



REVISTA

MOLÉCULA

Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas  
<https://moleculauclm.wordpress.com>

Nº206 Época III  
Febrero 2026

<b>INVESTIGACIÓN</b>	<b>P. 3</b>
Una investigación de la UCLM revela que un receptor clave del cerebro también regula desde dentro la energía celular	
<b>RECONOCIMIENTOS</b>	<b>P. 5</b>
Los XV Premios ‘Reconocimientos del Consejo Social’ se han dado a conocer tras la sesión plenaria celebrada en el Campus de Albacete	
<b>PREMIOS</b>	<b>P. 8</b>
La UCLM reconoce al profesorado que ha obtenido la calificación de excelente en el proceso de evaluación de la actividad docente	
<b>AVENTURA CON CIENTÍFICAS</b>	<b>P. 9</b>
La UCLM abre sus laboratorios con motivo del 11F, Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia Visita al colegio Ángel Andrade con motivo del 11-F: Día de la Niña y la Mujer en la Ciencia	
<b>VIERNES EN EL IRICA</b>	<b>P. 13</b>
Mujeres alquimistas: las precursoras olvidadas de la ciencia Reprogrammable hardware for data processing at the edge: A new computing paradigm based on neuromorphic systems	
<b>TESIS DOCTORALES</b>	<b>P. 15</b>
Adrián Tejero Pérez Álvaro Ramírez Vidal Iñaki Requena Leal	
<b>ARTÍCULOS</b>	<b>P. 22</b>
<b>ENLACES</b>	<b>P. 22</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>P. 23</b>
Un verdor terrible	

## PRESENTACIÓN

Esta edición de Febrero presenta información acerca de los últimos avances y actividades de la UCLM, destacando una investigación que revela el papel de un receptor cerebral en la regulación de la energía celular, así como los reconocimientos y premios otorgados a la comunidad universitaria. También se resumen varias iniciativas del 11F para acercar la ciencia a niñas y jóvenes, las charlas y encuentros del IRICA sobre mujeres precursoras de la ciencia y nuevas tecnologías neuromórficas, además de las recientes tesis doctorales defendidas y una selección de artículos, enlaces y recomendaciones culturales.

## Una investigación de la UCLM revela que un receptor clave del cerebro también regula desde dentro la energía celular

El hallazgo abre nuevas vías para el estudio y el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas y del cáncer



Investigadores de la Universidad de Castilla-La Mancha del Grupo de Neuroquímica de Ciudad Real han demostrado por primera vez que los receptores de adenosina, unas proteínas clásicamente situadas en la superficie de las células, también se localizan y funcionan en las mitocondrias, las “centrales energéticas” de las células. El trabajo, realizado en colaboración con la Universidad de Ferrara, abre nuevas vías de estudio y desarrollo de fármacos para el tratamiento de enfermedades como el Alzheimer o el cáncer.

El Grupo de Neuroquímica de Ciudad Real (GNCR) de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), en colaboración con la Universidad de Ferrara (Italia), ha identificado por primera vez la presencia y actividad de receptores de adenosina —proteínas conocidas por su papel en la comunicación entre células del sistema nervioso— dentro de las mitocondrias, las estructuras celulares responsables de producir la energía necesaria para el funcionamiento del organismo. Hasta ahora, estas proteínas se consideraban clásicamente localizadas en la superficie celular.

Este descubrimiento cambia la manera de entender cómo las células regulan su producción de energía y cómo responden al estrés celular, dos procesos íntimamente relacionados con enfermedades como el Alzheimer o el cáncer, abriendo así nuevas vías para el estudio y el tratamiento de éstas.

El equipo investigador, liderado por la catedrática de la UCLM Mairena Martín López, ha identificado varios subtipos de receptores de adenosina en la membrana externa de las mitocondrias de cerebro, otros tejidos de ratón, en diversas líneas celulares e incluso en tejido cerebral humano. Para ello, utilizaron técnicas de fraccionamiento celular y microscopía electrónica, técnicas que permiten aislar y visualizar estructuras internas con gran precisión.

