonatación de los jugos azucarados son efectivas para eliminar parcialmente aquellos elementos capaces de formar hidróxidos y carbonatos insolubles.

Sin embargo, los elementos presentes a bajas concentraciones no se eliminan en este paso y sus concentraciones en muestras de jarabes aumentan considerablemente, lo cual puede ser atribuido a la evaporación del agua. Finalmente, durante la destilación, la concentración de metales disminuye en un factor de 1000 a 10.000. Cabe mencionar la existencia de fuentes externas de contaminación en el

proceso, principalmente el uso de agua no procesada que incorpora Ca y Mg. Sin embargo, esta contaminación se elimina durante el paso de destilación.

A partir de estos resultados, se puede concluir que el origen principal de los metales en el bioetanol comercialmente disponible es la materia prima. Aunque todos los pasos del proceso parecen ser eficaces para la eliminación de metales (enalado, carbonatación y destilación), la destilación final es la operación más eficiente, como cabría esperar.

ESPECTROMETRÍA DE MASAS EN TÁNDEM CON FUENTE DE IONIZACIÓN DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-MS/MS)

En el caso de ICP-MS/MS, se coloca una celda de reacción - colisión entre dos cuadrupolos (Figura 3). Existen

tres estrategias diferentes para superar las interferencias espectrales cuando se utiliza ICP-MS/MS (Figura 3). Isótopos tales como ^{28}Si , ^{32}S , ^{75}As , ^{56}Fe y ^{80}Se , entre otros, que sufren fuertes interferencias espectroscópicas bien conocidas (causadas por $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$, $^{16}\text{O}_2$, $^{40}\text{Ar}^{35}\text{Cl}$, $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}$, $^{40}\text{Ar}_2$, respectivamente), pueden determinarse de manera efectiva utilizando un sistema ICP-MS/MS.

En el caso concreto del análisis de muestras de combustibles, encontramos una gran variedad de compuestos orgánicos incluyendo hidrocarburos y otras especies tales como ácidos orgánicos, aldehídos, cetonas, entre otros muchos compuestos. Las interferencias provocadas por el carbono son muy intensas y la calidad de los resultados analíticos se ve seriamente comprometida. En muchas situaciones, el uso de ICP-MS/MS da lugar a resultados satisfactorios, pues elimina las interferencias. En la Figura 3, se esquematizan las diferentes posibilidades de actuación.

La situación se puede agravar si se desean cuantificar elementos monoisotópicos. En el caso de la determinación de ^{75}As en muestras que contengan elevadas concentraciones de cloro, se produce la formación de ArCl^+ con $m/z=75$, la misma que la del arsénico. Una posible solución consistirá en añadir oxígeno o amoníaco a la celda de reacción, de tal forma que se promueva la formación de $^{75}\text{As}^{16}\text{O}^+$ o $^{75}\text{As}^{14}\text{N}^+\text{H}^+$, respectivamente. En este análisis, se seleccionaría una m/z de 75 en el primer cuadrupolo o una $m/z = 91$ o 90, en el caso de que se empleara oxígeno o amoníaco como gas de reacción, respectivamente.

APLICACIÓN DE ICP-MS/MS A LA DETERMINACIÓN MULTIELEMENTAL EN PRECURSORES GRASOS DE BIOCOMBUSTIBLES

Desde el punto de vista del análisis elemental, es necesario considerar las propiedades físicas de los aceites y grasas. La viscosidad, por ejemplo, es extremadamente importante, ya que de ella dependen las características de los aerosoles generados y, por lo tanto, los resultados analíticos obtenidos mediante las técnicas de ICP. Así, las muestras con alta viscosidad, como los aceites vegetales, poseen viscosidades de hasta 20 veces más altas que el gasóleo.

Por lo tanto, cabe considerar que las muestras de interés en el presente ámbito suelen tener una matriz compleja y, consecuentemente, poseen propiedades físicas desfavorables (es decir, alta viscosidad) o son sólidos. Por lo tanto, en la mayoría de los casos, no pueden introducirse directamente en el instrumento analítico. Así, a menudo se requiere el tratamiento de la muestra.

La elección del método de preparación de la muestra es un paso crítico en la determinación de la concentración multielemental mediante técnicas de ICP. Esta etapa depende de (i) la naturaleza de la muestra; (ii) el número de mues-

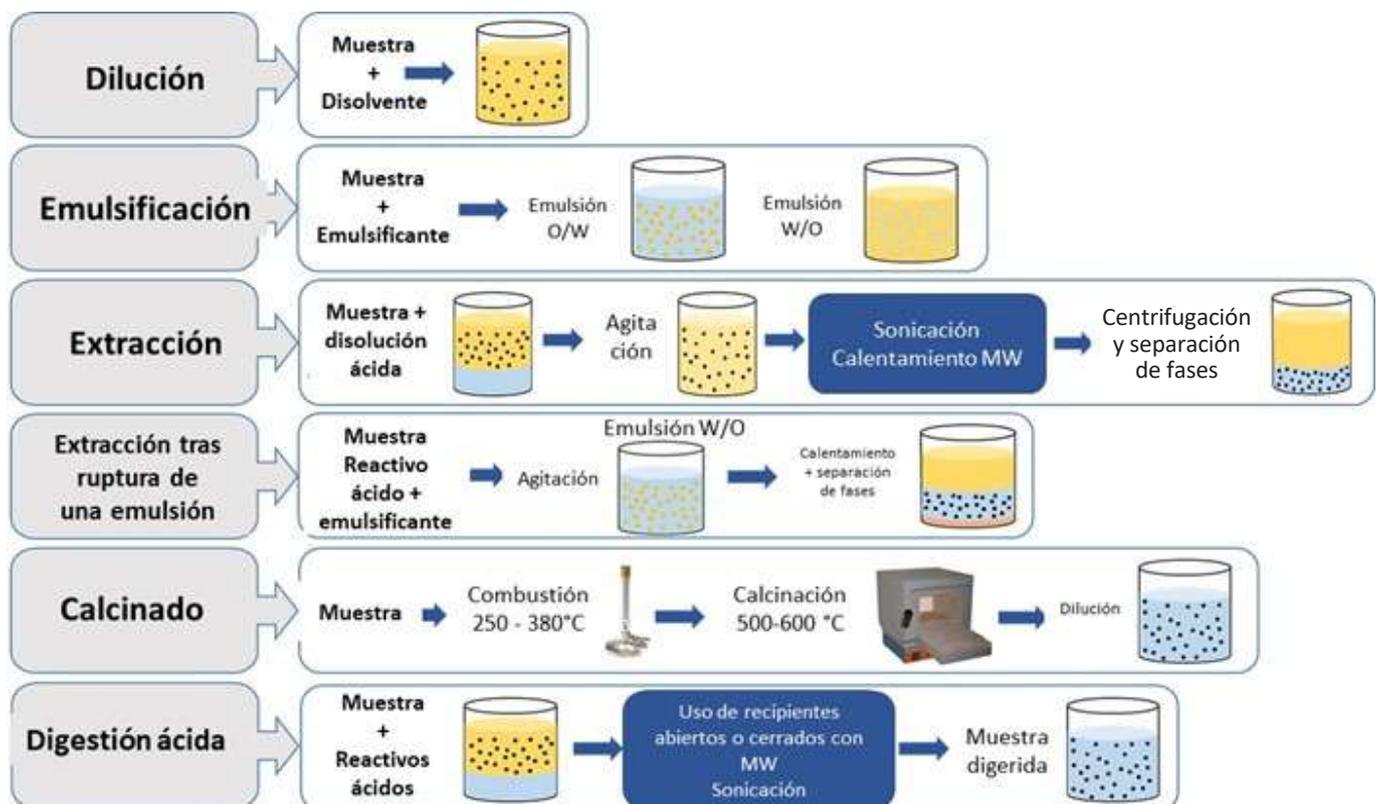


Figura 4. Métodos de preparación de la muestra para el análisis multielemental en aceites, grasas y biocombustibles resultantes.

tras que se desea analizar; (iii) el analito y su rango de concentración; (iv) la exactitud y precisión requeridas; y (v) el tiempo de pretratamiento de la muestra. Así, por ejemplo, el análisis de trazas requiere preparación de muestras más estricta que el análisis de componentes principales.

Los diferentes métodos de preparación de la muestra para su posterior análisis son (Figura 4): (i) dilución; (ii)

emulsificación; (iii) extracción; y (iv) descomposición de matrices.

La Tabla 2 compara las diferentes alternativas. De acuerdo con la información recogida, el método más básico de preparación de la muestra es la dilución de la misma. No obstante, el uso de este método implica que la carga orgánica de las muestras a introducir en un equipo de ICP-MS/MS

Método	Ventaja	Inconveniente
Análisis directo	Sencillo Rápido	Problemas de nebulización, calibración y estabilidad del plasma
Dilución	Sencillo Rápido Exacto Fácil automatización Método común	Degradación de la sensibilidad. Mala solubilidad de algunos compuestos en el disolvente. Problemas de calibrado. Elevada generación de residuos tóxicos.
Emulsificación	Reducción en la cantidad de materia orgánica presente en la muestra. Posibilidad de empleo de patrones acuosos.	Procedimiento lento. Empleo de reactivos.
Extracción líquido-líquido	El analito se separa de la matriz y se puede preconcentrar. Uso de patrones acuosos.	En ocasiones, tedioso. Malos rendimientos de extracción del analito(s).
Digestión	Eliminación de la materia orgánica. Uso de patrones acuosos.	Procedimiento lento. Degradación de la precisión y la exactitud. Pérdida de sensibilidad. Pérdidas de analito por evaporación.

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los diferentes métodos de preparación de muestras de aceites y grasas.

sea muy elevada, con los problemas que esto conlleva.

Como se ha indicado, la presencia de especies orgánicas en el plasma genera el crecimiento de depósitos de carbonilla en la interfaz entre el plasma (a presión atmosférica) y el espectrómetro de masas (a presiones muy bajas, del orden de 10^{-4} Torr).

En el caso concreto de aceites vegetales, aceites usados o aceites de pirólisis, se pueden emplear diferentes condiciones. La Tabla 3 recoge a modo de ejemplo diversos modos de trabajo mediante ICP-MS/MS que han permitido el análisis de estas muestras. En este caso, se puede efectuar un único análisis en el que las condiciones de trabajo van modificándose de forma automática [17].

Isótopo	Modo	Gas	Comentario
⁷ Li ⁹ Be ²⁰⁸ Pb		Sin gas	--
²³ Na ²⁴ Mg ²⁷ Al ⁵⁵ Mn ⁶⁰ Ni ⁶³ Cu	Colisión	He	Se eliminan interferencias descritas en la Tabla 1 y ¹⁴ N ₂ ⁺ y ¹ H ¹² C ¹⁴ N ⁺ sobre ²⁷ Al ⁴⁰ Ar ¹⁴ N ¹ H ⁺ , ⁴⁰ Ar ¹⁵ N ⁺ , ³⁸ Ar ¹⁷ O ⁺ sobre ⁵⁵ Mn ⁴⁴ Ca ¹⁶ O ⁺ , ²³ Na ³⁷ Cl ⁺ sobre ⁶⁰ Ni Interferencia de ⁴⁰ Ar ²³ Na ⁺ sobre ⁶³ Cu
²⁸ Si ³⁹ K ⁴⁰ Ca ⁵⁶ Fe ¹¹⁸ Sn	Reacción	H ₂	Se fija el segundo cuadrupolo a m/z correspondiente al isótopo de cada elemento. Los iones interferentes reaccionan con el hidrógeno, formando iones de mayor m/z que no llegan al detector.
³² S y ³⁴ S	Reacción	O ₂	Interferencias causadas por ¹⁶ O ₂ ⁺ y ¹⁶ O ¹⁸ O ⁺ , respectivamente. ³² S forma la especie ³² S ¹⁶ O ⁺ y se puede fijar el segundo cuadrupolo a una m/z=48.
⁵¹ V			Interferencias ocasionadas por ³⁸ Ar ¹³ C ⁺ , ³⁶ S ¹⁴ N ⁺ y ³² S ¹⁶ O ¹ H ⁺ . Se fija el segundo cuadrupolo a m/z=67 (⁵¹ V ¹⁶ O ⁺)
⁴⁷ Ti ⁵² Cr ⁹⁵ Mo ¹¹¹ Cd ¹³⁷ Ba			Se fija el segundo cuadrupolo a las m/z de cada elemento. El oxígeno forma especies con los iones interferentes, liberando a los analitos de dichas interferencias.

Tabla 3. Ejemplos de interferencias espectrales y solución propuesta en el análisis mediante ICP-MS/MS de materias primas para la obtención de biodiesel.

DETERMINACIÓN DE RELACIONES ISOTÓPICAS MEDIANTE ICP-MS EN MUESTRAS DE BIOCOMBUSTIBLES

Otra de las posibilidades que brinda la técnica de ICP-MS corresponde a la medida de relaciones isotópicas en una amplia variedad de muestras. La relación isotópica se refiere a la proporción de dos o más isótopos de un elemento que se encuentran en un medio determinado. Esta información es útil para una variedad de aplicaciones, incluyendo la geología, la astrofísica, la biología y la química ambiental.

En el caso particular de los biocombustibles, la determinación de la relación isotópica puede dar información valiosa acerca de la procedencia de los mismos o la materia prima que se ha utilizado para su obtención. Esta capacidad de la técnica de ICP-MS se puede ilustrar por medio de un ejemplo consistente en la determinación de relaciones isotópicas del plomo. Dicho metal posee cuatro isótopos: ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb y ^{208}Pb . De todos ellos, el único de composición natural es el ^{204}Pb , mientras que el resto proviene del decaimiento radiactivo del uranio y del torio, por lo que la composición isotópica de este elemento varía con el origen geográfico de la materia prima empleada para la producción del biocombustible.

En el caso de bioetanol, la concentración de plomo depende de la muestra y oscila entre 1 y alrededor de 3 $\mu\text{g/L}$. Esto hace necesaria una preconcentración de dicho elemento que se puede efectuar mediante evaporación parcial de la muestra.

A continuación, se determina la señal analítica obtenida para cada uno de los isótopos del plomo. No obstante, existen factores a tener en cuenta, pues pueden afectar tanto a la exactitud como a la precisión de las relaciones isotópicas.

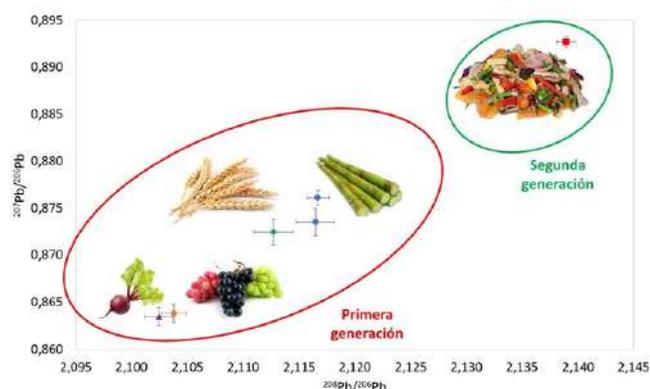


Figura 5. Representación isotópica de bioetanol proveniente de diferentes materias primas.

Entre los que afectan a la primera propiedad, se encuentran las contaminaciones externas provocadas por los materiales en contacto con la muestra. Además, las interferencias espectrales también conducen a la degradación de la exactitud de las relaciones isotópicas. En el caso del plomo, se producirán en presencia de mercurio, el cual posee un isótopo con relación $m/z=204$.

Finalmente, se encuentra la discriminación en masa, consistente en la dependencia de la eficacia de transmisión de los iones en el espectrómetro de masas en función de la relación m/z , lo que conduce a relaciones isotópicas falseadas por el instrumento de medida. Para corregirla se emplean materiales de referencia con una composición isotópica conocida del elemento que se desea analizar (corrección externa) o de otro elemento con una relación m/z similar (corrección interna).

Por otra parte, factores como las fluctuaciones en el plasma, la forma de las señales o la magnitud de las mismas pueden afectar a la precisión de las medidas (coherencia entre resultados obtenidos en sucesivas repeticiones de los ensayos).

Teniendo en cuenta todos estos factores, es posible determinar las relaciones isotópicas de diferentes muestras de bioetanol, tras su introducción directa en el equipo de ICP-MS obteniendo resultados como los mostrados en la Figura 5 [18]. En dicha figura, se muestran las relaciones de tres isótopos del plomo.

Con objeto de clarificar la figura, se han insertado imágenes de las materias primas empleadas en la obtención del bioetanol. Se aprecia que el producto de segunda generación posee una mayor proporción de isótopos pesados del plomo que las muestras de primera generación.

Además, se aprecia que existen diferencias en términos de composición isotópica de dicho elemento entre muestras de primera generación en función de la materia prima empleada. Así, el bioetanol obtenido a partir de azúcar de remolacha o de residuos de vino posee una composición empobrecida en isótopos pesados de plomo con respecto al producido a partir de otras fuentes como cereales o azúcar de caña.

La producción de biocombustibles no está, por tanto, exenta de problemas y de riesgos medioambientales que es necesario conocer y controlar. La determinación de elementos químicos potencialmente peligrosos es un aspecto que ha llamado la atención de los investigadores a lo largo de las últimas décadas. No obstante, la ausencia de herramientas analíticas ha supuesto un impedimento en este sentido.

Actualmente, de la mano de la técnica de ICP-MS con sus variantes tales como ICP-MS/MS, así como la construcción de instrumentos más robustos y la implementación de soluciones para la mejora de los resultados, ha permitido

que se desarrollen normativas más exigentes en lo que respecta a la presencia de metales, no metales y metaloides en, tanto biocombustibles, como sus precursores.

REFERENCIAS

- [1] Monot F., Margeot A., Hahn-Hägerdal B., Lindstedt J., Slade R. (2013). *The NILE project: advances in the conversion of lignocellulosic materials into ethanol*, Oil Gas Sci. Technol., 68, 693. DOI: 10.2516/ogst/2012078.
- [2] Lemos P., Mesquita F.C. (2016). *Future of global bioethanol: an appraisal of results, risk and uncertainties*, in Global Bioethanol - Evolution, Risks, and Uncertainties, Elsevier, 221-237.
- [3] Sánchez R., Sánchez C., Lienemann C.-P., Todolí J.-L. (2015). *Metal and metalloid determination in biodiesel and bioethanol*, J. Anal. Atom. Spectrom., 30, 64-101. DOI: 10.1039/C4JA00202D.
- [4] Nigam P.S., Singh A. (2011). *Production of liquid biofuels from renewable resources*, Prog. Energy. Combust. Sci., 37, 52-68. DOI: 10.1016/j.pecs.2010.01.003.
- [5] Lienemann, C.P.; Sánchez-Rodríguez, C.; Vidal, J.P.; Todolí, J.L. (2016). *Transition énergétique: une nouvelle aube pour la chimie*, Numéro spécial de L'Actualité Chimique, 408-409.
- [6] Ho D.P., Ngo H.H., Guo W. (2014). *A mini review on renewable sources for biofuel*, Bioresour. Technol., 169, 742-749. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.07.022.
- [7] Martínez-Del Olmo, S.; Sánchez, R.; Lefevre, J.; Todolí, J.L. (2022). *Multi-elemental analysis of oil renewable fuel feedstock*, Spectrochim. Acta B, 189, 106356. DOI: 10.1016/j.sab.2021.106356.
- [8] Sánchez, C.; Santos, S.; Sánchez, R.; Lienemann, C.P., Todolí, J.L. (2020). *Profiling of Organic Compounds in Bioethanol Samples of Different Nature and the Related Fractions*, ACS Omega, 33, 20912-20921. DOI: 10.1021/acsomega.0c02360.
- [9] Schlemmer, G.; Balcaen, L.; Todolí, J.L.; Hinds, M., (2019). *Elemental Analysis. An introduction to modern spectrometric techniques*, De Gruiter, Weimar, Germany. DOI: 10.1515/9783110501087.
- [10] Goenaga Infante, H.; Warren, J.; Chalmers, J.; Dent, G.; Todolí, J.L.; Collingwood, J.; Telling, N.; Resano, M.; Limbeck, A.; Schoenberger, T.; Hibbert, D.B.; LeGresley, A.; Adams, K.; Craston, D. (2021). *Glossary of methods and terms used in analytical spectroscopy (IUPAC Recommendations 2019)*. Pure and Applied Chemistry. 93/6, 647-776. DOI: 10.1515/pac-2019-0203.
- [11] Todolí, J.L.; Mermet, J.M., *Liquid sample introduction in ICP Spectrometry. A practical guide*. Elsevier, Amsterdam, 2008. ISBN 978-0-444-53142-1.
- [12] Leclerq, A.; Nonell, A.; Todolí, J.L.; Bresson, C.; Vio, L.; Vercouter, T.; Chartier, F. (2015). *Introduction of organic/hydro-organic matrices in inductively coupled plasma optical emission spectrometry and mass spectrometry: A tutorial review. Part I. Theoretical considerations*, Anal. Chim. Acta, 885, 33-56. DOI: 10.1016/j.aca.2015.03.049.
- [13] Sánchez C, Lienemann C.-P., Todolí J.L. (2016). *Analysis of bioethanol samples through inductively coupled plasma mass spectrometry with a total sample consumption system*, Spectrochim. Acta B, 124, 99-108. DOI: 10.1016/j.sab.2016.08.018.
- [14] Sánchez, C.; Sánchez, R.; Lienemann, C.P.; Todolí, J.L. (2021). *ICP-MS spatial profiles in presence of ethanol and their application for the analysis of ethanol containing samples*, J. Anal. At. Spectrom., 36, 2085-2096. DOI: 10.1039/D1JA00134E.
- [15] Donati G.L., Amais R.S., Schiavo D., Nóbrega J.A. (2013). *Determination of Cr, Ni, Pb and V in gasoline and ethanol fuel by microwave plasma optical emission spectrometry*, J. Anal. At. Spectrom., 28, 755-759. DOI: 10.1039/C3JA30344F.
- [16] Sánchez, C; Vidal, J.P.; Lienemann, C.P.; Todolí, J.L. (2018). *Evolution of the metal and metalloid content along the bioethanol production process*, Fuel Process. Technol., 173, 1-10. DOI: 10.1016/j.fuproc.2018.01.001.
- [17] Martínez-Del Olmo, S.; Sánchez, R.; Todolí, J.L. (2022). *Inductively coupled plasma tandem mass spectrometry (ICP-MS/MS) for the analysis of fuels, biofuels and their feedstock using a high temperature total consumption sample introduction system operated under continuous sample aspiration mode*. J. Anal. At. Spectrom., 37, 1032-1043. DOI: 10.1039/D2JA00024E.
- [18] Sánchez, C.; Bolea-Fernández, E.; Costas-Rodríguez, M.; Lienemann, C.P.; Todolí, J.L.; Vanhaecke, F. (2018). *Direct lead isotopic analysis of bioethanol by means of multi-collector ICP-mass spectrometry with a total consumption sample introduction system*, J. Anal. At. Spectrom., 33, 481-490. DOI: 10.1039/C8JA00020D.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades por el apoyo financiero prestado (proyecto Ref. PID2021 - 127566NB-I00).

La resiliencia en el sistema educativo español (LOMLOE) en la etapa de Educación Infantil

MARGARITA FERNÁNDEZ-ROMERO¹, FRANCISCO PARDO FABREGAT¹, RAFAEL FAYOS FEBRER²

¹ Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad CEU Cardenal Herrera. Campus Castellón. Ciudad del Transporte II. Calle Grecia, 31. 12006. Castellón. España.

² Departamento de Humanidades. Universidad CEU Cardenal Herrera. Campus Alfara. C/ Luis Vives, 1. 41115. Alfara del Patriarca. Valencia. España.

INTRODUCCIÓN

El concepto de resiliencia se define como un estado continuo de adaptación o éxito (Hunter, 2001; Tusaie y Dyer, 2004) [1], [2]. En los últimos años, la idea de resiliencia se ha concebido como un resultado más que como un rasgo o característica, enfatizando la capacidad de la persona para mejorar los factores de protección contra la enfermedad mental (Chimtorz *et al.*, 2018) [3].

Según Ahern *et al.* (2006) [4], la resiliencia suele considerarse una característica de la personalidad que modera los efectos negativos del estrés y promueve la adaptación. Autores como Wagnild y Young (1993) [5] definen la resiliencia como la capacidad de hacer frente con éxito al cambio o la desgracia. Por su parte, Luthar (2006) [6] la define como una adaptación positiva a pesar de importantes contratiempos o traumas.

Es importante estudiar la resiliencia, tal y como afirman Campbell-Sills y Stein (2007) [7], para lograr una total comprensión de las respuestas del ser humano al estrés y al trauma. Martin (2013) [8] pone el foco en la importancia de la resiliencia académica en contextos educacionales y la define como la habilidad para superar la adversidad aguda o crónica que es considerada una amenaza para el desarrollo del alumnado.

La investigación ha demostrado que la resiliencia puede ayudar a los niños a superar situaciones difíciles y problemáticas. También queda patente que la resiliencia se puede enseñar y fomentar en los niños a través de diferentes métodos, como el apoyo emocional, la enseñanza de habilidades de afrontamiento saludables y el fomento de la confianza en sí mismos.

En general, la resiliencia es una habilidad crucial para el desarrollo infantil, ya que puede ayudar a los niños a superar la adversidad y tener éxito en la vida. Se puede enseñar y fomentar a través de intervenciones adecuadas y el apoyo emocional conveniente (Vargas y Oros de Sapias, 2011) [9].

LA RESILIENCIA EN EL SISTEMA EDUCATIVO ESPAÑOL (LOMLOE) EN LA EDUCACIÓN INFANTIL

FORMACIÓN DEL ALUMNADO EN RESILIENCIA DESDE EDADES TEMPRANAS

Teniendo en cuenta que la etapa de Educación Infantil es crucial en el desarrollo cognitivo y emocional del alumnado, es importante formar niños resilientes desde edades tempranas, comenzando en esta etapa, porque permite desarrollar habilidades y herramientas necesarias para enfrentar y superar los desafíos que se presentan a lo largo de la vida. La resiliencia puede ayudar a los niños a desarrollar un sentido de confianza en sí mismos, autodisciplina y perseverancia, lo que puede prepararlos mejor para afrontar situaciones estresantes relacionadas con el aprendizaje y la socialización que, en estas edades, pueden afectar a su autoestima y a la seguridad en sí mismos.

Por ejemplo, los niños que tienen habilidades de resiliencia pueden ser más capaces de lidiar con las frustraciones asociadas con el aprendizaje, como la dificultad para entender nuevas ideas o conceptos. Incluso pueden ser menos propensos a ser afectados por la crítica o la burla de sus iguales, lo que puede ser un problema común en la etapa de Educación Infantil.

Cabe destacar que la resiliencia no es algo que todos los niños poseen automáticamente, pero puede desarrollarse con el apoyo emocional adecuado a través de intervenciones correctamente diseñadas que proporcionen estrategias de afrontamiento saludables desarrollando una imagen positiva del sujeto.

Además, fomentar la resiliencia en la etapa de Educación Infantil puede ayudar a prevenir, más adelante, problemas de salud mental y conductuales como la depresión y la ansiedad. También puede fomentar, en los niños, un sentido de empatía que les permita entender mejor las emociones y sentimientos de los demás promoviendo la ayuda y el apoyo a sus compañeros cuando estos lo requieran.

En definitiva, formar niños resilientes desde la etapa de Educación Infantil es importante porque les ayuda a desarrollar las habilidades y herramientas necesarias para enfrentar y superar los desafíos que se presentan a lo largo de la vida, lo que puede tener un impacto positivo en su bienestar emocional y mental en su futuro a corto, medio y largo plazo (Kogan, 2010) [10].

LOS PILARES DE LA RESILIENCIA EN EDUCACIÓN INFANTIL

Los pilares de la resiliencia son un conjunto de habilidades, rasgos y estrategias que se consideran importantes para desarrollar la capacidad de afrontar y superar situaciones difíciles. Aunque podemos encontrar pequeñas variaciones en las aportaciones de diferentes autores sobre la clasificación de los pilares de la resiliencia, existen muchas coincidencias en aspectos tales como el autoconocimiento, la motivación, el autocontrol, la autonomía, la confianza, las relaciones positivas y la resolución de problemas (Wolin y Wolin, 1993 [11]; Rojas Marcos, 2011 [12]; Instituto Español de Resiliencia, 2017 [13]). Cabe destacar la aportación de Wolin y Wolin en referencia a la creatividad como pilar de la resiliencia.

En la Educación Infantil, se trabajan varios pilares de la resiliencia para fomentar la capacidad de los niños de ser resilientes ante adversidades y desafíos. Estos pilares se han agrupado y categorizado en cuatro componentes que permiten ensayar y diseñar perfiles más concretos para una mejor adquisición de estos (Suárez, 2004) [14]:

1. Competencia social: esto implica fomentar la creación de vínculos afectivos positivos con familiares, amigos y otros niños. Los niños que tienen redes de apoyo social son más capaces de enfrentar situaciones estresantes y superar la adversidad.

2. Autonomía: resulta vital fomentar la autoestima de los niños, la confianza en sí mismos y la imagen positiva que de ellos perciban. La seguridad en sí mismos les ayuda a tener una visión positiva de lo que son capaces, lo que puede ayudarlos a enfrentar situaciones nuevas con mayor facilidad.

3. Resolución de problemas: es importante que los niños aprendan a tomar decisiones y resolver problemas por sí mismos. Esto les enseña a ser autónomos y a encontrar soluciones a los problemas por su cuenta, lo que refuerza la confianza en ellos mismos.

4. Sentido de propósito y futuro: ayudar a los niños a establecer metas y trabajar para alcanzarlas les permite tener un enfoque positivo hacia el futuro y desarrollar habilidades de planificación y organización.

En general, fomentar estos pilares puede ayudar a los niños a desarrollar una mayor resiliencia para sobrellevar mejor las situaciones difíciles y tener éxito en la vida.

RELACIÓN ENTRE LA RESILIENCIA Y EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EDUCACIÓN INFANTIL

La resiliencia puede tener una gran influencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Educación Infantil. Al ser resilientes, los niños tienen una mayor capacidad para enfrentar situaciones estresantes y continuar aprendiendo.

Algunas de las formas en que se relacionan la resiliencia y el proceso de enseñanza-aprendizaje son:

1. Mejora el aprendizaje: los niños resilientes aumentan su capacidad para adaptarse a nuevos entornos y aprendizajes, lo que les permite tener éxito académico. Además, la resiliencia puede ayudar a los niños a desarrollar un mayor interés y motivación en el aprendizaje.

2. Reducción del estrés: la resiliencia puede ayudar a los niños a manejar mejor el estrés relacionado con el aprendizaje, como los exámenes y las tareas difíciles. Esto permite a los niños mantener un enfoque efectivo en el aprendizaje y una actitud positiva hacia éste.

3. Mejora las habilidades sociales: al desarrollar habilidades de resiliencia, los niños pueden ser más capaces de relacionarse con otros niños y construir relaciones sociales saludables. Esto puede mejorar el ambiente de aprendizaje y fomentar el trabajo en equipo y la colaboración (Pino *et al.*, 2020) [15].

En definitiva, la resiliencia puede ser muy importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Educación Infantil, permitiendo a los niños enfrentar los desafíos que se presentan y continuar aprendiendo con éxito.

LA RESILIENCIA Y SU PRESENCIA EN LA LEGISLACIÓN DE LA EDUCACIÓN INFANTIL

En la actualidad, la legislación educativa que rige las enseñanzas mínimas en Educación es la Ley Orgánica 3/2023, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). Dicha ley se concreta en el Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. En dicho Real Decreto, se establece entre los objetivos de la Educación Infantil el fomento del desarrollo de la autonomía, la iniciativa, la curiosidad, la creatividad y la resolución de problemas en los niños. Esto implica que la resiliencia es una habilidad fundamental a desarrollar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos [16, 17].

Además, la LOMLOE también hace hincapié en la educación emocional y social, lo que incluye el fomento de la resiliencia en el aula reconociendo la importancia de que los niños aprendan a desarrollar habilidades emocionales y sociales para enfrentarse y superar los desafíos que se presentan en la vida. Asimismo, la LOMLOE establece que la comunidad educativa debe promover la inclusión educativa y la igualdad de oportunidades, lo que también puede fomentar la resiliencia en los niños.

En definitiva, la relación entre la resiliencia y la LOMLOE en Educación Infantil se encuentra en la importancia que se da en la Ley a fomentar el desarrollo de habilidades emocionales, sociales y cognitivas en los niños, lo que incluye la capacidad de adaptarse y superar situaciones difíciles.

El Real Decreto 95/2022 organiza el currículo de la etapa en tres áreas correspondientes a ámbitos de experiencia y desarrollo del niño:

- ✓ Crecimiento en Armonía.
- ✓ Descubrimiento y Exploración del Entorno.
- ✓ Comunicación y Representación de la Realidad.

La resiliencia en la Educación Infantil no está vinculada específicamente a una sola área de conocimiento, sino que puede ser aplicada en las tres áreas, incluyendo el desarrollo cognitivo, emocional y social de los niños. La resiliencia puede ser vista como una habilidad transversal que se puede aplicar apoyando la educación de calidad y el crecimiento personal de los infantes.

Existe una relación directa entre los pilares de la resiliencia y las competencias específicas, saberes básicos y criterios de evaluación de las diferentes áreas de conocimiento. El área «Crecimiento en Armonía» puede vincularse con pilares tales como autoconfianza, autoestima, automotivación, autorregulación, responsabilidad, equilibrio vital, creatividad, aceptación y empatía. El área de conocimiento de «Descubrimiento y Exploración del Entorno» está vinculada con los pilares relacionados con la responsabilidad, la empatía, la creatividad, así como la resolución de problemas. Por último, el área de «Comunicación y Representación de la Realidad» está vinculada con la motivación, la empatía y creatividad.

En resumen, aunque la resiliencia no está vinculada específicamente a una sola área de conocimiento en la etapa de Educación Infantil, se puede fomentar y desarrollar a través de actividades y enfoques pedagógicos en las diferentes áreas del conocimiento. Esto permitirá que los niños desarrollen habilidades para enfrentar y superar desafíos y se adapten a diferentes situaciones.

REFLEXIONES FINALES

Se refleja una primera percepción de la resiliencia bajo una perspectiva psicológica y generalista para integrarla en la etapa de Educación Infantil en el sistema educativo atendiendo a la necesidad de formar estudiantes que sean capaces de afrontar y superar situaciones difíciles.

La resiliencia tiene gran importancia en el proceso educativo, ya que puede ayudar a los niños a desarrollar un mayor interés y motivación en el aprendizaje mediante la reducción del estrés, la mejora de habilidades sociales y la resolución de problemas consiguiendo por tanto un aprendizaje más significativo.

Por tanto, es imprescindible trabajar estos pilares en las primeras etapas educativas para desarrollar, en los infantes, las habilidades y herramientas necesarias para su realidad circundante y conseguir un bienestar emocional y mental en su futuro.