Además, en su estudio, publicado en la revista *International Journal of Biological Sciences*, el grupo ha comprobado que estos receptores mitocondriales están activos y acoplados a sus rutas de señalización, por lo que son capaces de modificar mensajeros internos y el rendimiento de la respiración mitocondrial. La activación selectiva de cada subtipo influyó en parámetros clave como la producción de ATP, la 'moneda energética' de las células; la eficiencia del proceso respiratorio mitocondrial, y la capacidad de respuesta ante cambios en las demandas energéticas.

En células vivas, la estimulación prolongada de los receptores también modificó la forma y organización de las redes mitocondriales, alterando su tamaño, ramificación y disposición dentro de la célula, un proceso clave en el envejecimiento, patologías neurodegenerativas o el cáncer.

El trabajo ofrece un nuevo marco conceptual para estudiar la bioenergética celular y su relación con patologías neurodegenerativas, y sugiere que estos receptores de adenosina considerados exclusivos de la superficie celular podrían desempeñar también funciones relevantes en compartimentos internos. Esto abre el camino al desarrollo de fármacos selectivos capaces de dirigirse específicamente a los receptores mitocondriales, con el fin de restaurar la función energética en enfermedades donde las mitocondrias están dañadas.

La investigación ha sido financiada por proyectos estatales y autonómicos, incluyendo fondos FEDER, de la Agencia de Investigación e Innovación de Castilla-La Mancha (INNOCAM) y del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MICIU/AEI).

**Gabinete de Comunicación UCLM**

Ciudad Real, 3 de febrero de 2026



# RECONOCIMIENTOS

**Los XV Premios ‘Reconocimientos del Consejo Social’ se han dado a conocer tras la sesión plenaria celebrada en el Campus de Albacete**

Andrés Iniesta y Alba Redondo, premiados por el Consejo Social en sus 'Reconocimientos'



Los futbolistas albaceteños Andrés Iniesta y Alba Redondo forman parte de las personas y colectivos galardonados por el Consejo Social de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) en la décimo quinta edición de sus premios ‘Reconocimientos’, cuyas propuestas presentadas por el jurado fueron ratificadas por los miembros del órgano colegiado durante el pleno ordinario celebrado en el Campus de Albacete.

El Consejo Social de la UCLM celebró pleno ordinario el pasado 4 de febrero en su sede, en el Campus de Albacete, conducido por la vicepresidenta del órgano colegiado, Ana Manuela Soler, y la asistencia, a través de videoconferencia del rector, Julián Garde.

Al comienzo de la sesión plenaria, el presidente del Consejo Social, José María Barreda, hizo llegar unas palabras de agradecimiento a todos los miembros, ante su ausencia por enfermedad, esperando una pronta recuperación. Durante la sesión, los miembros del Consejo ratificaron la propuesta del jurado de la XV convocatoria de los ‘Premios Reconocimientos’, otorgando el Reconocimiento de Honor a los futbolistas albaceteños Andrés Iniesta Luján y Alba María Redondo Ferrer.

## **Premiados**

Los ‘Premios Reconocimientos del Consejo Social’ incluyen cinco galardones que reconocen a personas y colectivos que desde dentro y fuera de la universidad han contribuido, en sus ámbitos respectivos, a la mejora de la calidad y de la imagen de la UCLM, a la difusión entre la sociedad del trabajo que esta realiza y al fortalecimiento de las relaciones entre la institución académica y la sociedad de Castilla-La Mancha a la que sirve.

# RECONOCIMIENTOS

En el primero de los premios, '**Reconocimiento a la Excelencia Universitaria**', en la categoría de **Estudiantes** han resultado galardonados: Blanca Royo Camacho, en el área de Ciencias de la Salud; Ana María del Hoyo Abad, en Ciencias Naturales y Exactas; Alejandro Delgado Izquierdo, en el área de Ciencias Sociales y Jurídicas; David Rubio Luque, en Educación, Artes y Humanidades, y Laura Villa Fernández-Arroyo, en el área de Ingenierías y Arquitectura.

De igual forma, y en el marco del 'Reconocimiento a la Excelencia Universitaria', en la modalidad de Investigación el premiado es el catedrático de Ingeniería Química de la UCLM, **Pablo Cañizares Cañizares**; en Innovación Docente el reconocimiento ha correspondido a la profesora del Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal en la Facultad de Educación de Toledo, María José Sánchez Parra; y en el apartado del Personal Técnico, de Gestión y de Administración y Servicios se ha otorgado el premio de forma conjunta a José Antonio Aguado Parralejo y a Fermín Reyes Ruiz.

Como parte de los premios, el 'Reconocimiento a la Colaboración Sociedad-Universidad' ha correspondido al Parque Científico y Tecnológico de Castilla-La Mancha; el 'Reconocimiento a la Trayectoria Profesional' es para Elena García Caballero, egresada de la UCLM tras haberse graduado en Relaciones Laborales y Recursos Humanos en el Campus de Ciudad Real.

Los premios 'Mónico Sánchez de Reconocimiento al Emprendimiento' corresponden, en la categoría de Nuevo Proyecto Innovador, a FastBaby, proyecto de investigación y prototipo de vehículo motorizado adaptado para niños y niñas con discapacidad, desarrollado en la Escuela Politécnica de Cuenca y liderado por la profesora Raquel Cervigón Abad junto con su equipo; y en la categoría de Proyecto Consolidado, el premio ha sido para la empresa tecnológica e industrial española especializada en materiales avanzados para fabricación Blesol Tech, S.L.



# RECONOCIMIENTOS

Por último, el premio 'Reconocimiento de Honor' lo otorgó el Consejo Social de forma conjunta a los deportistas albaceteños Andrés Iniesta Luján y Alba María Redondo Ferrer. Andrés Iniesta está considerado un futbolista legendario y uno de los mejores mediocampistas de la historia del fútbol. El exfutbolista español se formó en las categorías inferiores del Albacete Balompié y en 2002 debutó con el primer equipo del Barcelona, jugando allí hasta 2018 y siendo una pieza clave del club durante más de una década. Iniesta ha sido ganador de múltiples títulos a nivel de club y selección, recordado especialmente por su gol que dio a España su primera Copa del Mundo.

Alba Redondo es una futbolista profesional que juega como delantera, considerada como una de las figuras más destacadas del fútbol femenino español actual. Delantera del Real Madrid y campeona del mundo con la selección española, es conocida por su capacidad goleadora y su papel influyente en el fútbol femenino.

Entre otros asuntos, el pleno del Consejo Social dio el visto a la convocatoria de ayudas a asociaciones de estudiantes y de antiguos alumnos y a la convocatoria de una beca de colaboración.

**Gabinete de Comunicación UCLM**

Albacete, 5 de febrero de 2026

# PREMIOS

La UCLM reconoce al profesorado que ha obtenido la calificación de excelente en el proceso de evaluación de la actividad docente



El rector de la Universidad regional, Julián Garde, entregó el pasado 12 de Febrero los premios 'Leonor Serrano Pablo' a la Excelencia en la Labor Docente, que en su primera convocatoria logró diecinueve profesoras y profesores de la institución académica. El galardón reconoce la calidad y el compromiso del profesorado con la mejora continua de la docencia universitaria y es la máxima calificación que puede obtenerse dentro del programa Docentia-UCLM.

Dentro de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, nuestras compañeras Almudena Soriano Pérez y María Luz Sánchez Silva, Catedráticas del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y del Grado en Ingeniería Química, fueron reconocidas con el Premio "Leonor Serrano Pablo" a la Excelencia en la Labor Docente. Se trata de la máxima distinción del programa Docentia-UCLM, tras un exigente proceso de evaluación externa. Solo el 6,3 % de las aspirantes logró la calificación de "excelente" en 2023, lo que da aún más valor a este reconocimiento.

**¡ENHORABUENA!**

Es un orgullo contar con profesoras excelentes entre nuestro profesorado.



# AVENTURA CON CIENTÍFICAS

## La UCLM abre sus laboratorios con motivo del 11F, Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia

Investigadoras del Campus de Ciudad Real tratan de despertar la curiosidad científica en casi medio millar de escolares



La Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) abrió el pasado 11 de Febrero sus laboratorios del Campus de Ciudad Real a casi medio millar de estudiantes de Educación Primaria coincidiendo con la conmemoración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. Niños y niñas disfrutaron de una 'Aventura con científicas' en la que pudieron conocer el trabajo que ellas realizan, participar en actividades experimentales, entender cómo la ciencia transforma el mundo y descubrir si llevan dentro una vocación que, quizás, aún no ha despertado.