REFERENCIAS

- [1] Hunter, A. J. 2001. *A cross-cultural comparison of resilience in adolescents*. Journal of Pediatric Nursing, 16, 172-179.
- [2] Tusaie, K., y Dyer, J. 2004. *Resilience: A historical review of the construct*. Holistic Nursing Practice, 18, 3-8.
- [3] Chmitorz, A.; Kunzler, A.; Helmreich, I.; Tüscher, O.; Kalisch, R.; Kubiak, T.; Wessa, M.; Lieb, K. 2018. *Intervention studies to foster resilience – a systematic review and proposal for a resilience framework in future intervention studies*. Clinical Psychology Review 59, 78-100.
- [4] Ahern, N. R.; Kiehl, E. M.; Lou Sole, M.; Byers, J. 2006. *A review of instruments measuring resilience*. Issues in comprehensive Pediatric nursing, 29(2), 103-125.
- [5] Wagnild, G. M.; Young, H. M. 1993. *Development and psychometric evaluation of the Resilience Scale*. Journal of Nursing Measurement, 1, 165-178.
- [6] Luthar, S.S. 2006. *Resilience in development: A synthesis of research across five decades*. In: Cicchetti & D. J. Cohen (Eds.), *Developmental Psychopathology: Risk, Disorder, and Adaptation*, (pp. 739-795). New York: Wiley.
- [7] Campbell-Sills, L.; Stein, M. B. 2007. *Psychometric analysis and refinement of the Connor-Davidson resilience scale (CD-RISC): Validation of a 10-item measure of resilience*. Journal of Traumatic Stress, 20(6), 1019-1028.
- [8] Martin, A.J. 2013. *Academic buoyancy and academic resilience: exploring 'everyday' and 'classic' resilience in the face of academic adversity*. School Psychology International, 34, 488-500.
- [9] Vargas, J., y Oros de Sapias, L. 2011. *Parentalidad y autoestima de los hijos: Una revisión sobre la importancia del fortalecimiento familiar para el desarrollo infantil positivo*. Apuntes Universitarios, V1, 1, 155-171.
- [10] Kogan, L. 2010. *El lugar de la resiliencia en la educación inicial* [Tesis (Magister en Psicopedagogía), Universidad Andrés Bello]. Repositorio Institucional Académico-Universidad Andrés Bello.
- [11] Wolin, S. J. y Wolin, S. 1993. *The resilient self: how survivors of troubled families rise above adversity*. Villard Books.
- [12] Rojas Marcos, L. 2011. *Superar la adversidad: El poder de la resiliencia*. Editorial Booket.
- [13] *Pilares de la resiliencia*. Instituto Español de Resiliencia. 2017.
- [14] Suárez, N. E. 2004. *Perfiles de la resiliencia*, en Suárez, N. E.; Munist, M.; Kotliarenco, M. A. (Eds.), *Resiliencia tendencias y perspectivas*. Fundación Bernard van Leer.
- [15] Pino, J., Restrepo, Y., Tobón, L. y Arroyave, L. 2020. *El Maestro como formador en resiliencia para la primera infancia: Un aporte desde la escuela en la construcción de habilidades sociales*. Cultura, Educación y Sociedad, 11(1). 55-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.11.1.2020.04>.
- [16] Ley Orgánica por la que se Modifica la Ley Orgánica de Educación. Ley 3/2020, de 29 de diciembre. Boletín Oficial del Estado, Nº 340 (30-12-2020).
- [17] Real Decreto por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. RD 95/2022, de 1 de febrero. Boletín Oficial del Estado, Nº 28 (02-02-2022).

José Luis Todolí, catedrático de la UA, Premio GCTbA a la Transferencia de Tecnología



El grupo especializado de Ciencia y Tecnologías (Bio)Analíticas (GCTbA) de la Real Sociedad Española de Química (RSEQ) ha otorgado el Premio a la Transferencia de Tecnología al catedrático de Química Analítica de la Universidad de Alicante (UA), José Luis Todolí, por la propuesta *Métodos de análisis y desinfección de muestras de diversa naturaleza*.

Con esta distinción, el grupo especializado de la RSEQ pone en valor los méritos en transferencia científico-tecnológica a la sociedad y al ámbito productivo del conocimiento generado desde la UA. En concreto, el trabajo liderado por Todolí se ha centrado en diversos campos como el desarrollo de un prototipo que posibilita el análisis químico de muestras del sector de los biocombustibles, alimentos y clínico. Este dispositivo se ha implementado en diversas universidades, empresas y centros de investigación.

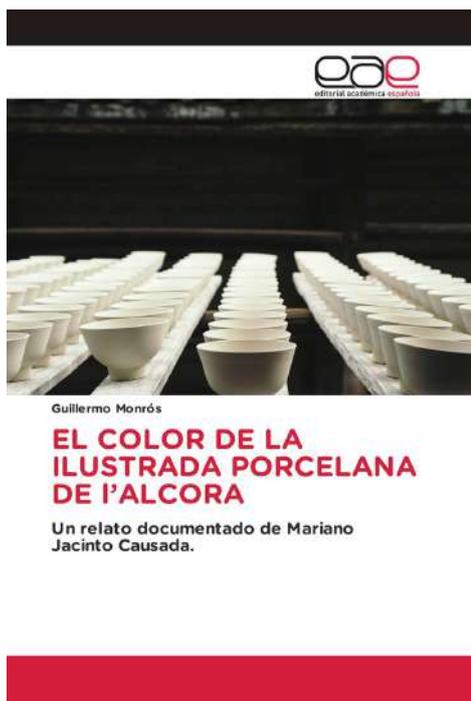
Asimismo, se ha patentado un prototipo de desinfección de alimentos mediante radiación ultravioleta y licenciado a una empresa del sector mecánico, efectuando colaboraciones con empresas del sector lácteo y heladero. Por otro lado, se está desarrollando un doctorado industrial en el ámbito del control de la calidad de alimentos líquidos mediante la utilización de sensores. Otro de los ámbitos en los que se

están poniendo en marcha varias innovaciones es en la valorización industrial de residuos alimentarios.

En síntesis, en materia de transferencia, sólo en los últimos años, desde la UA se ha colaborado con una decena de empresas de diferentes sectores por medio de una treintena de contratos de diversa naturaleza, posibilitando la formación de siete doctores.

El grupo especializado de Ciencia y Tecnologías (Bio)Analíticas (GCTbA) pretende integrar tanto a los químicos analíticos como a otros socios de la RSEQ que se identifiquen con las actividades objeto de estudio de este grupo, potenciando de esa forma la colaboración entre los investigadores que desarrollan su actividad en el campo de la química analítica e investigadores de otras áreas de la química de todo el país.

Entre sus objetivos, destacan promover y potenciar el desarrollo de la investigación y la divulgación en el área de la Química Analítica y (Bio)Analítica, así como hacer llegar a los sectores productivos los resultados de investigación susceptibles de aprovechamiento práctico, divulgación e interés para otros ámbitos del conocimiento.



El color de la ilustrada porcelana de L'Alcora

Autor: Guillermo Monrós

RECENSIÓN

Este libro es un relato documentado de la primera historia de la Real Fábrica de Loza y Porcelana de L'Alcora, la que transcurre en el siglo de las luces de la Ilustración, centrada en los aspectos técnicos y del color, a través de las formulaciones de pigmentos, pastas y vidriados. El relato se realiza por boca de Mariano Jacinto Causada, maestro de colores y jaspes que fue de la Real Fábrica. El relato está comentado desde el punto de vista técnico y presenta la base documental histórica y técnica de la evolución de la Real Fábrica en la parte relevante del siglo XVIII, desde su fundación en 1727 hasta el desmoronamiento del pantano moruno de L'Alcora el ocho de octubre de 1787. Mariano Jacinto Causada fue la tercera generación de una familia aragonesa que, procedente de Muel, se asentó en L'Alcora y fue trascendental en el devenir de la coloración de las pastas y vidriados de L'Alcora. El relato viene introducido, en cada uno de sus capítulos, por una receta, de las muchas legadas por los técnicos de la Real Fábrica, y recogidas por Escrivá de Romaní en 1943, que es analizada a la luz de la química moderna.



Análisis del cambio climático y medidas para la reducción del CO₂

Autor: Ana Delfina Martín Moreno

Editor y revisor científico: Manuel Miguel Jordán Vidal

RECENSIÓN

El cambio climático o calentamiento global son términos que suenan mucho en el momento actual, pero, cuando se inició este estudio, eran expresiones bastante desconocidas en nuestra sociedad. La autora inició en las dos últimas décadas sus investigaciones en materia de legislación ambiental, y sus avances en este análisis exhaustivo se adelantaron en el tiempo. Ahora, se publica este libro actualizado y a la vez dinámico, con anhelos de esperanza en un cambio de paradigma. La lucha contra el cambio climático es responsabilidad de la sociedad en su conjunto, es decir, de toda la ciudadanía. Los compromisos y avances para hacer frente al cambio climático deben ser constantes y continuos. Es por ello que cada minuto pasado es tarde en una mejora del medio natural abiótico y biótico que permitirá mantener la vida y la biodiversidad de los ecosistemas marítimos y terrestres.

In Memoriam. Jorge Mataix Beneyto, 1945-2023



Jorge Mataix Beneyto (Valencia, 1945) realizó su tesis doctoral en 1972 con una beca del Ministerio de Educación y Ciencia, y fue colaborador científico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), desde 1974 hasta 1982, año en que se trasladó en comisión de servicio a la Universidad Autónoma de Madrid.

En 1982, obtuvo la Cátedra de Universidad y concurso de acceso a la Universidad de Córdoba y de traslado a la Universidad de Alicante (UA).

En 1998, se incorporó a la recién creada Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche, donde permaneció hasta su jubilación en 2015, año en que fue nombrado Catedrático Emérito en la UMH.

Contribuyó a la puesta en marcha, como primer profesor integrado en el Área de Edafología y Química Agrícola, de los departamentos de las Universidades: Autónoma de Madrid (UAM), Alicante (UA) y Miguel Hernández de Elche, coincidiendo con los comienzos de las especialidades de Edafología y Química Agrícola en la UAM y UA, y de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, en la UMH.

Los inicios investigadores de Mataix Beneyto se dedicaron al estudio de productos polifenólicos naturales en material vegetal y a la investigación de nutrición mineral y alteraciones metabólicas de plantas cultivadas, tanto en el

CSIC como en la UAM, donde colaboró en numerosos proyectos de investigación.

El traslado a la UA supone una ampliación a los estudios de contaminación, degradación y recuperación de suelos con enmiendas orgánicas para atender, al mismo tiempo, a la investigación y docencia en los recientes departamentos creados, los cuales se consolidaron con la incorporación de diferentes equipos necesarios para llevar a cabo sus proyectos como Investigador Principal.

La consolidación de su grupo de investigación llevó a la creación del Grupo de Edafología Ambiental (GEA) en la UMH, centrándose en el medio edáfico y geológico, con investigaciones sobre:

- Uso de residuos orgánicos en suelos.
- Metales pesados en suelos.
- Mineralogía Aplicada y Geoquímica Ambiental.
- Calidad ambiental de suelos.
- Efectos de los incendios forestales en suelos.
- Hidrofobicidad en suelos.
- Aplicación de SIG.
- Teledetección ambiental para el estudio de suelos y del medio natural.
- Restauración y recuperación de suelos.
- Uso de aguas residuales depuradas en agricultura.
- Hidrogeología de zonas semiáridas.

Fruto de todo ello, son las 17 tesis doctorales que dirigió.

Por último, destacar el cargo que Mataix Beneyto ostentó entre los años 1999-2007 como Defensor Universitario, algo que refleja su carácter conciliador y diplomático que ejerció de manera excelente, y siempre sin abandonar sus tareas docentes e investigadoras en el departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, cuidando con inmenso cariño a su grupo de investigación.

PLACAS DE HONOR DE LA ASOCIACIÓN

Elche, 24 de noviembre de 2022



De izquierda a derecha, María Dolores la Rubia García, Fernando T. Maestre Gil, María Lois, Dolores Eliche Quesada, Isabel Varela Nieto y Francisco J. Bermúdez Pérez.

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

Excelentísimo Sr. Vicerrector de Investigación de la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche, querido Domingo, Sr. Vicepresidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), querido Enrique, Sra. Vicepresidenta de la AEC, estimada Mari Carmen, Sr. Secretario General de la AEC, estimado Enrique, Excelentísima Sra. Rectora Magnífica de la Universidad de Alicante (UA), querida Amparo, Excelentísimo Sr. Rector Magnífico emérito de la UMH, querido Jesús, Excelentísimo Sr. Vicerrector de Investigación de la UA, estimado Juan, Sra. Vicepresidenta de Transferencia del CSIC, querida Ana, Sr. Vicerrector Adjunto de Investigación de la UMH, querido Xavi, Sr. Director del Secretariado de Transferencia de la UA, querido José Luis, Sr. Presidente entrante de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular, estimado Antonio, Sr. Presidente

de la Sociedad Española de Ciencias del Suelo, querido Jorge, Vicedecano de la Facultad de Ciencias Experimentales, querido Ernesto, directores de Departamento e Institutos de Investigación, directores y coordinadores de Área, miembros del Consejo Rector de la Asociación Española de Científicos (AEC), otras autoridades científicas y académicas, premiados por la AEC en ediciones anteriores aquí presentes (estimados Jesús Pastor, Juana Gallar, Antonio Ferrer, José Luis Todolí, Margarita del Val y José Ángel Pérez Álvarez), galardonadas y galardonados en esta edición de 2022, presentadores y acompañantes, socios, estudiantes, compañeros y amigos.

Un año más nos reunimos para entregar las Placas de Honor de la AEC. Hace más de 20 años –la de hoy es la 24ª edición–, los entonces miembros del Consejo Rector de la AEC 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 fundada en 1971 fue inscrita en el registro de asociaciones del Ministerio del Interior en 1972, cumpliendo en 2022 sus primeros 50 años. Desde su fundación, se recoge en sus estatutos el impulso a la transferencia, la colaboración público-privada, la divulgación, la ética e integridad en la investigación o la componente humanística de la Ciencia, como actividades esenciales para la justa valoración de los científicos por la Sociedad.

Hoy es un día histórico para la AEC, por cumplir 50 años y porque, por primera vez en su historia, celebra su acto institucional de mayor relevancia social fuera de la villa y corte de Madrid. Y, concretamente, en la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche, coincidiendo con los actos de conmemoración de su 25 aniversario desde la creación de nuestra Universidad.

Mi más sincero agradecimiento al Rector de la UMH, Juan José Ruíz, al vicerrector de Investigación, Domingo Orozco, a todo el Consejo de Dirección, y al director del departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Ignacio Gómez, por acoger la sede social de la AEC en las instalaciones de la UMH, y por su gran entusiasmo y apoyo a la celebración de la gala de la ciencia de la AEC 2022 en estas magníficas instalaciones, el salón de actos del edificio Rectorado y Consejo Social.

También quiero reconocer la labor de Cristina Todolí, secretaria de cargo del Vicerrectorado de Investigación, por cuidar con tanto esmero todos los detalles. Gracias, Cristina, por tu cariño, profesionalidad y generosidad.

He estructurado el discurso intentando que sea ágil y ameno en tres ejes fundamentales. El primero de ellos lo dedico a la celebración del 25 aniversario de la Universidad que nos acoge, la UMH; en segundo lugar, realizaré un breve diagnóstico de la situación actual de la Ciencia en España; y, por último, felicitaré a las tres científicas y al científico galardonados con la Placa de Honor de la AEC 2022, así como a las otras dos entidades premiadas, justificando brevemente sus destacados méritos.

La Generalitat Valenciana creó esta Universidad mediante la Ley de Creación de la Universidad Miguel Hernández, aprobada el 27 de diciembre de 1996. Nuestra Universidad recibió el nombre del poeta y dramaturgo oriolano Miguel Hernández. La UMH, desde su creación, es una universidad intensamente investigadora.

Las investigaciones de la UMH destacan, entre otras, en neurociencia, biotecnología, ciencias de la salud, estadística e investigación operativa, ingeniería, tecnologías de la información y las comunicaciones, tecnologías industriales y materiales, medio ambiente y sostenibilidad, agricultura y tecnología de alimentos. La UMH cuenta en la actualidad con 26 grados, 2 dobles grado, 48 másteres universitarios y 13 programas de doctorado. En estos 25 años de andadura,

la Universidad se ha consolidado como una de las mejores de España en docencia e investigación.

Podría comentar su posicionamiento en diferentes rankings nacionales e internacionales o datos relevantes extraídos de destacados informes de impacto socio-económico, pero no lo voy a hacer, pues creo que la UMH es mucho más que una universidad de prestigio.

Nuestra universidad es un «modelo de utilidad» que si no se hubiese creado hace 25 años habría, sin duda, que hacerlo hoy. La Ley 11/1986, de 20 de marzo define modelo de utilidad como instrumento o herramienta protegible que se caracteriza por su utilidad y practicidad. Durante estos años, la UMH ha vertebrado la provincia de Alicante de norte a sur con sus cuatro campus en Altea, San Juan, Elche y Orihuela, ha formado y graduado a miles de jóvenes, ha contribuido a mejorar la competitividad del tejido empresarial de la provincia, ha creado empresas desde su Parque Científico de base tecnológica y *start-ups* que dan empleo digno y cualificado, abriendo oportunidades de empleabilidad a científicos y doctores.

Durante mi trayectoria profesional, he trabajado en varias universidades y centros de investigación, y puedo afirmar que la UMH no es una Universidad al uso. Como nuestro poeta Miguel Hernández, que creía «en la bondad humana» y sentía esperanza «por un futuro sobre el que se cernían nubarrones muy espesos», la UMH es una Universidad que cree en la libertad y su autonomía por encima de todo y no se resigna a que las diferentes administraciones que toman responsabilidades en nuestro ámbito no adopten medidas para tratar de salvar los obstáculos con los que convivimos, y que responden a la falta de medios materiales y recursos humanos, pero también a las condiciones asfixiantes en las que instituciones y científicos debemos desarrollar nuestro trabajo cotidiano. Con todo ello, es posible que la complejidad y burocracia con la que convivimos actualmente no tenga ningún precedente histórico.

Durante los últimos años, ha sido intensa la colaboración de la AEC con la UMH. No podría en este discurso enumerar todas las actividades, pero sí me gustaría destacar dos cursos de verano muy exitosos que han contado con la colaboración y patrocinio de la AEC, uno de ellos realizado en el Instituto de Biología Molecular y Celular, dirigido por Antonio Ferrer y Enrique de la Rosa (nuestro anterior presidente), y otro realizado en junio de este año en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO-UMH), dirigido por José Ángel Pérez Álvarez y Pilar Sánchez Testillano (vocal de nuestro Consejo Rector). Gracias por vuestra entrega y dedicación.

Querida UMH, querida comunidad universitaria, feliz 25 cumpleaños, querida AEC, feliz 50 cumpleaños, y a seguir trabajando dando lo mejor de cada uno de nosotras y nosotros, entusiastas, entrañablemente entregados y unidos, con corazón enorme y generoso pues nada debe preocuparnos porque todo lo científico y humano nos

compete y nada puede espantarnos.

Para iniciar una reflexión sobre el segundo eje de este discurso, les debo indicar que, a finales de enero de 2022, el periodista de RTVE, Daniel Flores, me realizó una amable entrevista que incorporó a su reportaje televisivo titulado *Radiografía de la Ciencia en España*. Podemos resumir dicho reportaje, muy bien elaborado y con abundantes gráficos y estadísticas disponibles en la web de la AEC, que la Ciencia en España consigue buenos resultados, en términos de cantidad y calidad, pese a la corta inversión que se dedica a la innovación y el desarrollo en comparación con el resto de países desarrollados.