Más de medio centenar de científicas de doce facultades, escuelas o institutos de investigación de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) en el Campus de Ciudad Real abrieron sus laboratorios a casi medio millar de escolares de quinto y sexto de Educación Primaria de ocho colegios de la capital manchega y uno de la localidad de Manzanares para mostrarles su trabajo diario de una forma divulgativa y divertida, realizando *in situ* experimentos que en muchos casos les han dejado fascinados ante una reacción de causa-efecto, al tiempo que motivados para convertirse en propios actores del fenómeno.

La actividad forma parte de la jornada 'Aventura con científicas' y está organizada conjuntamente por el Área de Igualdad de la Universidad de Castilla-La Mancha y el Ayuntamiento de Ciudad Real, coincidiendo con la conmemoración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia.

La coordinadora y organizadora de 'Aventuras con Científicas' en Ciudad Real, la profesora de la UCLM Gloria Patricia Rodríguez, explicó a los medios de comunicación, momentos antes de la bienvenida al estudiantado y al profesorado acompañante que tuvo lugar en el Paraninfo Luis Arroyo del Campus, que esta iniciativa tiene como objetivo ofrecer referentes femeninos en ámbitos tradicionalmente masculinizados, como son las Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas (las denominadas STEM), visibilizar su trabajo y tratar de despertar vocaciones científicas entre las niñas y los niños.

# AVENTURA CON CIENTÍFICAS

Por su parte, la vicerrectora de Estudiantes y Empleabilidad, Amaya Romero, puso en valor esta “aventura con científicas” que permite acercar la ciencia desde edades tempranas para que “las niñas vean que el camino de la ciencia está ahí y que pueden optar a él”. “Adelante”, animaba Romero, “porque hacen falta científicas, ingenieras y tecnólogas para tener un mundo mejor en salud, en sostenibilidad, en Educación,...”.

De su lado, la concejala de Educación, María José Escobedo, insistió en la necesidad de concienciar sobre la importancia que tiene que haya mujeres científicas “porque es necesario contar con las dos perspectivas, la del hombre y la de la mujer, para avanzar”.

Como paso previo a la visita a los laboratorios de experimentación, los niños y las niñas disfrutaron de una animación teatralizada a cargo de Ivi Verdejo. A continuación, la doctoranda en Informática de la UCLM Laura Villa, premio Reconocimiento a la Excelencia Universitaria en la categoría de Estudiantes 2026 por el Consejo Social, presentó a Shara, un robot asistencial de acompañamiento activo a personas mayores diseñado en la Escuela Superior de Informática de Ciudad Real y con el que trabaja Villa en su tesis. Dos alumnas de las participantes en ‘Aventura con científicas’ tuvieron la oportunidad de subir al escenario e interactuar con el robot.

Esta actividad fue posible gracias a la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), del proyecto Mujeres Ingeniosas, de la Unidad de Cultura Científica de la UCLM, de la Junta de Comunidades y de la Diputación. En representación de estas dos últimas instituciones asistieron al acto inaugural la delegada de Igualdad en Ciudad Real, Manuela Nieto; y la diputada María Antonia Álvaro, quien en nombre de la corporación provincial entregó un lote de libros a los colegios participantes.

## Gabinete de Comunicación UCLM

Ciudad Real, 11 de febrero de 2026



# AVENTURA CON CIENTÍFICAS

Visita al colegio Ángel Andrade con motivo del 11-F: Día de la Niña y la Mujer en la Ciencia



La mujer en la ciencia ha estado históricamente desfavorecida, con menor visibilidad y menos referentes. Por ello, desde la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas se considera fundamental despertar la curiosidad científica desde edades tempranas como base para construir un futuro más igualitario y lleno de oportunidades.

La Facultad ha participado en la Semana de la Niña y la Mujer en la Ciencia en el Colegio Ángel Andrade, acercando el mundo de la ciencia al alumnado de Educación Infantil de una forma divertida, cercana y muy visual.

La actividad contó con la participación de Ana María García Fernández, Juan Antonio García, María Paz García y Yasmina Berruga, en representación de la Universidad de Castilla-La Mancha. Juntos compartieron una mañana muy especial en la que los más pequeños pudieron descubrir que la ciencia no solo es aprender, sino también experimentar, jugar y pasarlo bien.

Durante el taller se realizaron cuatro experimentos sencillos, adaptados a la edad del alumnado (3-5 años), pero basados en principios químicos fundamentales:

## Experimento 1: ¿Qué alimentos tienen más almidón?

Este experimento se basa en la reacción del yodo con el almidón. El almidón es un polisacárido formado principalmente por amilosa y amilopectina. El yodo se introduce en la estructura helicoidal de la amilosa formando un complejo de inclusión, lo que provoca un cambio de color característico hacia tonos azul oscuro o negro. Así, los alimentos ricos en almidón muestran un oscurecimiento evidente, mientras que aquellos con bajo contenido apenas presentan variación de color.



## Experimento 2: El virus de la pimienta

Aquí se ilustra el efecto del jabón sobre la tensión superficial del agua. Las moléculas de jabón actúan como tensioactivos, ya que poseen una parte hidrofílica y otra hidrofóbica. Al añadirse al agua disminuyen su tensión superficial y rodean las partículas de pimienta formando micelas, provocando que estas se alejen rápidamente del punto de contacto. Este fenómeno permite explicar cómo el jabón facilita la eliminación de suciedad y microorganismos durante el lavado de manos.

## Experimento 3: M&M's de colores

Se observa un proceso de disolución y difusión. El recubrimiento de azúcar de los M&M's se disuelve al entrar en contacto con el agua, liberando los colorantes. Posteriormente, estos se difunden desde zonas de mayor concentración hacia zonas de menor concentración, generando patrones de colores bien definidos. Es una forma visual de introducir conceptos como solubilidad, concentración y difusión molecular.

## Experimento 4: Volcán de bicarbonato

Este experimento se basa en una reacción ácido-base entre el bicarbonato sódico y el vinagre, que contiene ácido acético. Como resultado se forman acetato sódico, agua y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El gas liberado produce burbujas que, al quedar atrapadas en el jabón añadido, generan espuma y el efecto de "erupción", permitiendo visualizar claramente la formación de un gas como producto de una reacción química.

Con esta iniciativa, la Facultad quiere fomentar el interés por la ciencia, promover la igualdad y mostrar que cada vez son más las mujeres científicas que contribuyen al avance del conocimiento, sirviendo como referentes e inspiración para las nuevas generaciones. Una jornada llena de aprendizaje, curiosidad y sonrisas... porque la ciencia también se disfruta jugando.



## Mujeres alquimistas: las precursoras olvidadas de la ciencia

María del Prado Rodríguez Romero  
<http://orcid.org/0000-0001-6998-0893>  
Mprado.Rodríguez@uclm.es

Con motivo de la celebración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, esta exposición tiene como objetivo poner en valor a las mujeres que, desde la Antigüedad hasta la Edad Media, participaron activamente en los avances de la alquimia y en el trabajo práctico con la materia. A través de diversas figuras femeninas procedentes de distintos contextos históricos y culturales, se mostrará cómo desarrollaron conocimientos sobre plantas, sustancias, procesos de transformación y técnicas de destilación que han tenido un impacto duradero en la historia del conocimiento.

Lejos de los tópicos, su actividad revela una genealogía del saber experimental que precede a la ciencia moderna, escasamente reconocida. Esta aproximación histórica busca ampliar la mirada sobre los orígenes de la ciencia y sobre quienes contribuyeron a ellos desde los márgenes de la cultura escrita y de una rica tradición oral difícil de rastrear en las fuentes conservadas.