La producción científica en España es sorprendente por la cantidad de trabajos publicados y cada vez en mejores revistas. Por ejemplo, con tres veces menos gasto en I+D que Corea del Sur, una de las grandes potencias innovadoras del planeta y con una población similar a la española, los científicos que trabajamos en España logramos publicar más y con un impacto mayor que los surcoreanos, si bien estamos muy lejos de ellos en la transferencia de ese conocimiento, medida con la generación de patentes. El número de patentes solicitadas y registradas sitúa a España en puestos acordes a su nivel inversor: en 2020, fue el país 21 del mundo por patentes otorgadas, según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, que depende de Naciones Unidas, y el 29, si se pone en relación las patentes solicitadas con la población. En este último aspecto, es donde se aprecia la diferencia con potencias como Corea del Sur, que registró 3485 patentes por millón de habitantes, frente a las 68 de España, 50 veces más.

El gasto en I+D interna alcanzó un nuevo récord en España en 2020, según los datos más recientes de la Estadística sobre actividades de I+D que publicó a finales del año pasado el Instituto Nacional de Estadística. Se invirtió casi 16.000 millones de euros, un 11 % más que hace una década, tras superar los recortes que supuso la Gran Recesión, de los que más de la mitad, el 55 %, provienen de la inversión empresarial, frente al 45 % que aportan la Administración Pública y las universidades.

En relación al producto interior bruto (PIB), equivalía al 1,4 %, muy por debajo de la media de la Unión Europea, que se sitúa en algo más del 2,3 %. España gasta menos en innovación y desarrollo que países vecinos como Italia y Reino Unido, mucho menos que Estados Unidos y Alemania, y a enorme distancia de los líderes en inversión científica, Israel y Corea del Sur, que rozan el 5 % con un tamaño económico y poblacional similar al español.

A este diagnóstico añadí en dicha entrevista que además de la escasez de recursos, en España hay grandes trabas burocráticas para utilizarlos: «Necesitamos mayor flexibilidad, no somos capaces de ejecutar presupuestos entre procesos de contratación y fiscalización. El dinero no llega a tiempo, necesitamos mecanismos mucho más sencillos».

Pero además, y esto me entristece mucho, en España no se cuida a los científicos: «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 que aboca a muchos científicos a salir al extranjero. La situación para los jóvenes investigadores, incluyendo como jóvenes a científicos a los de 40 años, es desesperada. Para ellos, es una tragedia, y para el sistema es un despilfarrero económico.

La Dra. Carmen Fenoll, presidenta de la Asociación de Mujeres Científicas y Tecnólogas, indica que las mujeres, cada vez más presentes en la investigación -ya son casi el 40 % del total de investigadores-, sufren además otras dificultades, como los obstáculos para acceder a los cargos superiores. «A medida que avanza la carrera investigadora, desaparecen las mujeres. Al principio, en el periodo de formación o iniciación a la investigación, hay casi paridad, pero en el periodo posdoctoral ya descienden al 44 %, y en el máximo nivel, puestos de catedrática de Universidad y profesora de investigación del CSIC, no se alcanza el 25 %», siendo esta evolución demasiado lenta.

Nuestra gran esperanza, la nueva Ley de la Ciencia se ha convertido en una decepción. A pesar del gran consenso político logrado y de algunos cambios que mejoran la situación para científicas y científicos, el análisis global es muy decepcionante. Desde la AEC, esperábamos mucho más de una Ley que se ha reformado tras la pandemia, en un momento histórico que la ciencia está más valorada que nunca en nuestro país.

Esta reforma de la Ley de la Ciencia estaba llena de esperanza y buenos deseos. Se esperaba de ella que estableciera un marco a partir del cual la ciencia en España despegara de verdad, que ser científica y científico aquí mereciera realmente la pena. En la COSCE, de la que la AEC es socia fundadora, que agrupa 82 sociedades científicas con más de 40.000 socios, han realizado un análisis de la reforma de la Ley, y concluyen que «no consigue establecer un marco a la altura del compromiso necesario de nuestro país con la ciencia». Dicha Ley no atiende los problemas estructurales, entre ellos, el déficit en financiación, los científicos expatriados, la burocratización, la falta de planes plurianuales, la falta de planificación, o el sistema de información.

Reivindicamos la refundación de la Agencia Estatal de Investigación como un ente independiente, con financiación asegurada que le permita desempeñar planes plurianuales a medio y largo plazo. Esto es algo que ya existe en otros países del entorno, que funciona, que es muy útil, que permite que la política cuente con una asesoría independiente y de calidad en ciencia.

Pero ante este panorama hostil, la AEC muestra un rostro alegre y sereno, es una asociación abierta, que nunca cierra las puertas, que no se queja ni alberga resentimientos, que no es impaciente.

Muchas gracias a todos los presidentes de la AEC por su liderazgo en estas décadas y a los miembros del consejo rector por su trabajo y entusiasmo, así como a los socios y socias que en este medio siglo de vida de nuestra asociación han permitido conservarla viva, activa y dinámica.

Es nuestra obligación promover que la sociedad española considere a la Ciencia como una actividad deseada y querida, imprescindible para el desarrollo, la educación y la libertad. Nuestro compromiso es incrementar nuestra relación con la sociedad y la empresa. La misión del científico es acoger los problemas que se le planteen y prestar sus conocimientos para su resolución.

Paso a continuación al tercer eje de este discurso que es el motivo por el que se realiza este entrañable evento. Un año más, la AEC distingue a un reducido número de investigadores e investigadoras 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 individuos de la especie humana 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.

Nombraré a continuación, por orden de intervención, a los premiados de esta 24ª edición en la categoría de científicos y científicos destacados.

En primer lugar, al Dr. Fernando Tomás Maestre Gil, catedrático de Ecología e Investigador Distinguido de la Universidad de Alicante, por sus contribuciones de alto impacto y relevancia internacional en ecología de zonas áridas y cambio global, siendo un gran referente en España en su ámbito de conocimiento. Hace unas semanas nos llegó a la AEC la grata noticia de la concesión del Premio Nacional de Investigación a Fernando Maestre, sin duda una gran alegría para él y su grupo de investigación de excelencia, para Sax, la Universidad y provincia de Alicante. Enhorabuena, Fernando, en nombre de todos los socios de la AEC.

En segundo lugar, a la Dra. Isabel Varela Nieto, profesora de Investigación del Instituto de Investigación Biomédica Alberto Sols (CSIC-UAM), por sus contribuciones científicas a la caracterización del desarrollo embrionario del oído y a las bases de la sordera sindrómica neurosensorial, que han proporcionado potenciales biomarcadores y dianas terapéuticas, así como por sus actividades de gestión, en particular en la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM), donde ha dejado una huella muy profunda.

En tercer lugar, a la Dra. L. María Lois, científica titular del CSIC en el Centro de Investigación en Agrigenómica

(CRAG), por sus investigaciones en SUMOylación, habiendo identificado nuevos mecanismos reguladores de conjugación SUMO en plantas y el papel de la SUMOylation en defensa de plantas frente a hongos patógenos, así como por sus actividades de divulgación y gestión como directora del CRAG.

Finalizaré esta categoría mencionado a la Dra. Dolores Eliche Quesada, catedrática de la Universidad de Jaén por sus contribuciones científicas a las investigaciones aplicadas en ciencia e ingeniería de materiales y medioambiente sobre valorización de residuos en nuevos materiales sostenibles.

En la categoría de difusión y divulgación de la ciencia, se premia en esta edición a la Revista *Químicos del Sur*, por sus contribuciones a la difusión de la ciencia, la tecnología y la innovación, siendo un referente de comunicación científica rigurosa y accesible a toda la sociedad.

Para finalizar, en la categoría de empresas e instituciones, se otorga la Placa de Honor a la Fundación Cellbitech por sus relevantes contribuciones a la innovación en el ámbito de la agrobiotecnología e impulso a la colaboración público-privada en diversas líneas de investigación relacionadas con compuestos bioactivos, nutraceútica, nanotecnología y fertilizantes, principalmente.

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

Una vez concluida la entrega de las seis Placas de Honor AEC 2022, clausurará el acto en nombre del Sr. Rector Magnífico de la UMH, el vicerrector de investigación Domingo Orozco, 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 nuestra Universidad, pero también de todo el personal investigador de las universidades españolas, convertidas junto con el CSIC, que, por cierto, fue creado un día como hoy 24 de noviembre (feliz cumpleaños CSIC), en organismos clave para la articulación de la investigación en España en todos los ámbitos de saber.

Como ya he reiterado en algunas de mis intervenciones, reivindicemos en esta modesta pero entrañable Gala de la Ciencia a nuestros científicos y científicas y a la Ciencia como potente arma de destrucción masiva contra el negacionismo y la mediocridad.

Les animo a disfrutar intensamente de esta velada.

Muchas gracias por su asistencia.

MANUEL M. JORDÁN VIDAL
Presidente de la AEC

Placa de Honor de la AEC 2022 concedida a Fernando Tomás Maestre Gil

Sean mis primeras palabras para felicitar a todos los premiados y premiadas y para agradecer a la Asociación Española de Científicos (AEC), y en especial a su presidente, el profesor Manuel Jordán, el honor que me otorga al ser la encargada de pronunciar la *Laudatio* del profesor Fernando Maestre, que tantas satisfacciones ha traído a nuestra Universidad y a nuestra provincia. La alegría del anuncio se convirtió en preocupación al saber que disponía de seis minutos para resumir los méritos de nuestro premiado.

Así que pensé que no les iba a decir a ustedes que Fernando T. Maestre Gil es premio extraordinario de licenciatura (1999) y doctorado (2005) por la Universidad de Alicante (UA), habiendo recibido también el premio al rendimiento académico de la Generalitat Valenciana (1999). Que tras su paso por la Universidad de Duke (USA, 2003-2005) se incorporó a la Universidad Rey Juan Carlos, de donde es Catedrático de Ecología en excedencia, para incorporarse desde mayo de 2019 como Investigador Distinguido a la Universidad de Alicante, donde dirige el Laboratorio de Zonas Áridas y Cambio Global.

Tampoco les diré que ha realizado estancias de investigación en universidades y centros de investigación de Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Australia y China. Que es investigador principal de 16 proyectos de investigación, entre ellos una Starting (2009) y una Consolidator Grant (2014) del Consejo Europeo de Investigación. Que ha

publicado 300 artículos en revistas científicas internacionales, incluyendo *Science*, *Nature* y *PNAS*, así como seis libros y numerosos artículos de divulgación científica.

Sería innecesario decir también que se encuentra dentro del 1 % de autores más citados del mundo desde 2018 y mucho menos que ha presentado más de 100 ponencias en congresos científicos e impartido conferencias invitadas en una quincena de países, habiendo dirigido también numerosas tesis doctorales.

No podía perder tiempo en decir que sus méritos investigadores le han hecho merecedor de premios como el Premio Nacional de Investigación Alejandro Malaspina (2022), el Premio Rei Jaume I, categoría de Protección del Medio Ambiente (Fundación Rei Jaume I, España, 2020), el Premio Academia de Ciencias – Fundación Pascual en Ciencias de la Vida, modalidad de investigadores jóvenes (Real Academia de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales, España, 2013), el Humboldt Research Award (Fundación Alexander Von Humboldt, Alemania, 2014), el Miguel Catalán para investigadores menores de 40 años (Comunidad de Madrid, España, 2014) y el Distinguished Scientists (Chinese Academy of Sciences, China, 2019), el Premio Importante del diario *Información* (2021), el Premio de investigación del Consejo Social de la UA; y que ha sido también nombrado Fellow de la Sociedad de Ecología de América en 2020.

No podía perder el tiempo en todo eso porque intuía que ustedes ya lo sabrían y porque lo que quería destacar de Fernando son otras cualidades que en mi opinión deben



De izquierda a derecha, Manuel Jordán, Fernando T. Maestre y Amparo Navarro.

acompañar a un científico, y que permiten otorgar a sus méritos una autoridad moral que trasciende sus logros en el ámbito de la Ciencia.

La primera de ellas es la humildad en el trato, derivada del «sólo sé que no sé nada» que, desde Sócrates, acompaña a los grandes pensadores. La segunda es su compromiso con la felicidad en los laboratorios. El artículo de Fernando en *Nature* a este respecto abrió un debate hasta entonces silenciado sobre los aspectos psicosociales en los grupos de investigación.

Se ha llegado a decir que se está produciendo una crisis de salud que afecta a la Ciencia. En efecto, el estrés por una competitividad feroz en la cantidad de los resultados publicados en revistas de impacto, la inseguridad en la carrera investigadora, la falta de alternativas o el miedo a no obtener financiación que permita mantener los proyectos se convierten en riesgos psicosociales graves que pueden afectar al buen funcionamiento de los grupos y, lo que es peor, a los modelos que estamos ofreciendo si queremos despertar vocaciones científicas. Fernando lo ha denunciado y trabaja para revertirlo.

Y, por último, su compromiso con el territorio, no sólo porque su investigación tiene un impacto directo en nuestro país y especialmente en nuestra provincia, sino porque demuestra al mundo que se puede hacer investigación de primer nivel viviendo en Sax y trabajando en la Universidad de Alicante. Pero no se equivoquen, el profesor Maestre no es localista y, por eso, emplea sus premios en programas tan importantes como la financiación de becas para doctorados de mujeres del África subsahariana. Sabe Fernando que la igualdad y la justicia no conoce de fronteras. Por eso, por su apego a la tierra y a su gente, se le ha hecho merecedor de unos de sus más entrañables premios: un precioso jardín en su pueblo, Sax, cuna también de ilustres científicos.

Exponer los méritos de cualquier persona, sin caer en el vicio de lo hiperbólico, no es tarea simple. Pero de todo lo que brevemente les he reseñado se puede deducir una conclusión: Fernando Maestre es una buena persona, que es quizás lo más sencillo y más difícil de afirmar de alguien, excepto cuando a continuación empezamos a añadir peros y objeciones que suelen desmentir la primigenia afirmación. Esto no ocurre en nuestra premiado.

Fernando, además, es persona afable y cariñosa, que se alegra enormemente de los éxitos de los demás y te los cuenta como si fueran propios, que se apunta a la defensa de cualquier batalla que considera justa, que te da constantemente las gracias sin pensar que a lo mejor se las tendríamos que dar a él, que nos hace esbozar una sonrisa cuando nos intenta convencer de que nos debe gustar el color marrón tanto como el verde, y que le permite a la vez ser un buen padre de familia, un buen hijo, un buen marido y un buen amigo. Después de eso, lo de menos es ser un excelente científico.



Fernando T. Maestre

Muchas felicidades, Fernando, por este premio, y enhorabuena a la AEC, porque la categoría de los premiados honra también a aquél que los otorga.

AMPARO NAVARRO FAURE

Excelentísima Señora Rectora Magnífica de la Universidad de Alicante

Respuesta del galardonado

Señora Rectora Magnífica de la Universidad de Alicante (UA), Señor Rector Magnífico Emérito de la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche, autoridades científicas y académicas, galardonados y acompañantes, miembros del Consejo Rector de la Asociación Española de Científicos (AEC), socios, simpatizantes, compañeros y compañeras, buenas tardes a todos y a todas.

Me gustaría comenzar mi intervención dando mi enhorabuena a todos los premiados y premiadas, es todo un honor para mí compartir este reconocimiento con vosotros, así como agradeciendo a mi querida Amparo Navarro sus cariñosas y amables palabras que, sinceramente, no sé si merezco.

Muchas gracias también a Amparo, así como a mi Vicerrector de Investigación, Juan Mora, por hacer posible

que pudiera volver a la UA, la institución que me formó académicamente, en 2019. Pasé 14 años estupendos en la Universidad Rey Juan Carlos, una etapa de la que guardo muy gratos recuerdos, pero, sin duda alguna, mi vuelta a Alicante ha sido todo un soplo de aire fresco y un aliciente tanto en lo personal como en lo profesional.

En un sistema académico como el nuestro, mover grupos enteros de investigación, proyectos de gran envergadura y laboratorios entre universidades no es nada fácil, pero Amparo y Juan se conjuraron para solucionar todos los problemas que surgieron en el camino y junto con las facilidades dadas desde la Universidad Rey Juan Carlos mi vuelta a Alicante se pudo hacer realidad.

Estoy muy feliz de poder seguir desarrollando mi trabajo en mi *alma mater* y contribuir, con modestia pero con mucha ilusión, a que la Universidad de Alicante y la Comunitat Valenciana sean referentes internacionales en temas de gran importancia científica y socioeconómica, como la ecología y gestión de los recursos en las zonas áridas, la mitigación y adaptación al cambio climático y la lucha contra la desertificación.

Muchas gracias también a la Asociación Española de Científicos (AEC) por esta distinción, que me ha hecho mucha ilusión recibir, y a las personas que me propusieron. Imagino que mi colega José Luis Todolí, con el que comparto nuestra afición al sencillo, pero noble deporte de correr, habrá tenido algo que ver en este asunto... Es para mí todo un honor entrar a formar parte del ilustre elenco de investigadoras e investigadores galardonados con la Placa de Honor de esta asociación, un reconocimiento que siempre llevaré con orgullo y agradecimiento.

Yo no estaría hoy aquí de no ser por el apoyo, el cariño y la ayuda de un gran número de personas e instituciones a las que me gustaría reconocer. Quiero comenzar agradeciendo a mi familia su cariño, amor y apoyo incondicional durante los 46 años de mi existencia. A mi mujer, María Dolores, e hijos, Lucas y Lluvia, por haberme permitido formar una familia maravillosa con la que compartir mi vida y por la que trabajar por poner mi granito de arena para que el futuro no sea tan malo como nos lo pintan.

A mis padres, Purificación y Tomás Fernando, por haberme criado como lo han hecho y por darme la libertad para poder estudiar lo que quería pese a que, allá por 1994, estudiar Biología no parecía una opción con mucho futuro. A mis hermanos, José Joaquín y Rafael, por tantos buenos momentos como hemos pasado juntos a lo largo de los años. Al resto de mi familia y a mi familia política, quien siempre me acogió como un hijo más. A quienes no están hoy aquí pero que, sin duda, hubieran disfrutado mucho este momento, como mis abuelos Rafael y Joaquín, mi abuela Pilar, mis tíos Rafael y Tomás y mi suegro Antonio.

Dice un proverbio africano que se necesita todo un pueblo para educar a un niño y soy plenamente consciente

de que mi trayectoria y, por ende, esta Placa de Honor, no hubiera sido posible sin el apoyo y las enseñanzas de numerosas personas e instituciones que, pese a que son fundamentales en nuestra vida, muchas veces no tienen el reconocimiento que se merecen.

Me gustaría comenzar destacando la labor de nuestras profesoras y profesores, que dan lo mejor de sí mismos para que en su día nosotros y hoy nuestros hijos e hijas no sólo adquieran conocimientos que les serán de gran importancia para su futuro devenir profesional, sino para complementar la educación que reciben en casa y que, sin duda, es fundamental para conseguir ciudadanos de bien, tolerantes, libres y con opinión propia.

En todo este proceso, juega un papel fundamental nuestro sistema educativo y, muy especialmente, nuestro sistema público de colegios, institutos, centros de formación profesional y universidades. Este sistema es como un árbol vigoroso con unas buenas raíces, pero que tenemos que cuidar, ya que, al igual que los árboles de verdad, tiene sus propias plagas y sufre con las sequías y los cambios de clima cuando estos son tan abruptos como los que estamos sufriendo en la actualidad.

Tanto la universidad pública como nuestro sistema público de investigación, desarrollo e innovación son fundamentales para que podamos afrontar con éxito los principales retos que tenemos como sociedad, entre los que se encuentran la emergencia climática, la contaminación por el plástico y otros residuos, el agotamiento de los recursos naturales, la creciente influencia de algoritmos en nuestro día a día, el envejecimiento de la población y la polarización de la sociedad.

Es, precisamente, nuestro sistema público de investigación el que me permitió seguir formándome tras mi doctorado de la mano de los mejores en Universidades como la de Duke, Montana y Vermont en Estados Unidos, quien posibilitó mi vuelta a España en 2005 y, más recientemente, el que pudiera volver a Alicante en 2019 gracias al programa GenT de la Generalitat Valenciana, impulsado en su día por la actual Consellera de Innovación y Universidades, Josefina Bueno. Yo soy un producto de nuestro sistema público de I+D+i, al que le estoy tremendamente agradecido de haberme dado la oportunidad de dedicarme a lo que me gusta y estoy firmemente comprometido con su mejora, fortalecimiento y desarrollo.

Tampoco quiero olvidarme de todos los mentores que he tenido a lo largo de los años, y muy particularmente a Jordi Cortina, Susana Bautista y Jim Reynolds, y a los más de 100 técnicos, estudiantes, doctorandos, investigadores posdoctorales y visitantes que han pasado por el Laboratorio de Ecología de Zonas Áridas y Cambio Global, a los que no puedo nombrar a todos para evitar alargarme más de la cuenta. Nuestra investigación y, por ende, el reconocimiento que recibo por ella, no sería posible sin todo su trabajo, ideas e ilusión, y ellos y ellas me hacen ser y parecer mejor

investigador de lo que soy en realidad.

Una de las cosas me más satisfacción me genera de nuestro trabajo, si no la que más, es ver cómo las personas que han pasado por el laboratorio alcanzan sus metas personales y profesionales, ya que yo disfruto con sus logros tanto o más que con los míos. Esta Placa de Honor de la AEC sin duda que lo es también de ellos y supone un reconocimiento a su labor.

Soy un firme defensor de que un entorno de trabajo saludable es algo fundamental para desarrollar una labor académica y científica de calidad e impacto. La terrible pandemia de la COVID-19, que aún se resiste a dejarnos, ha puesto sobre la mesa la importancia de temas como la salud mental, la cooperación, el trabajo en equipo y el cuidado de las personas.

Lamentablemente, durante muchos años numerosos colegas que trabajan o han trabajado en la academia han sufrido las consecuencias de aspectos que tradicionalmente se han considerado como inherentes a este trabajo tan estimulante como competitivo: las jornadas maratónicas de trabajo, la enorme presión por publicar, la falta de ética y de conciliación de la vida familiar y laboral, la discriminación por cuestiones de sexo o raza, los comportamientos tóxicos y el acoso en numerosas formas. Hablar sobre estos temas en la academia era (y sigue siendo en muchos sitios) tabú, y bajo una mal entendida vocación y un entramado de pleitesías y favores se justificaban y perpetuaban comportamientos a todas luces inaceptables dentro de nuestras instituciones.

La cultura científica actual debe cambiar. No podemos permitir que dedicarse a la investigación implique sacrificar nuestra salud o nuestra vida personal, ya que difícilmente podemos ser creativos y productivos cuando estamos quemados, somos infelices o tenemos problemas de salud derivados de la sobrecarga de trabajo. Debemos, pues, reconocer estos problemas y ponerlos encima de la mesa para así poder empezar a debatir y construir medidas que consigan que nuestros laboratorios sean lugares más saludables en los que se formen investigadores e investigadoras, no lugares donde se destruyan personas. Ello, sin duda, redundará en que trabajemos mejor y seamos mucho más creativos y productivos.

A lo largo de mi carrera, yo he intentado buscar, con modestia y mucha ilusión, la excelencia académica y científica, pero siempre desde el respecto a las personas y promoviendo que la gente que trabaja conmigo pueda hacerlo disfrutando y estando lo más feliz posible. Y hacerlo así no ha evitado que en nuestro laboratorio hayamos alcanzado estándares elevados a nivel internacional en materia de productividad científica, impacto mediático, financiación, divulgación y supervisión de investigadores e investigadoras posdoctorales y estudiantes de grado, máster y doctorado. Estoy firmemente convencido de que es posible tener una carrera académica plenamente satisfactoria y que tenga

un impacto positivo a nivel científico y social sin sacrificar nuestra vida personal, y las vidas de los que nos rodean, en el camino.

Ahora que estamos inmersos en un momento de cambio y transformación, que está siendo acelerado a marchas forzadas por la pandemia que nos está tocando vivir y por otros condicionantes económicos, sociales, ambientales y geopolíticos, tan importante como hacer cosas es cómo las hacemos. Y, claramente, no podemos seguir mirando hacia otro lado en temas como la salud de los investigadores e investigadoras, las malas praxis, la falta de conciliación familiar, la discriminación y el acoso. Pongámonos, pues, manos a la obra entre todos para cambiar el *statu quo* actual y convertir nuestras universidades y centros de investigación en lugares más inclusivos, centrados en las personas y su bienestar y, utilizando una palabra que está muy de moda en estos momentos, más resilientes y preparados para afrontar los retos del futuro.

Y no me extiendo más, termino agradeciendo de nuevo a la Asociación Española de Científicos este reconocimiento y a todos vosotros vuestra atención. Muchas gracias.

FERNANDO TOMÁS MAESTRE GIL

Catedrático de Ecología e Investigador distinguido de la Universidad de Alicante

Placa de Honor de la AEC 2022 concedida a Isabel Varela Nieto

Autoridades, colegas, amigos. Es un honor presentar los méritos que hacen a Isabel Varela-Nieto merecedora de la Placa de Honor de la Asociación Española de Científicos (AEC). Sin embargo, no me ha sido fácil decidir cómo presentarlos. No quería dar pie a la sospecha de que a mis palabras las guía la amistad que nos une, porque a lo largo de nuestra carrera científica he tenido el placer de compartir con Isabel iniciativas, actividades, artículos e, incluso, vacaciones con los niños, desde que nos suspendieron a los dos la primera vez que nos presentamos a las oposiciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Por ello, he echado mano de la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos, mucho menos conocida que su «hermana mayor», la Declaración Universal de Derechos Humanos, pero muy relevante para el campo de la investigación. Esa declaración establece los principios que deben guiar el comportamiento de los investigadores.

Su artículo 15 determina que: «Los beneficios resultantes de toda investigación científica y sus aplicaciones deberían compartirse con la sociedad en su conjunto». Isabel, a lo largo de toda su carrera, ha hecho honor a dicho principio con un alto nivel de responsabilidad personal y social.



De izquierda a derecha, Manuel Jordán, Isabel Varela y Enrique J. de la Rosa.

Isabel es Doctora en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Actualmente, es Profesora de Investigación del CSIC en el Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols (IIBAS, CSIC-Universidad Autónoma de Madrid) y Vocal Asesora de la Presidencia del CSIC. Lo primero, Profesora de Investigación, es fruto de su labor investigadora, con más de 130 artículos, 25 capítulos de libro y 12 revisiones publicadas. Además, ha sido investigadora principal de más de 40 proyectos nacionales e internacionales, algunos en colaboración público-privada, entre otros méritos.

Lo segundo, Vocal Asesora, tiene seguro que ver con su compromiso con nuestra institución y sus compañeros, en particular, y con la ciencia española, en general. Isabel ha desempeñado a lo largo de su carrera cargos de representación y gestión de todo tipo. Entre los nacionales, es la actual presidenta de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM) y, merece la pena destacar, la segunda presidenta además de Margarita Salas. Fue antes secretaria de la SEBBM, vicedirectora del IIBAS, y desempeñó papeles relevantes en la Sociedad Española de Neurociencias y la Sociedad Española de Biología del Desarrollo, entre otros.

En el ámbito internacional, ha tenido implicación relevante en la Association for Research in Otolaryngology

y en la Federation of European Biochemical Societies. Ha sido representante española en la COST: European Cooperation in Science and Technology y en el European Medical Research Council – European Science Foundation, participando en varios de sus grupos de trabajo.

Toda esta actividad en el ámbito científico se ha complementado y completado con la responsabilidad social como investigadora a la que arriba he aludido. Su línea de trabajo como investigadora independiente ha ido evolucionando del estudio de aspectos básicos del desarrollo del oído interno, basándose en el conocimiento básico generado en su grupo, a la comprensión de las bases genéticas y moleculares de la audición y de la pérdida auditiva, lo que constituye un claro ejemplo de buscar beneficiar a la sociedad que nos financia.

Además, su vocación divulgadora, otro compromiso con la sociedad, quedó de manifiesto cuando en 2008 formó y coordinó la Comisión Divulgación: Ciencia para Todos, en la SEBBM. Isabel, en 2010, cuando coincidimos en la Junta Directiva de la SEBBM, me confió montar una actividad divulgativa al estilo de los *Cafés Científicos* de Canadá. A falta de café, bueno fue el chocolate, y así nació *Cienciaconchocolate*, actividad en la que se iniciaron en la divulgación un buen grupo de científicos, Margarita del Val (Placa de Honor de la AEC), entre ellos.

Además, Isabel ha participado en 6 proyectos de divulgación de la SEBBM financiados por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), FP7 y Horizonte 2020, y ha escrito el libro *La Sordera* (CSIC-Editorial Catarata), entre otras muchas numerosas actividades dirigidas a público de todo tipo.

Por todo ello, la profesora Isabel Varela Nieto es un ejemplo de persona dedicada a la ciencia que necesita la sociedad actual. Investigadoras e investigadores que abordan problemas relevantes, tanto científica como socialmente, siguiendo principios éticos. El conocimiento generado lo transmiten a sus colegas científicos en forma de publicaciones y comunicaciones a congresos, pero también a los ciudadanos en forma de divulgación, formación, bienes y servicios, estos últimos para intentar solucionar problemas acuciantes de la sociedad. Por todo ello, Isabel ha sido merecedora de la Placa de Honor 2022 de la AEC.

ENRIQUE J. DE LA ROSA

Director del Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CSIC) y vicepresidente primero de la AEC

Respuesta de la galardonada

Buenas noches a todos los presentes, autoridades, colegas, amigos. Para mí es un privilegio estar hoy aquí, particularmente con mi familia.

Muchas gracias, Enrique, por tus palabras. Como ha mencionado Enrique, nos conocimos opositando y no somos la única pareja de hecho de las oposiciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Desde entonces, hemos mantenido una muy buena estrecha relación, como han puesto sus cariñosas palabras de manifiesto.

Quiero mencionar, en primer lugar, mi agradecimiento a la Asociación Española de Científicos (AEC): os agradezco de todo corazón este premio que conocía desde que tuve la oportunidad de presentar la Placa de Honor otorgada a Luis Montoliu. Me sorprendió desde aquel momento la importancia que tienen estos premios en el reconocimiento amplio de todos los sectores que contribuyen a una vida científica sana, a la sociedad que estamos creando entre todos y, enhorabuena, porque en estos 50 años habéis contribuido enormemente a ello.

Mi felicitación, por supuesto, más calurosa para todos los colegas que estamos compartiendo este gran día inolvidable con estos premios. No me quiero olvidar de mi vicepresidenta, de Ana Castro, que tiene una agenda endemoniada y está hoy aquí. Ana, espero que esto que el CSIC ha unido también dure toda una vida porque Ana, más allá de sus méritos profesionales, es una persona excelente.

Me ha hecho una especial ilusión la mención que habéis hecho en la motivación para entregar el premio a mi trabajo en la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM), que cumple 60 años en 2023. ¡Somos 10 añitos más mayores que vosotros! Entre sus fundadores, estaba Severo Ochoa. y para mí es un orgullo ser su segunda presidenta, nada menos que después de Margarita Salas; lo cual todos entenderéis que es un reto de grandes proporciones, además de un orgullo. Creo que esta Sociedad, ya desde sus inicios, contribuyó no solamente a cimentar la investigación científica en España, sino también a que, en aquel momento complicado de los años 60 y pocos, la SEBBM ayudó a hacer una sociedad española más abierta, más democrática y más justa. Haber podido contribuir a avanzar en este camino trabajando para la SEBBM es una de las cosas a las que le doy personalmente mayor importancia, y os agradezco mucho que lo hayáis mencionado en la entrega del premio.

Además, viene de otra asociación, por lo que sé que conocéis las dificultades y las alegrías que entraña esta vocación de construir, desde una sociedad científica, una sociedad más culta, cohesionada y más implicada en la ciencia. En España, crónicamente, tenemos una debilidad económica en ciencia que nos marca el paso, espero que esta sea también una oportunidad para que hagamos *lobby* a favor de la ciencia, y entre todos otro tipo de sociedad.

Ya he hablado de mi segunda pasión. Mi primera pasión es, desde luego, mi familia. Yo, siendo mujer y más con mis años, soy consciente de que no hubiera llegado a nada si no hubiera tenido un apoyo impresionante en casa.



Isabel Varela Nieto

La tercera pasión, por supuesto, es mi trabajo. Todos lo sabemos, no somos individuos, somos equipos, somos grupos y, en nombre de todos, agradezco hoy este premio al trabajo de tantos años, en mi caso, de más de 30 años, posiblemente más de 100 o 200 personas con muchísimo entusiasmo, muchísimo trabajo, muchísima energía, con grandes colaboradores como Enrique, y esto entiendo que es un premio a todo este esfuerzo colectivo. Es verdad que empezamos estudiando el desarrollo embrionario, pero hemos ido evolucionando y ahora nos interesan mucho más las bases moleculares de la enfermedad, de la pérdida auditiva y también de las mielinopatías con algunas incorporaciones recientes que hemos tenido al equipo. Por este camino apasionante, por el que hemos recorrido desde aspectos muy básicos hasta llegar a describir nuevos genes de sordera humana, siempre en colaboración con grandes equipos, la verdad que ha sido algo fascinante y ahora estamos más volcados en aspectos más biomédicos e incluso de diagnóstico en el caso de mielinopatías de algunos tumores. Uno en ciencia sabe dónde empieza, pero no sabe dónde va a terminar, y eso es lo que yo creo que hace de nuestra profesión algo tan apasionante, ¿no? La curiosidad y el descubrimiento.

Y, bastante en línea con las palabras de Enrique sobre conciencia social, aunque no habíamos intercambiado discursos, mis últimas palabras van dedicadas a los pacientes con pérdida auditiva. Vivimos en una sociedad y, más en España que en otros países, en la que no pondera la importante incapacidad que causa la sordera.

Sólo por compartir con vosotros algunos datos, ya que me dais un micrófono, por ejemplo, en los niños dificulta muchísimo la educación; apenas ahora con los implantes cocleares los sordos han llegado a la universidad, en las últimas décadas. En los adultos, dificulta la integración laboral, es la tercera causa de incapacidad laboral. Una de cada tres personas mayores de 65 años es sorda, una de cada dos personas mayores de 75-80 años será sorda y, en conjunto, son 500 millones de personas con un diagnóstico de una incapacidad en el día a día por pérdida auditiva. Son unos números que crecen continuamente por dos factores: uno es el envejecimiento de la población mundial; y el segundo es el incesante incremento en la exposición al ruido, no sólo el laboral, sino también el ruido recreativo. Quiero dar una llamada de atención sobre esto y espero que estas palabras hayan sido también un punto de inflexión en la manera en la que todos los presentes enfocáis la sordera.

Quiero felicitar a todos mis compañeros y a todas mis compañeras premiadas, unos méritos impresionantes todos vosotros. Me siento muy honrada de pertenecer a este grupo, muchísimas gracias.

ISABEL VARELA NIETO

Profesora de Investigación del Instituto de Investigación Biomédica Alberto Sols (CSIC-UAM)

Placa de Honor de la AEC 2022 concedida a María Lois

Excelentísimas Autoridades, queridos colegas, amigas y amigos. Como creo que sabréis que mi campo de experiencia son las plantas, para ir creando ambiente de opinión, permitidme empezar recordando, en este foro más Biomédico, que sin plantas no hay vida, y que de ellas dependemos en todos los sentidos, por lo que para mí es un placer presentaros a María Lois, una ilustre y joven científica trabajando también en plantas y recientemente nombrada Directora del Centro de Investigación en Agrigenómica (CRAG).

En primer lugar, quiero agradecer enormemente a Nuria Sánchez Coll, Placa de Honor 2014 de la AEC de Investigadores jóvenes, que haya aceptado compartir la presentación de María en este Acto de la Asociación Española de Científicos (AEC), pues resulta que mi relación con María se inicia de modo casual, pero muy simpático y entrañable.

Conocí a María personalmente por una situación de azar, hace algunos años, cuando tuve la suerte de estar invitada a un acto conmemorativo al profesor Joan Seoane, organizado por Maruxa Suárez Cervera, ambos catedráticos de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona. Y, ya en la tarde-noche, cruzando uno de los pasillos de la Facultad de Farmacia, oigo «María, ven, ven... te voy a presentar a Mari Carmen Risueño, que es [no hace ahora al caso], y mira, Mari Carmen, te presento a Mari Lois, que acaba de venir de USA. ¿Sabes? Ha trabajado en la Rockefeller con Chua, en la Cornell, y en el Memorial Sloan Kettering».