## REPROGRAMMABLE HARDWARE FOR DATA PROCESSING AT THE EDGE: A NEW COMPUTING PARADIGM BASED ON NEUROMORPHIC SYSTEMS

Francesca Borghi

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Fisica “Aldo Pontremoli” & CIMaINa, via Celoria 16, Milano, Italy

The brain's ability to perform efficient and fault-tolerant data processing is strongly related to its peculiar interconnected adaptive architecture, based on redundant neural circuits interacting at different scales. By emulating the brain's processing and learning mechanisms, computing technologies strive to achieve higher levels of energy efficiency and computational performance. Although efforts to address neuromorphic solutions through hardware based on top-down CMOS-based technologies have obtained interesting results in terms of energetic efficiency improvement, the replication of brain's self-assembled and redundant architectures is not considered in the roadmaps of data processing electronics.

In materia computing has been proposed as an alternative strategy that exploits the complexity and collective phenomena originating from various classes of physical substrates to perform data processing. In particular, the employment of random-assembled resistive switching materials is a strategic solution for the development of energy efficient and neuromorphic computing devices, beyond von Neuman bottleneck. In this contest, films obtained by the assembling of metallic nanoparticles have shown interesting non-linear electrical properties and complex resistive switching phenomena.

The implementation of data processing devices based on nanostructured thin films will be discussed, such as reversible electronic switches and reprogrammable threshold logic gates (TLGs), implemented on both hard and soft substrates. An experimental strategy, based on micro-thermography, will be introduced for the study of the spatial and temporal dynamic of the resistive switching activity of the nanostructured network. Its adaptive reorganization will be described at different scales and a network correlation coefficient of the local activities proposed.

I will also demonstrate the potentiality of the use of these resistive switching devices to classify with high accuracy and in real-time time series. The classification of neuronal traces is carried out with a linear classifier, requiring limited datasets for training and limited memory storage, and it is characterized by higher interpretability and accuracy with respect to artificial neural networks.

The hardware implementation of neuromorphic material, characterized by nonlinear dynamic and memory mechanisms, as also complex and redundant morphological network, is proposed for the development of novel electronic architectures, and energy efficient reconfigurable data processing devices. These results constitute a demonstration of a fruitful combination of physical and computing intelligence, that can be directly integrated into edge systems to efficiently interact with the environment.

## RECEPTORES DE GLUTAMATO Y ADENOSINA EN MODELOS DE EXCITOTOXICIDAD Y NEURODEGENERACIÓN. NEUROPROTECCIÓN POR ANTIOXIDANTES NATURALES

Adrián Tejero Pérez



El L-glutamato (L-Glu) es un aminoácido presente en la dieta que desempeña un papel fundamental en el Sistema Nervioso Central (SNC), siendo el principal neurotransmisor excitador que participa en los procesos de aprendizaje y memoria. Esto lo hace a través de dos tipos de receptores: Ionotrópicos (NMDA, AMPA, kainato y delta) y metabotrópicos (mGluR1-mGluR8). Por otro lado, el nucleósido adenosina tiene un papel crucial en el metabolismo del L-Glu, al regular la liberación de este neurotransmisor a través de cuatro receptores diferentes: A1, A2A, A2B y A3, los cuales estimulan (A2A y A2B) o inhiben (A1 y A3) la liberación de calcio intracelular.

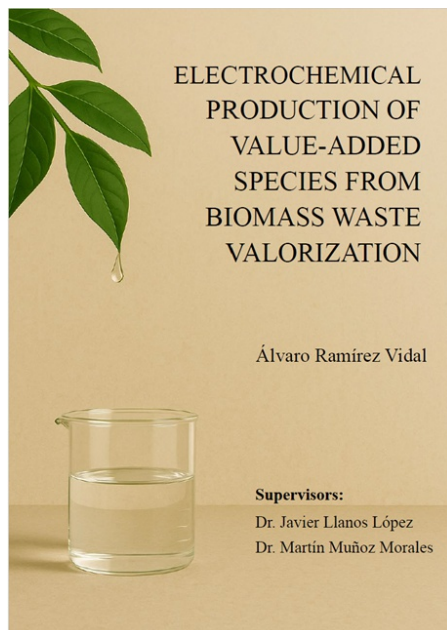
La exposición elevada a L-Glu genera excitotoxicidad, usualmente asociada a estrés oxidativo y disfunción neuronal. Estudios previos han demostrado que el consumo continuado de L-Glu durante la gestación produce cambios en los niveles de los receptores de adenosina y metabotrópicos de L-Glu en el cerebro materno y fetal/neonatal. Sin embargo, el efecto que este consumo puede producir en el cerebelo no ha sido estudiado. Esta región controla funciones motoras, cognitivas y emocionales por lo que el estudio de su posible afectación resulta muy relevante. Los resultados obtenidos en esta memoria han mostrado una afectación de las vías de señalización de glutamato en fetos y de adenosina en neonatos tras la exposición prolongada a L-Glu durante la gestación, así como una desregulación del sistema antioxidante del cerebelo en los diferentes grupos, resultando en un estado de estrés oxidativo y alteración de parámetros mitocondriales.