Os podéis imaginar mi asombro porque quedé realmente impresionada, conocer a una persona tan joven y con ese *background*, y Maruxa añade, «además, Mari Lois es mi nuera». Sinceramente, ¡qué emoción!, y qué momento tan bonito qué recuerdo con mucho cariño.

María Lois es una joven, ilustre y activa investigadora, pionera en SUMOylación, habiendo identificado nuevos mecanismos reguladores de conjugación SUMO en plantas, el papel de la SUMOylación en la defensa de plantas frente a hongos patógenos, y, además, dedicada con pasión tanto a la transferencia de tecnología de su investigación en aplicaciones para mejorar la salud humana y vegetal como a la divulgación, lo cual explicará muy bien Nuria.

María nació en Barcelona, se doctoró en Bioquímica en 1999 (Universidad de Barcelona) y realizó cuatro años de investigación posdoctoral en Nueva York, EE. UU. (Universidad Rockefeller, WMC de la Universidad de Cornell y Memorial Sloan Kettering), obteniendo resultados de gran relevancia que le permitieron conseguir, en 2004, un contrato Ramón y Cajal y volver a España como líder de Grupo Joven a la Universidad de Barcelona. En 2008, obtuvo una



De izquierda a derecha, Manuel Jordán, María Lois, Nuria Sánchez y María del Carmen Risueño.

plaza de Científica Titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para trabajar en el CRAG, donde desde entonces lidera su grupo de investigación.

Como investigadora independiente, María se ha centrado en el estudio de un mecanismo de regulación celular conocido como SUMOylación, que implica la unión de la pequeña proteína SUMO a otras proteínas para regular su actividad. La investigación pionera de María Lois sobre SUMOylación en plantas fue soportada en base a una subvención inicial del European Research Council (ERC) de 2008 a 2014.

Algunas de sus importantes contribuciones han sido: la identificación de nuevos mecanismos reguladores de la «conjugación SUMO» y el descubrimiento del papel de la SUMOylación en la «defensa de las plantas frente a hongos patógenos». También está interesada en el papel de SUMO en estreses abióticos, como es la sequía, de gran importancia en el contexto del cambio climático. Sus estudios recientes constituyen un campo de investigación emergente, pues sugieren que la SUMOylación actúa como un interruptor molecular que dirige las transiciones de desarrollo en plantas, específicamente en la semilla y al inicio de la senescencia.

Quiero incidir en el hecho de que María ha sido reciente-

mente nombrada nueva Directora del CRAG, centro de renombre internacional, siendo la tercera directora del Consorcio CRAG que engloba investigadores del CSIC, IRTA (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias), Universidad de Barcelona y Universidad Autónoma de Barcelona.

El pasado mes de diciembre, el Patronato del CRAG procedió a nombrar a María como nueva directora del Centro tras un proceso de selección internacional coordinado por la Institución CERCA, y con la participación del Consejo Científico Asesor Externo del CRAG, y María Lois asumió el cargo el 01 de febrero. María es una de las poquísimas mujeres directoras de Centros de Investigación CERCA catalanes y de Centros de Excelencia Severo Ochoa españoles.

Quiero resaltar su arrojo y valentía en aceptar este reto, y esto no es fácil ni es gratuito, lo digo con conocimiento de causa, desde mi veteranía en el CSIC y en el campo de plantas, pues conozco muy bien a muchos científicos de ese centro, con los que he colaborado tiempo, y las dificultades, cómo se ha gestado.

Es un sitio difícil, pero no me cabe duda que María, con su buen hacer, su buena cabeza y tesón y su determinación, hará frente a estos retos y generará soluciones que beneficia-

rán al sector agroalimentario y bioeconómico, pero, sobre todo, facilitará y dará paso a futuros líderes para encarar los desafíos y la responsabilidad social en relación a los mismos, facilitando la transición ecológica para alcanzar una sociedad sostenible y equitativa en la medida de lo posible.

Paso la palabra a Nuria. Muchas gracias.

MARÍA DEL CARMEN RISUEÑO

Profesora Ad Honorem del CSIC y vicepresidenta segunda de la AEC

Buenas tardes, Excelentísimas Autoridades, queridos colegas, amigas y amigos. Es para mí un honor volver a encontrarme en este foro al cabo de unos años, en esta ocasión, para presentar a María Lois, con quien compartimos centro de adscripción, el Centro de Investigación en Agrigenómica (CRAG), y centro de afiliación, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Aprovecho para felicitar a María y dar todo mi apoyo en esta nueva etapa de su carrera en la que ha tenido la valentía de asumir la dirección de nuestro centro, con toda la complejidad que esta tarea implica, más teniendo en cuenta que se trata de un centro que consorcia cuatro instituciones diferentes, cada una con sus particularidades, y unos 20 grupos de investigación en temáticas muy distintas englobadas dentro de la Agrigenómica, incluyendo varios grupos emergentes.

En mi caso, conocí a María en el año 2012, al incorporarme yo al centro como colíder del grupo Enfermedades Bacterianas y Muerte Celular de Plantas. En ese momento, el consorcio se acababa de instalar en el centro recién construido dentro del Parque Científico del Campus de la Universidad Autónoma de Madrid. María y yo compartimos interés en los mecanismos de regulación de la proteostasis -o homeostasis de proteínas- en plantas. Como ha comentado Mari Carmen, María centra su línea de investigación en el estudio de los mecanismos que regulan la SUMOylación en diferentes contextos. En este sentido, quiero destacar que María es una excelente bioquímica y antes de trabajar con SUMO, realizó su tesis doctoral sobre biosíntesis de isoprenoides en el laboratorio del célebre profesor Albert Boronat de la Universidad de Barcelona.

María participó en numerosas publicaciones de altísimo nivel durante ese período y que se consideran de referencia en este campo. Su sólida formación en laboratorios de excelencia y su temprana productividad sentaron las bases de la gran científica que es hoy, capaz de asumir enormes retos como está haciendo.

Mi relación con María se estrechó a partir de 2014, cuando coincidimos en el 1r Meeting de la COST Action Proteostasis en Valencia. El objetivo de esta COST (2014-2018) era agrupar investigadores de toda Europa para

facilitar la investigación y las colaboraciones en los campos de Ubiquitina/Proteasoma, autofagia y sistemas lisosomales en salud y enfermedades. Se trataba de un tema emergente en ese momento que ha ido ganando impulso durante todos estos años, dando lugar a grandes avances conceptuales en la regulación de proteínas.

En ese congreso, se formó el grupo de trabajo de Proteostasis en Plantas, del que han surgido numerosas colaboraciones y nos llevó a María y a mí a organizar un congreso en Barcelona con esa temática en el año 2016, cofinanciado por la COST y B-Debate, una iniciativa de CaixaBank. El congreso fue un éxito, la comunidad ha ido creciendo a lo largo de los años, y los congresos han continuado (en Tübingen, en 2018, en Madrid este año y el próximo será en Viena, en 2024). Actualmente, existe una gran comunidad de Proteostasis de Plantas en Europa que engloba a grupos de altísimo nivel científico y sigue creciendo, en grupos y publicaciones. Quiero destacar también que, en este contexto, María ha editado dos libros de la serie *Methods in Molecular Biology* de Springer.

María y yo seguimos siendo miembros de la COST, que ha vuelto a ser financiada, bajo el título *Proteocure* (2021-2025). Esta nueva acción tiene una orientación más biomédica, lo cual nos motiva a las dos, dado que nuestra investigación, a pesar de utilizar las plantas como organismo modelo, siempre ha tenido la mirada puesta en mecanismos y posibles aplicaciones en biomedicina.

En este sentido, me gustaría hablar de la gran labor que María ha realizado en el campo de la transferencia del conocimiento básico al mercado. María ha obtenido financiación en proyectos de transferencia altamente competitivos como son la ERC Proof of Concept, la convocatoria PRODUCTE de la Generalitat de Cataluña, y CAIXAIMPULSE, financiada por CaixaBank. El objetivo de estos proyectos ha sido nada menos que desarrollar una nueva familia de fármacos anticancerígenos basándose en la tecnología SUMOBLOCK o bloqueo de la conjugación de SUMO a partir de conocimientos mecanísticos obtenidos en plantas. Estos proyectos están orientados inicialmente a la Leucemia Mieloide Aguda (LMA), para desarrollar fármacos menos citotóxicos que los existentes actualmente en el mercado, pero podría extrapolarse a otros tipos de cáncer.

María, además, ha estado muy involucrada en las decisiones del CRAG en relación con la transferencia de conocimiento, siendo parte de la comisión de transferencia bajo la anterior dirección. Actualmente, está impulsando un nuevo modelo de centro más dinámico, más humano y que busca poder transferir la investigación básica de calidad que llevamos a cabo a aplicaciones en el campo agro y biomédico. Gracias por asumir este gran reto y enhorabuena por todo lo conseguido hasta ahora, que es mucho.

NURIA SÁNCHEZ COLL

Científica Titular del CRAG-CSIC Barcelona y Placa de Honor de la AEC

Respuesta de la galardonada

Excelentísimas autoridades, queridos amigos y colegas. No podría empezar sin mostrar mi más sincero agradecimiento a la Asociación Española de Científicos (AEC) por este reconocimiento a mi dedicación a la ciencia. Este honor es doblemente mayor al compartir reconocimiento con científicos de tan alto prestigio, a los que desde aquí muestro mi mayor respeto y admiración.

Y, sin duda, me siento muy afortunada de recibir el premio de la mano de dos grandes científicas, M^a Carmen Risueño, que es para mí un gran referente de mujer de ciencia, cuyos esfuerzos nos han allanado el camino a las siguientes generaciones, y Núria Sánchez-Coll, una gran colega con la que he compartido aventuras que han tenido un impacto positivo en mi carrera investigadora.

Requiriendo una gran esfuerzo y dedicación, más aún, teniendo en cuenta los recursos tan escasos disponibles en nuestro país, me siento afortunada de poder desarrollar una carrera investigadora. La investigación es un camino que se recorre acompañado. Empujado por las ganas de descubrir y entender el mundo que nos rodea. Ese esfuerzo que constituye el paso previo a la generación de soluciones que contribuyen a construir una sociedad más equitativa.

Los compañeros de viaje son esenciales como inspiración y apoyo cuando se dan pasos en falso. En el día de hoy, se hace una valoración de los éxitos conseguidos, grandes o pequeños, pero para que estos existan, muchos otros fracasos, o como prefiero decir, aprendizajes, se han tenido que producir. Y es durante ese aprendizaje cuando es tan importante la ayuda de esos compañeros que creen en ti más que tú misma, que te agarran de la mano y ayudan a levantar para hacer frente al siguiente reto.

Este periplo científico empieza con los profesores que encienden la llama de la curiosidad. En mi caso, puedo recordar la fascinación que me creó la clase de biología del instituto en la que el profesor explicó cómo la comida se transformaba en energía. En ese momento, tuve claro que quería estudiar bioquímica. Después, bajo la supervisión del profesor Albert Boronat, tuve la inmensa suerte de desarrollar un proyecto de tesis que resultó en la identificación una nueva vía metabólica de síntesis de isoprenoides, abriendo nuevas oportunidades para la generación de antibióticos y compuestos de alto valor para la salud y alimentación.

Esta formación me abrió las puertas para seguir formándome en Rockefeller University, WMC Cornell y el MSKCC. También tuve la suerte de que, en España, se empezara a apostar por la ciencia y se creara el programa Ramón y Cajal, lo que me permitió elegir volver a casa para desarrollar mi línea de investigación independiente. Es una obligación reconocer la apuesta que se hizo en la investigación en los primeros años de la década de los 2000, pero también



María Lois

hay que reivindicar que no es suficiente y que se necesita revertir el retraso derivado de la crisis económica. En este país nuestro, hay mucho talento y no nos podemos permitir el lujo de desperdiciarlo.

Desde que empecé mi andadura como investigadora independiente, la montaña rusa ha sido la tónica habitual. Desde éxitos como conseguir un ERC en su primera edición hasta la frustración de la dificultad de la relación con las editoriales para publicar los resultados. Resultados relacionados con la regulación de proteínas por SUMO.

La proteostasis en plantas es un campo emergente y, junto con otros colegas que incluyen a Núria aquí presente, he participado en la creación de la comunidad internacional Plant Proteostasis que agrupa científicos con el objetivo común de entender cómo se regula la actividad proteica en plantas.

Otro de los aspectos fascinantes de la ciencia es el descubrimiento inesperado, muchas veces mucho más interesante que el que valida la hipótesis de partida, y la aplicación de resultados en campos enmarcados más allá de la propia área de conocimiento. Así es como tuve la suerte de desarrollar un proyecto que tenía por objetivo desarrollar inhibidores de la conjugación de SUMO con aplicaciones terapéuticas y que estaba basado en tecnología desarrollada en la investigación de la SUMOylación en plantas. Este proyecto, más allá del interés de los resultados para la sociedad, me aportó una formación en transferencia de tecnología, incluyendo un curso de inmersión en la Haas Business School of Berkeley, que contribuyó a adquirir capacidades transversa-

les y crecer como investigadora.

Es muy posible que todas estas experiencias previas me hayan conducido a esta etapa que justo acabo de empezar en la dirección del CRAG (Centro de Investigación en Agrigenómica - CSIC-IRTA-UAB-UB). En nuestro país, la dirección de centros es una responsabilidad ardua.

Por un lado, está la ilusión de contribuir a mejorar la investigación, de construir un entorno en el que las preguntas científicas que se aborden sean las más relevantes y no las que nos podemos permitir con los escasos recursos a nuestro alcance, como ocurre en muchos casos.

Por otro lado, los pocos medios disponibles de apoyo a la dirección, junto con el poco apoyo para mantener la línea de investigación, hacen que la inversión profesional y personal requiera de unos sacrificios muy superiores a los que nuestro sistema de investigación se merece. Desde aquí, también quiero reivindicar las labores de gestión y dirección tan poco reconocidas, a la vez que esenciales para que el sistema funcione.

Son muchos los que me han acompañado en el camino. Los primeros mis padres, apoyándome a pesar de su preocupación porque su hija estudiara Biología (¿qué futuro tiene?). Con la perspectiva, me atrevo a decir que parte de lo que he hecho es el resultado de que, en casa, mis padres nunca tuvieron expectativas diferentes de mí por el hecho de ser la única chica de tres hermanos. En el seno familiar, no es suficiente con hacer declaraciones de igualdad de vez en cuando, es necesaria una actitud vital que se expresa todos los días del año hasta en el lenguaje corporal.

Después, están los colegas y amigos de investigación, mentores, referentes femeninos: M^a Carmen Risueño, Montserrat Pagès, Dolors Ludevid, Pilar Testillano, entre las más cercanas.

Entre los colegas, quisiera hacer especial referencia a Manuel Rodríguez-Concepción con el que cruzamos caminos cuando yo acababa la tesis y él volvía de su aventura posdoctoral en Berkeley, y con el que he colaborado y compartido muchas horas de charlas sobre la vida y la vida científica. A estas también se ha sumado Jaime Martínez-García, enriqueciendo estos momentos con su visión. El camino es largo y ofrece muchas oportunidades de abordar otros campos de investigación, como la que tuve la oportunidad de experimentar de la mano de María Coca, que me acercó al mundo de los hongos patógenos de plantas.

También agradecer a las que me acompañan en el equipo de dirección en este nuevo desafío como directora del CRAG: Salomé Prat, Soraya Pelaz y Amparo Monfort. Por último, imposible desarrollar líneas de investigación sin la contribución esencial de los miembros del equipo, a los que agradezco que hayan compartido la ilusión por la investigación que hacemos en el grupo.

Todas las etapas giran alrededor de la ciencia, aunque haciendo aportaciones desde distintos ángulos, todos igual de importantes.

Para finalizar, quería reconocer la importancia de estos premios para visibilizar la importancia de la investigación y de una sociedad basada en el conocimiento. Sociedad a la que debemos aspirar para poder hacer frente a los retos que tenemos por delante y que las nuevas generaciones puedan disfrutar de un mundo con tantas maravillas como el que tenemos la suerte de conocer y explorar.

Muchas gracias.

MARÍA LOIS

Científica Titular del CSIC en el Centro de Investigación en Agrigenómica (CRAG) y directora del CRAG

Placa de Honor de la AEC 2022 concedida a Dolores Eliche Quesada

Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), Consejo Rector, Excelentísima Rectora de la Universidad de Alicante (UA), Excelentísimo Rector Emérito de la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche, Vicerrector de Investigación de la UMH, autoridades, galardonados, socios, miembros de la comunidad científica y universitaria, amigas y amigos.

En primer lugar, quiero felicitar a todos los galardonados y agradecer a la AEC la oportunidad que me han dado de poder participar en este acto presentando a mi compañera y amiga Dolores Eliche para dar algunos detalles de su currículum y personalidad, que la hacen merecedora de este galardón.

Nació en Torredelcampo, núcleo urbano de apenas 14.000 habitantes situado a 11 km de la ciudad de Jaén. Estudió Ingeniería Química en la Universidad de Granada y realizó su tesis doctoral en el campo de la catálisis en la Universidad de Málaga, obteniendo premio extraordinario de doctorado y el premio Doctor Esteban Pérez-Bryan Souvirón.

Su trayectoria posdoctoral se desarrolló entre las Universidades de Málaga, Bolonia y el Instituto de Catálisis de Madrid, hasta que, en 2006, se incorporó a la Universidad de Jaén, en la que actualmente es Catedrática del área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica.

Su llegada a la Universidad de Jaén, supuso un gran impulso a la investigación en materiales, ya que esta área pasó de ser puramente docente, a conseguir numerosos proyectos autonómicos, nacionales e internacionales, convirtiéndose en un área puntera en investigación.



De izquierda a derecha, Manuel Jordán, Dolores Eliche y María Dolores La Rubia.

Es pionera en la investigación en economía circular y en la construcción sostenible, ya que sus intereses se centran en el desarrollo de nuevos materiales sostenibles a través de la valorización de residuos industriales y biomasa para el sector de la construcción. En estos campos, está destacando gracias a su dedicación, disciplina, persistencia y, sobre todo, su eficacia. Fruto de estas cualidades, afloran sus más de 100 publicaciones de alto impacto, numerosos capítulos de libro y comunicaciones nacionales e internacionales, además de patentes. Todas ellas, altamente citadas, lo que hacen que se encuentre en el ranking mundial del 2 % de los científicos más citados en su área, según la Universidad de Stanford.

No quiero pasar por alto cómo compagina sus retos científicos con su tarea docente en la Escuela Politécnica Superior de Jaén. Es una persona muy comprometida con el alumnado a través de la tutorización y de la innovación docente, incorporando nuevas metodologías en la docencia universitaria, conectando sus avances en investigación con la formación de nuestros futuros profesionales.

También, ha participado en proyectos de fomento de cultura emprendedora con estudiantes de ingeniería, obteniendo premios y distinciones en este ámbito. Especialmente relevante, y muestra de su compromiso con la sociedad y la transferencia, es la Cátedra Universidad-Empresa Miguel Pérez Luque en Tecnologías Industriales Aplicadas

a la Ingeniería Civil, de la que es directora, a través de la cual desarrolla iniciativas dirigidas a la promoción, desarrollo y ejecución de actividades investigadoras y formativas.

Pero, según los expertos, es la actitud y el carácter de las personas lo que las hacen extraordinarias. Pues en el caso de Loli doy fe de que esto es así: es generosa, positiva, optimista, alegre y espontánea, lo que, unido a su excelencia investigadora, hacen que sea motivadora en muchos ámbitos, pero sobre todo en el ámbito STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), y especialmente en las ingenierías, en el que cada vez hay menos vocaciones femeninas.

Dicen que «nadie es profeta en su tierra», pero este, querida Loli, no es tu caso. Has sido reconocida como investigadora relevante en tu pueblo natal, en tu Universidad y hoy por la comunidad científica.

Enhorabuena, Loli, este es un galardón merecido que, con tu energía, dará más impulso, si cabe, a todos tus proyectos.

Muchas gracias.

MARÍA DOLORES LA RUBIA GARCÍA
Profesora titular de la Universidad de Jaén, Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Respuesta de la galardonada

Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), Consejo Rector, autoridades, resto de galardonados, colegas, familia y amigos.

Me gustaría comenzar agradeciendo al presidente de la AEC y a todo el Consejo Rector que me hayan concedido esta Placa de Honor. Realmente, me siento muy halagada y honrada por obtener esta distinción. Aunque creo que hay otros investigadores que se la merecen más, o al menos tanto como yo, me siento muy orgullosa y es un gran honor recibir esta distinción por parte de colegas científicos. Un reconocimiento como el que hoy recibo es una gran responsabilidad. Gracias, muchas gracias.

Quiero expresar también mi agradecimiento a la doctora M. Dolores La Rubia por su generosa presentación, fruto sin duda del cariño que me procesa de la gran amistad que nos une gracias a los proyectos y trabajos que compartimos en la Universidad de Jaén. Y, cómo no, hacer explícita mi felicitación al resto de premiados, importantes compañeros científicos en diferentes campos con los que comparto la pasión y el amor por la ciencia.

Aunque en lo profesional hoy estoy aquí por puro azar y suerte, considero que desde pequeña he tenido vocación científica. Parece que fue ayer cuando finalizados mis estudios de Ingeniería Química en la Universidad de Granada, solicité y obtuve, en la Universidad de Málaga, una beca predoctoral de Formación de Personal Investigador. Me gustaría agradecer al profesor Antonio Jiménez López la oportunidad que me dio de iniciarme en la actividad científica, una persona increíble tanto personal como profesionalmente.

En esta etapa predoctoral, tuve la oportunidad de descubrir y enfrentarme por primera vez al mundo de la investigación en torno a la síntesis y caracterización de catalizadores para la hidroconversión del petróleo. Mundo que me apasionó, en el que descubrí que quería desarrollar mi carrera profesional con objeto de aportar mi granito de arena al desarrollo de la sociedad. Durante esta etapa aprendí a hacerme preguntas y a intentar responderlas, aprendí a indagar.

Además, guardo excelentes recuerdos tanto de los compañeros que estábamos haciendo la Tesis Doctoral como de los profesores investigadores. A pesar de que seguimos caminos distintos, todavía mantenemos nuestra amistad y, actualmente, hemos conseguido generar sinergias y sigo trabajando con el profesor Enrique Rodríguez Castellón, al que estimo y al que tengo un gran cariño.

Fue en mi etapa posdoctoral, después de una breve estancia en el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), cuando me incorporé en el área de Ciencia de los Materiales

e Ingeniería Metalúrgica de la Universidad de Jaén, donde hoy desarrollo mi actividad profesional. Entonces mi objetivo de investigación cambió y me adentré en el mundo de la valorización de residuos para la producción de materiales de construcción sostenibles.

La sociedad tiene que afrontar grandes retos debido al sistema económico actual que conlleva a un uso intensivo de recursos naturales y crea una elevada presión sobre el medio ambiente que está detrás de las manifestaciones más graves de la crisis ambiental que atravesamos, incluido el cambio climático.

Por tanto, debemos acercarnos a la economía circular, cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y se reduzca al mínimo la generación de residuos. En este sentido, creo que los científicos tenemos una misión importante, tenemos que proveer del conocimiento suficiente para poder facilitar la comprensión de este problema global y contribuir a abordar estos desafíos.

Esta visión, tanto a nivel personal como profesional, ha sido la que me ha llevado a la investigación de la valorización de residuos en la fabricación de distintos materiales de construcción. Por lo tanto, desde un punto de vista técnico, ambiental y económico, siempre he creído que trabajar en la recuperación de los residuos puede suponer menores impactos sobre el medio ambiente, así como abrir nuevos mercados y puestos de trabajo, y fomentar una menor dependencia de las importaciones de materias primas, lo que puede contribuir al progreso de la sociedad y al desarrollo sostenible de su entorno.

En los últimos años, he tenido la suerte de contar con la financiación necesaria para trabajar en el desarrollo de nuevas conglomerantes de activación alcalina con huella de carbono casi nula para detener parcialmente el impacto ambiental que supone la fabricación de cemento Portland, que puede ser disminuido mediante el uso de residuos o subproductos en su formulación, evitando su vertido incontrolado, y por la reducción del consumo de energía al realizarse la síntesis a temperaturas cercanas a la ambiente.

Este es ahora mi reto: que mi trabajo ayude a reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera para proteger el planeta y asegurar la prosperidad de las futuras generaciones, de acuerdo con los objetivos de desarrollo sostenible.

En mi trabajo diario, pretendo hacer míos los tres objetivos fundamentales de las Universidades, que son: la formación integral, la investigación científica y técnica -por la que hoy estoy aquí- y la transferencia del conocimiento.

Como docente intento dar una formación integral a mis estudiantes que los haga profesionales cualificados. Con mis trabajos de investigación pretendo buscar soluciones que estén al servicio de la sociedad con el objetivo de conseguir su desarrollo socioeconómico y la mejora de su bienes-



Dolores Eliche Quesada

tar. Este trabajo, como docente e investigadora, me ha dado la libertad de hacer lo que me gusta, de trabajar con vocación y pasión.

El trabajo científico nos permite abordar retos, problemas, realizar descubrimientos y llegar a conclusiones tras un gran esfuerzo, nos lleva a una recompensa que muchas veces se diluye por la aparición de nuevos retos o, en muchas ocasiones, por la falta de implicación empresarial.

Aunque todos somos conscientes de las dificultades por las que atraviesa la investigación científica en nuestro país, me gustaría reivindicar que sólo apostando por la ciencia, la tecnología y la innovación nuestra sociedad va a llegar a un desarrollo más equitativo y sostenible. La Ciencia es el motor de la Sociedad y tenemos que apostar por nuestros científicos, personas con talento que, con pocos recursos y, en muchos casos, los más jóvenes con condiciones laborales precarias, son capaces de obtener buenos resultados y, en la mayor parte de las ocasiones, tienen que vencer grandes obstáculos hasta llegar a la meta, lo que en muchas ocasiones los aboca a salir al extranjero, y buena parte de ese talento no tiene retorno.

Otra característica destacable del quehacer científico es el trabajo en equipo. Desde aquí quiero hacer extensivo este reconocimiento a las personas que me han acompañado y, especialmente, a las que actualmente me acompañan, como Eulogio Castro, Luis Pérez, Salvador Bueno y Pedro J. Sánchez-Soto, así como también a los estudiantes de doctorado que han pasado y a los que actualmente están realizando

su tesis doctoral en nuestro laboratorio: este reconocimiento también es vuestro.

Sin vosotros, muchos de estos logros no se hubiesen materializado, así que gracias por formar parte de este equipo de trabajo, gracias por haberme ayudado a llegar más lejos en las cuestiones científicas que nos hemos planteado, por compartir objetivos comunes, complementar mis carencias, apoyarme y acompañarme con ilusión, esfuerzo y dedicación en el desarrollo de los proyectos. También me gustaría agradecer al personal de administración y servicios por su inestimable ayuda en todas las labores administrativas.

En lo personal, también quiero expresar mi agradecimiento a mi familia, por su apoyo y comprensión. No habría sido fácil compaginar mi vida personal y profesional sin el apoyo incondicional de mi marido, el mejor compañero de vida, que ha sabido entender mi amor y dedicación a la ciencia. Me gustaría pedir perdón a mis hijas por el tiempo robado, por las tardes que me han pedido ir al parque o que juegue con ellas y no lo he hecho, espero que cuando crezcan me entiendan. Muchas veces pienso que debo y debería dedicar más tiempo a mi pequeña gran familia.

No puedo dejar de hacer un agradecimiento especial a mis padres, mis referentes, personas luchadoras que me educaron en la cultura del esfuerzo, a valorar las acciones y saber lo que cuesta conseguir lo que te propongas. Sin su apoyo y esfuerzo hoy no estaría aquí. Mamá, allí donde estés, espero que estés disfrutando de este momento tanto como yo.

Gracias a mis hermanos, cuñada y sobrinos por su apoyo incondicional. Gracias a mi suegra, que me acogió como una hija, y que nos ha ayudado y apoyado cuidando de mis hijas cuando hemos tenido que viajar. Gracias a mis amigos que están ahí tanto en los buenos como en los no tan buenos momentos. Gracias.

Por último, también agradecer a la institución en la que desarrollo mi actividad profesional. Me siento muy honrada y orgullosa de pertenecer a la Universidad de Jaén, una universidad joven que cuenta con excelentes grupos de investigación y con un gran personal entusiasta, que es referente internacional en muchos campos como lo demuestran sus buenos resultados científicos.

Muchas gracias.

DOLORES ELICHE QUESADA

Catedrática de la Universidad de Jaén, Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Placa de Honor de la AEC 2022 concedida a Revista *Químicos del Sur*

Ilustrísimo Sr. Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC): es un verdadero honor recibir la Placa de Honor de su organización en nombre de la Revista *Químicos del Sur*.

Permítanme, antes que nada, tener un sentido recuerdo a los Sres. D. José Luis Mudarra Gómez y D. Fernando Romero Guzmán, primeros Directores de la Revista *Químicos del Sur*, en cuyo nombre, sin duda, quisiera agradecer al Consejo Rector de la AEC y, especialmente, a su presidente el profesor Manuel Miguel Jordán Vidal, la propuesta y el reconocimiento que hoy se le hace a nuestra revista. Les transmito igualmente el agradecimiento de las Juntas del Ilustre Colegio Oficial de Químicos del Sur, de la Asociación de Químicos de Andalucía y, por supuesto, del mío propio.

Hace casi 40 años, ambas Juntas Directivas tuvieron el atrevimiento de editar una revista que, además de servir de vehículo de comunicación entre los químicos andaluces, tuviese un contenido eminentemente científico. En los últimos años, de la mano del último Director, D. Alberto Plaza Delgado, se ha convertido en un anuario, firmemente asentado entre nuestra comunidad, tanto científica como social. Aunque la cabecera pertenece a las entidades mencionadas, la realidad es que la gestión y los méritos deben ser absolutamente atribuidos a los tres directores que en su historia ha tenido.

No quisiera desaprovechar esta ocasión para hacer una reflexión sobre el trabajo que los químicos, en particular, y el resto de los científicos, en general, desarrollan en nuestra sociedad. Para ello, reivindico el empleo de una frase que se debería repetir hasta hacerla común en todas nuestras intervenciones públicas: LA CIENCIA ES LA SOLUCIÓN. En estos momentos, está muy cercano a la población en general el valor de la actividad científica para dar soluciones factibles a las diversas problemáticas que afectan a la sociedad, y que, sin nombrarlo, seguro que todos tenemos en mente. Y, sin embargo... ¿están nuestros científicos igualmente valorados en su trabajo? Desgraciadamente me temo que, salvo excepciones, la respuesta es no.

Es, por tanto, imprescindible que se diga una y otra vez que necesitamos que nuestros proyectos de investigación tengan un apoyo económico del mismo orden que el resto de los países de nuestro entorno. Que los salarios de los investigadores sean comparables con sus compañeros equivalentes en las empresas privadas, y, en este caso, me temo que ni siquiera hay que salir de España para encontrar diferencias significativas.

Esto tenemos, tenéis, que decirlo en cuantas intervenciones públicas, publicaciones divulgativas, entrevistas o actos en los que tengamos la oportunidad de tomar la palabra. Y

os invito a ello. Y a convertir la frase LA CIENCIA ES LA SOLUCIÓN en algo que digamos, leamos o escuchemos permanentemente. O de otra manera, al uso de ese lenguaje actual de las redes sociales, que hagamos de la frase LA CIENCIA ES LA SOLUCIÓN, un *trending topic*.

Volviendo a la Revista *Químicos del Sur*, agradecer de nuevo el reconocimiento que nos habéis hecho, insistiendo que el mérito es de las personas que la han dirigido durante estos años.

OTILIO FERNÁNDEZ ROMERO

Decano del Ilustre Colegio Oficial de Químicos del Sur

Respuesta del galardonado

Señor Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), Secretario y Consejo Rector, autoridades académicas de Universidades y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Señor Decano del Ilustre Colegio Oficial de Químicos del Sur, señoras y señores.

Quiero agradecer a esta Asociación la concesión de Placa de Honor a la Revista *Químicos del Sur*, órgano del Ilustre Colegio Oficial de Químicos del Sur, galardonada en la categoría de difusión y divulgación de la ciencia, por sus contribuciones a la difusión de la ciencia, la tecnología y la innovación, siendo un referente de comunicación científica rigurosa y accesible a toda la sociedad.

Como director de la Revista *Químicos del Sur*, aunando que soy químico e ingeniero industrial, al tomar en 2007 la dirección de la misma, me propuse hacer una revista no para químicos, pues en el mercado hay muchas y muy valiosas, en casi todos los idiomas y especializadas en temas científicos, sino una revista de químicos para la sociedad.

Siendo la revista portavoz de un Colegio Oficial, no podía dirigirse en exclusiva a sus colegiados, pues la recepción de la misma llegaba al domicilio familiar, a la empresa, a departamentos universitarios, centros docentes; lugares donde, una vez leída por el interesado, quedaba a disposición de otras personas. Por tanto, había que aprovechar esta oportunidad y hacer una revista que pudiera ser leída a partir de una cultura media.

Todo ello con una condición, no negociable, que mantendría un todo científico y que, en cualquier artículo de la misma, todos sus datos serían comprobados y ciertos. Desde ese momento, la revista abarcaba desde trabajos de tesis de los colegiados hasta divulgación científica de carácter popular.

A lo largo de todo este periodo desde 2007 hasta el momento actual la publicación se ha consolidado y profesionalizado, adaptándose igualmente a las nuevas tecnolo-



De izquierda a derecha, Alberto Plaza y Otilio Fernández.

gías de la información y de las comunicaciones. Debido a ello, al final de la primera década se decidió realizar una edición electrónica. Se ha renovado su diseño, más vanguardista, y se han implementado nuevas tecnologías en su edición electrónica, de tal forma que puede consultarse información adicional alojada telemáticamente, según decida el lector, haciendo una versión electrónica más enriquecida.

La Revista *Químicos del Sur* en estos últimos años ha pasado a un volumen de anuario, sobrepasando de largo el centenar de páginas, a papel cuché, en tricromía, y con una gran profusión de gráficas e imágenes.

Por último, este año se han cumplido 80 años del paso por Sevilla del poeta de la tierra y la sangre, Miguel Hernández, camino del exilio y de la muerte, cuyo nombre lleva la Universidad que este año, en su 25 aniversario, ha acogido la entrega de las distintas Placas de Honor de la AEC. He recordado una hermosa y siniestra historia que relaciona a Hernández con Sevilla, con los jardines de los Reales Alcázares, donde una vez fue jardinero de sombras.

Son los últimos días de la Guerra Civil y Miguel Hernández huye por la España de Franco. Él, que se vació de esperanza en el frente, no ha huido al exilio como buena parte de sus compañeros de letras. Alberti y María Teresa



Alberto Plaza

León, con quienes había mantenido una agria disputa durante el conflicto, ni siquiera le dicen que al día siguiente tienen un coche en la puerta que los llevará a Francia. El poeta cabrero nunca encajó en las *soirées* de aquellos niños exquisitos de la vanguardia. Hernández no va a Francia ni viaja en los barcos del exilio que lo hubieran puesto a salvo en México. Se va al Sur buscando su salvación camino de Portugal. Huye en busca de sus amigos sevillanos: Eduardo Lloset, Joaquín Romero Murube y Jorge Guillén, que entonces está como catedrático de Literatura en la ciudad.

A todos los conocía de los tiempos felices de la revista *Mediodía*, cuando se reunían en las famosas cenas superrealistas del Café Nacional y el Salón Dorée entregados a la celebración de la vida y la literatura. Miguel Hernández llega desesperado a Sevilla y busca a Romero Murube en el Alcázar donde su amigo es alcaide del monumento. Y es entonces cuando comienza la historia. Romero Murube decide ocultarlo.

Justo esos días, Franco llega a Sevilla y visita los Alcázares. Romero Murube «coloca» al poeta de jardinero y con casi toda seguridad coincidieron ambos por los jardines, uno regando y el otro admirando los jardines. Es curioso imaginar aquellos días sevillanos de Miguel Hernández, paseando su tragedia por el Jardín del Laberinto o sentándose a ver caer la tarde en el Cenador de la Alcoba. Aquí se convierte en jardinero de sombras.

Hoy le devuelvo el favor. Él hace ochenta años vino a Sevilla a convertirse en jardinero de sombras. Yo voy a

recoger el reconocimiento de la AEC porque aquella revista que soñé hace más de quince años ha alcanzado su objetivo, como lo autentifica la Placa de Honor concedida.