Entre las enfermedades neurodegenerativas más prevalentes se encuentra la enfermedad de Alzheimer (EA), un trastorno caracterizado por la pérdida progresiva de memoria y otras capacidades cognitivas. A nivel molecular se caracteriza por acúmulos proteicos anormales, cambios en la señalización de neurotransmisores, entre otras alteraciones, y que también se encuentra ligada al proceso de excitotoxicidad. Hoy en día no existe tratamiento curativo para esta enfermedad, razón por la cual se están poniendo esfuerzos en la búsqueda de moléculas capaces de paliar los síntomas y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Entre estas, se encuentran las moléculas naturales con propiedades bioactivas como el resveratrol, proveniente de frutos rojos y frutos secos, o el xanthohumol, proveniente del lúpulo. En la presente memoria se ha estudiado el efecto de estas moléculas en modelos celulares (C6, de glioma de rata y SH-SY5Y, de neuroblastoma humano) y animales (ratones SAMP8), comúnmente empleados para el estudio de la EA. En cuanto al resveratrol, en cerebelo, no fue capaz de regular la vía adenosinérgica, pero sí se observó una modulación del metabolismo del colesterol tras su consumo, también implicado en procesos neurodegenerativos. El xanthohumol, por otro lado, fue capaz de modular esta vía en modelos celulares mediante el aumento del receptor A1 y la modulación de actividades enzimáticas participantes en la vía como la 5'-nucleotidasa, presentando potencial neuroprotector. Con todo ello, nuestros resultados muestran un prometedor papel protector del consumo de estos antioxidantes naturales frente a procesos de neurodegeneración característicos de la enfermedad de Alzheimer.



## ELECTROCHEMICAL PRODUCTION OF VALUE-ADDED SPECIES FROM BIOMASS WASTE VALORIZATION

Álvaro Ramírez Vidal



En esta tesis doctoral se ha trabajado en el desarrollo de soluciones para mejorar la calidad del agua potable y en el diseño de una tecnología sostenible para producir peróxido de hidrógeno, un reactivo ampliamente utilizado en el tratamiento de aguas.

La investigación comenzó con el estudio de la calidad del agua potable suministrada por la Mancomunidad de Servicios Gasset, entidad que abastece a aproximadamente 100.000 habitantes en la provincia de Ciudad Real. En concreto, se analizó la formación y acumulación de subproductos de desinfección, especialmente los trihalometanos (THMs) y los bromatos. Estos compuestos se generan durante los procesos habituales de desinfección del agua y su presencia está estrictamente regulada debido a sus posibles efectos negativos para la salud.

Durante el estudio se evaluaron distintas tecnologías para reducir estos contaminantes. Entre ellas, la aireación por agitación resultó ser la más eficaz para eliminar THMs, alcanzando reducciones cercanas al 96 %. También se comprobó que el uso de resinas de intercambio iónico permitía eliminar completamente los bromuros presentes en el agua, evitando así la formación de compuestos bromados más tóxicos.

Uno de los resultados más relevantes fue el papel del peróxido de hidrógeno en la mejora de la calidad del agua. Su aplicación antes del proceso de ozonización permitió reducir hasta un 60 % de los bromatos generados, lo que posibilita aumentar la dosis de ozono sin superar los límites legales. Esto supone una ventaja importante, ya que facilita la eliminación de la materia orgánica que da lugar a otros subproductos indeseados. Además, el análisis económico mostró que esta solución era la más rentable entre las estudiadas.