Miguel Hernández, en los jardines de los Reales Alcázares de Sevilla, y hoy la Revista *Químicos del Sur* entre las palmeras de Elche. Uno jardinero de sombras, la otra jardinera de sueños.

ALBERTO PLAZA DELGADO

Director de la Revista *Químicos del Sur*

Placa de Honor de la AEC 2022 concedida a Fundación Cellbitech

Excelentísimas autoridades, estimados colegas y amigos, tengo el placer de presentar a la segunda galardonada en la categoría de entidades y empresas, la Fundación Cellbitech.

La Fundación Cellbitech nace en 2017 a partir del grupo empresarial de biotecnología Beyond Seeds, más allá de las semillas, entidad con sede en el Parque Tecnológico de Almería, que engloba hoy en día seis empresas biotecnológicas en los ámbitos de biofarmia y nutrición, agrobiotecnología y mejora vegetal, ingeniería de *software*, nanotecnología, ingeniería agronómica y microbiología aplicada.

Fundada por Francisco Bermúdez, Cellbitech ha tenido un extraordinario crecimiento a pesar de su juventud, yo diría que en buena parte debido a su profunda vocación innovadora e investigadora, como demuestran algunos datos que comentaré sólo como ejemplo: en los últimos 3 años, ha participado en 11 publicaciones científicas de impacto y presentado 4 patentes, ha liderado varios proyectos Retos-Colaboración con instituciones públicas, y ha participado en otros tantos proyectos de investigación financiados por agencias nacionales y autonómicas. También, este mismo año le ha sido concedido un proyecto de innovación de un grupo operativo supra autonómico, Fitonet, para implementar un *software* propio de gestión de ensayos y germoplasma vegetal denominado NOAH, desarrollado por una de sus empresas, y que será implantado en varios centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de la plataforma interdisciplinar AgroFor.

Cellbitech nace con el objetivo de desarrollar investigaciones en el ámbito de la biología vegetal, siendo una de sus primeras líneas de trabajo la obtención de compuestos fitoquímicos con alto poder antioxidante y capacidad anticancerígena, una línea que desarrollará en colaboración con el Centro de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Granada y, más tarde, con el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), con los que sigue

colaborando activamente. Fruto de esta línea de trabajo ha sido la identificación de varios compuestos, ya patentados, procedentes de extractos vegetales, para su uso como biofármacos, los cuales han demostrado actividad en enfermedades oncológicas raras o neurodegenerativas; otros compuestos identificados tienen uso en el campo de la nutracéutica y la cosmética. Algunos de estos fitoquímicos, además, se han conseguido asociar recientemente a nanopartículas para su transporte y liberación controlada como nanofármacos con actividad anticancerígena en modelos animales.

Otro de los pilares en los que se apoya la Fundación Cellbitec es la empresa Seeds for Innovation (S4i), empresa agrobiotecnológica que desarrolla proyectos y herramientas biotecnológicas para la mejora de cultivos agrícolas, mediante innovaciones tecnológicas en cultivo *in vitro*, genotipado y fenotipado masivos, fitopatología y bioinformática. S4i colabora con diversas instituciones de investigación como el COMAV (Instituto para la Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana), la Universidad de Córdoba, la Universidad de Almería y varios centros del CSIC, como el Centro Nacional de Biotecnología, la Misión Biológica de Galicia o el Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas.

S4i aborda un problema central de la agricultura hoy en día, la mejora y adaptación de los cultivos frente al cambio climático. Para ello, desarrolla innovaciones en cultivos

hortofrutícolas como el tomate o el pepino, seleccionando genotipos con características de interés los cuales micropropaga mediante cultivo *in vitro*, variedades, por ejemplo, con características para crecimiento en cultivo vertical, un sistema que reduce el consumo de agua y el impacto ambiental del cultivo.

Con otras especies de interés agrícola, desarrolla protocolos para obtención de doble-haploides, acelerando los programas de mejora y la obtención de variedades mejor adaptadas, por ejemplo, a las nuevas condiciones de estrés ambiental, de altas temperaturas o sequía, que está imponiendo el cambio climático. Toda esta actividad está sustentada en el entusiasmo y espíritu emprendedor, del que doy fe personalmente, de un joven equipo al frente del cual está Edgar Garcia Fortea.

Por su compromiso con la innovación y la investigación, su apuesta por la colaboración público-privada y su misión enfocada a aportar soluciones innovadoras a algunos de los problemas más acuciantes de nuestra sociedad actual, se otorga la Placa de Honor de la Asociación Española de Científicos (AEC) a la Fundación Cellbitec, galardón que recoge su presidente Francisco Bermúdez.

PILAR SÁNCHEZ-TESTILLANO

Científica Titular del CSIC en el Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas y vocal de la AEC



De izquierda a derecha, Manuel Jordán, Francisco Bermúdez y Pilar Sanchez-Testillano.

Respuesta del galardonado

Buenas noches a todos. Para mí es una enorme satisfacción recoger hoy este reconocimiento por parte de la Asociación Española de Científicos (AEC), en nombre de todo el equipo de la Fundación Cellbitech y su grupo biotecnológico Beyond Seeds. Para nosotros este reconocimiento pone en valor la «semilla» que plantamos hace cinco años y que refleja el fruto de nuestro trabajo. A todo el equipo, muchas gracias por vuestra pasión, vuestro esfuerzo y vuestra labor diaria.

Hoy estamos aquí frente a un público que cuenta con la responsabilidad científica de trasladar a la sociedad las alertas de una Tierra cambiante, inmersa en un futuro incierto y peligroso para nuestra Humanidad. En este contexto de incertidumbre, desde Beyond Seeds proponemos aportar un pequeño grano de arena, dentro de nuestro compromiso con la Biodiversidad, como fuente donde encontrar un «amortiguador» biológico contra el cambio climático que está aboradando nuestra vida diaria.

Nuestra Humanidad, hace 10.000 años, empezó a crear un lenguaje para comunicarnos, primero de signos, luego oral y finalmente escrito. En todo ese proceso, creamos la palabra «grano» para la parte de las plantas que empezamos a consumir. Con el devenir de los tiempos y con el simple ejercicio de sembrar el grano en la Tierra, convertimos el grano en semilla, siendo la base tecnológica de nuestra agricultura actual.

Por lo tanto, la semilla cambió poco a poco nuestro *modus vivendi*, pasamos de ser un homo-superviviente a un homo-prosperator. Y así quedó reflejado, siendo deificada la semilla en nuestras antiguas civilizaciones, a un mismo tiempo, en diferentes partes de nuestro planeta, como fue: el maíz, en América Central, el trigo, en Oriente Próximo, y el arroz, en Asia.

Ejemplos de esta deificación se pueden ver en multitud de escritos en los libros sagrados de distintas creencias y religiones: los mayas consideraban que el Hombre estaba hecho de semillas, así está escrito en el libro de Popol Vuh, donde se habla de la creación y de que el Hombre está hecho de maíz. El maíz era todo, el maíz era la fuente de la vida para el maya. Y 10.000 años después: «El clima del mundo cambia en tan solo 1 siglo y utilizamos las mismas semillas domesticadas de hace 50. En ese mismo siglo, hemos pasado de 2500 millones de personas a 7000 millones, hemos crecido a un ritmo vertiginoso, que hace insostenible el futuro de nuestra humanidad. En los próximos 50 años, seremos 9000 millones con un crecimiento exponencial, y en 100 años las previsiones son de 10.000 millones de personas, con lo que el crecimiento se ralentizará considerablemente. Por lo tanto, la pregunta que nos debemos de hacer es: ¿colapsamos?».

Durante los próximos 50 años, la temperatura subirá



Francisco J. Bermúdez Pérez

5°C. De repente, nos encontraremos con incrementos en el déficit hídrico, seguidos de problemas con la salinidad en nuestros suelos y, por lo tanto, menos superficie útil para nuestros cultivos. En este escenario, ¿qué podemos hacer? Debemos girar nuestras miradas al origen. Y, ¿por qué volver la mirada hacia atrás? Después de estos 10.000 años de «domesticación» de nuestra Tierra, prácticamente hemos limitado nuestra alimentación a tan solo a unas pocas especies vegetales y, sin embargo, tenemos identificadas más de 250.000.

A lo largo de nuestra reciente historia hemos cultivado 7000 especies, sólo ciento cincuenta de estas especies se cultivan comercialmente, ¡y treinta! dan de comer al mundo, sólo doce suponen el 75 % de los alimentos que consumimos, y sólo cuatro suponen el 50 %.

A pesar de toda la riqueza que tenemos a nuestra disposición, la Humanidad ha empobrecido la diversidad de su alimentación, sin tener conciencia de lo que eso suponía para su futuro. Hemos dejado atrás el potencial de muchas especies silvestres adaptadas a ambientes hostiles, origen de nuestras especies domésticas.

Y, aunque es cierto que hemos sido «reactivos» ante la aparición de problemas, como han podido ser nuevas plagas y enfermedades en plantas, en estos casos, hemos acudido a las especies silvestres para encontrar la solución.

En la Fundación Cellbitech, consideramos que esta forma de actuar no es suficiente ante un futuro tan incierto. En este escenario de cambio frenético, no podemos mantenernos

reactivos. Tenemos que desarrollar políticas de mejora genética preventivas ante las amenazas climáticas que inciden sobre las especies domesticadas.

Sabemos que trabajar con especies silvestres no es fácil. Por eso, debemos facilitar y promover políticas de fitomejoramiento encaminadas a afrontar el cambio climático. Debemos dar continuidad a todos los conocimientos científicos adquiridos por las universidades y centros públicos de I+D, mediante su transferencia al sector privado.

Creemos, desde nuestra Fundación y grupo de empresas biotecnológicas, que los consorcios de investigación publico-privados son la única forma de prevenir escenarios catastróficos que todavía estén por llegar, empleando la ciencia y tecnología como principal herramienta.

Por esto, agradecemos de nuevo a la Asociación Española de Científicos (AEC) este reconocimiento del que nos sentimos muy orgullosos y que representa la transferencia, el trabajo en equipo y la multidisciplinariedad entre la ciencia pública y la privada.

Buenas noches.

FRANCISCO J. BERMÚDEZ PÉREZ
Presidente Fundación Cellbitech

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

Estimado presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), premiados, presentadores de los premiados, Rectora de la Universidad de Alicante (UA), Decano del Ilustre Colegio Oficial de Químicos del Sur, Vicepresidentes primero, segundo y vocal de la AEC, profesora de la Universidad de Jaén, colegas de la Ciencia, amigos, y familiares. Hoy jueves, 24 de noviembre, celebramos en este Salón de Actos del edificio Rectorado y Consejo Social del campus de Elche de la UMH, la 24ª edición de entrega de Placas de Honor de la AEC.

Quiero agradecer en nombre del rector de la UMH, al que represento, la invitación a participar en este acto, y haber elegido la sede de la UMH para celebrarlo, ya que es un honor asistir a este reconocimiento que, por primera vez, se celebra en una ciudad diferente de la Villa y Corte de Madrid.

En primer lugar, quisiera transmitir mi más cordial felicitación a los investigadores premiados, Dr. Fernando Tomás Maestre Gil, Dra. Isabel Varela Nieto, Dra. María Lois, y Dra. Dolores Eliche Quesada. Y también a las empresas y medios galardonados por hacer investigación y difusión científico-tecnológica e innovación: a la Revista *Químicos del Sur* y a su director, D. Alberto Plaza Delgado, y a la Fundación Cellbitech y a su presidente, D. Francisco J.

Bermúdez Pérez.

A continuación, me gustaría destacar los valores que se reconocen en estas Placas de Honor: «esfuerzo y talento dedicado en España a la generación de conocimiento, a la difusión del mismo y a su aplicación en beneficio de la sociedad». ¡Qué grandes valores para transmitir a nuestros estudiantes!

Si quisiéramos definir la etapa actual de la Ciencia en una amplia perspectiva histórica desde los orígenes de la Humanidad, podría denominarse como la industria del conocimiento. Podría decirse que la Ciencia es la industria del siglo XXI. El «que inventen ellos» de don Miguel de Unamuno parece haber quedado atrás en la sociedad española.

Pero estos buenos deseos a veces chocan con la realidad cotidiana. Y vemos como nuestros investigadores e investigadoras, a pesar del cada vez mayor prestigio nacional como internacional que atesoran, no reciben en la sociedad española el reconocimiento adecuado. Ni profesional ni económico. Es preciso que, tanto desde las universidades como desde las asociaciones científicas, sigamos luchando para conseguir un mayor reconocimiento y una mayor difusión a la sociedad de las actividades científicas y su repercusión para mejorar la calidad de vida de las personas.

Quisiera destacar cómo, a lo largo de estos años, la UMH se ha ido desarrollando y consolidando no sólo en la sociedad ilicitana, sino también en la provincia de Alicante, a través de sus campus en Altea, Orihuela y San Juan de Alicante. Este hecho se ha debido al trabajo, dedicación y esfuerzo de las más de 15.000 personas que forman en sus 3 pilares fundamentales: por un lado, sus 13.252 estudiantes, por otro los 1184 profesores y 298 investigadores y sus 607 profesionales de administración y servicios.

Actualmente, podemos decir con orgullo que el proyecto UMH es una realidad consolidada que dispone de 7 Facultades, 2 Escuelas, 27 Departamentos, 13 Centros de Investigación y 6 Institutos de Investigación. En este año, tenemos más de 700 estudiantes matriculados en estudios de doctorado desarrollando proyectos de investigación innovadores. De las tesis leídas el curso pasado, un 30 % lo fueron con mención internacional y 2 de ellas con doctorado industrial, una línea prometedora que queremos impulsar para favorecer la conexión entre la UMH y el tejido empresarial.

En este sentido, quisiera informarles de la realización del III Congreso Anual Internacional *online* de estudiantes de doctorado (CAIED). En la pasada edición, participaron más de 1200 congresistas de todas las universidades españolas y más de 25 universidades extranjeras. Un congreso organizado por estudiantes para estudiantes que pretende destacar el valor de la ciencia, pero buscando sinergias entre las diferentes ramas del conocimiento para favorecer los proyectos multidisciplinarios, la transversalidad y la traslacionalidad.



Domingo Orozco

Quisiera también hacerles ver el compromiso de la UMH y del Vicerrectorado de Investigación con la investigación de excelencia, destacando la calidad de los investigadores de nuestra Universidad. Buena cuenta de ello es que 39 de nuestros investigadores se encuentran en las recientes listas que ha publicado la Universidad de Standford a través de Elsevier y Scopus de los investigadores más citados en el año a nivel mundial.

Y, desde luego, intentamos ser mas proactivos en la consecución de recursos, tanto públicos como privados. Así, en recursos anuales conseguidos para investigación hemos pasado de 11,2 millones de euros el pasado ejercicio a 17,4 millones de euros, en el presente, la mayoría de ellos de fondos competitivos públicos, doblando la cifra del curso pasado. Pero también en fondos privados y públicos contratados, doblando la cantidad del año pasado de 2,6 a 4,5 millones de euros. Dentro de la actividad científica desarrollada, merece destacarse el orgullo de ser la sede de la AEC, presidida por el profesor de la UMH, catedrático D. Manuel Jordán Vidal.

Pero también es verdad que la Ciencia se ve relacionada con otras esferas del desarrollo social que es preciso incluir y valorar. Por ello, quiero destacar que se ha producido en la UMH la aprobación del II Plan de Igualdad de la UMH 2022-2026 y se ha desarrollado y aprobado por Consejo de Gobierno el Plan Estratégico de la UMH 2022-2025, horizonte 2020-2030 que recoge los valores éticos, y principios rectores que marcarán el rumbo de nuestra institución durante

los próximos 4 años, alineado con la responsabilidad social universitaria y con la Agenda 2030 de Naciones Unidas.

Decía que hemos de impulsar y defender el valor de la ciencia y del conocimiento que en nuestra sociedad, a veces queda eclipsado por el de la opinión sin fundamento. Si me permito nombrar a Ugur Sahin o a Özlem Türeci, pocos podrán responder que los conocen. Sin embargo, cuántos minutos de televisión y radio o páginas de prensa se han escrito sobre la opinión que sobre la vacunas contra la COVID-19 tienen personajes de mucha talla en su especialidad (por ejemplo, el tenis o la canción), pero de muy poca talla humana, opinando de temas que desconocen, pero que afectan a millones de personas, y siendo conscientes de que su opinión sin fundamento puede atraer la de miles de personas, deslumbradas por su fama.

Gracias a las investigaciones de Ugur Sahin y Özlem Türeci, entre muchos otros investigadores, hemos dispuesto en un tiempo increíblemente corto de una vacuna segura y eficaz, contra la COVID-19, que ha salvado millones de vidas en el mundo. Es evidente que debemos poner en valor el conocimiento del científico, del experto y hacerla prevalecer sobre la opinión mediática sin fundamento. Pero les cuento una anécdota de una escena de una película del director de cine español, Santiago Segura, donde una trabajadora de una empresa, estudiosa y culta, le explicaba a otra con poca cultura, pero muy activa en las redes sociales, que debía estudiar, formarse. Y en el seno de la conversación, la primera le dice: «Si no sabes ni cuál es la capital de Italia»; a la que la otra contesta: «Pues Venecia, claro». No tienes ni idea, le dijo la primera, tienes que estudiar más, y la segunda le contestó: «Oye, respeta mi opinión». Con demasiada frecuencia, vemos estas situaciones que no hacen más que reforzar la necesidad de una mayor formación cultural y científica en nuestra sociedad especialmente en las personas jóvenes.

Finalizo mis palabras felicitando de nuevo a la AEC por estos premios que, con esta doble modalidad de reconocimiento a científicos y empresas y medios de comunicación, aporta una visión integradora de la ciencia como una empresa común a todos ellos. Y a los premiados, deseándoles los mayores éxitos. Que este reconocimiento no sólo sea a la labor desarrollada en el pasado, sino también un estímulo para continuar en el futuro esa línea de excelencia, y si me permiten, lo que aún creo que es más importante, que su legado pueda transmitirse a nuevas generaciones de investigadores creando escuela.

En nombre del rector de la UMH declaro clausurada la 24ª edición de entrega de Placas de Honor de la AEC.

Muchas gracias.

DOMINGO OROZCO

Vicerrector de Investigación de la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

www.umh.es



VIDAL

BODEGAS Y DESTILERÍAS

www.bodegasvidal.com