A partir de estos resultados, la tesis se centró en abordar un nuevo reto: desarrollar una forma más sostenible de producir peróxido de hidrógeno. Actualmente, su fabricación industrial se basa principalmente en el proceso de la antraquinona, que requiere un elevado consumo energético, el uso de disolventes orgánicos y la producción en grandes plantas centralizadas, lo que implica transporte y almacenamiento del producto.

Como alternativa, se investigó su generación electroquímica *in situ* mediante la reducción de oxígeno, un proceso que utiliza electricidad y oxígeno como únicas materias primas. Para que esta reacción sea eficiente, es necesario emplear materiales de carbono capaces de actuar como catalizadores.

En una primera etapa se estudiaron distintos materiales de carbono comerciales y sintetizados para identificar las propiedades que favorecen la producción de peróxido de hidrógeno. Se determinó que una estructura moderadamente ordenada, la presencia de ciertos grupos funcionales con oxígeno y nitrógeno, y una superficie con predominio de mesoporos resultan especialmente beneficiosas.

Posteriormente, se exploró el uso de residuos de biomasa como materia prima para fabricar estos materiales de carbono, con el objetivo de mejorar la sostenibilidad del proceso. Se analizaron distintos residuos vegetales y subproductos orgánicos, demostrando que es posible obtener materiales con un rendimiento incluso superior al de los comerciales. En particular, el carbono obtenido a partir de *Phragmites australis* activado químicamente mostró los mejores resultados.

La investigación también incluyó la optimización del diseño de los electrodos, ajustando la proporción de materiales y los métodos de preparación. Esto permitió mejorar significativamente la eficiencia del proceso y reducir su consumo energético.

Finalmente, se desarrolló un diseño innovador de reactor electroquímico denominado "air-breathing", que permite producir peróxido de hidrógeno directamente a partir del oxígeno del aire. Este sistema alcanzó altas eficiencias, bajo consumo energético y concentraciones útiles del producto sin necesidad de etapas adicionales de purificación, lo que demuestra su gran potencial para aplicaciones industriales.

En conjunto, esta tesis aporta avances tanto en la mejora de la calidad del agua potable como en el desarrollo de tecnologías sostenibles para el tratamiento del agua. Los resultados obtenidos muestran que es posible reducir la formación de contaminantes durante la desinfección y, al mismo tiempo, producir de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente un reactivo clave como el peróxido de hidrógeno.

## MOTORES HÍBRIDOS SOLARES ASISTIDOS POR TECNOLOGÍA ELECTROQUÍMICA

Iñaki Requena Leal



El pasado día 18 de diciembre de 2025 tuvo lugar la defensa de la Tesis Doctoral de D. Iñaki Requena Leal, titulada “Motores híbridos solares asistidos por tecnología electroquímica”. Esta tesis se ha desarrollado en el Laboratorio de Ingeniería Electroquímica y Ambiental (E3L), perteneciente al grupo TEQUIMA, del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Castilla-La Mancha, y se incluye en el Programa de Doctorado en Ingeniería Química y Ambiental. Además, este trabajo se enmarca en los proyectos “Sustainable Energy Regulation for the WINE sector (SER4WINE, SBPLY/21/180501/00007)” y “Setting EDEN® technology to reduce the carbon footprint of diesel engines in the transport sector (SETEDEN2DIESEL, TED2021-131630B-I00)”, financiados respectivamente por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y la Agencia Estatal de Investigación. El objetivo principal de la Tesis es el diseño, puesta a punto y validación de un motor híbrido solar–electroquímico–combustión basado en tecnología cloroalcalina EDEN®, capaz de almacenar excedentes de energía fotovoltaica en forma de hidrógeno y sosa cáustica, recuperar electricidad mediante celdas de combustible y mitigar emisiones de CO<sub>2</sub> por absorción reactiva en el catolito. La necesidad de regular la intermitencia de las fuentes renovables, junto con la búsqueda de soluciones portátiles y robustas que reduzcan la demanda de agua de alta calidad respecto a la electrólisis convencional, motiva la elección de la tecnología cloroalcalina como columna vertebral del sistema de almacenamiento.

Para el desarrollo experimental se diseñaron y fabricaron celdas electroquímicas mediante impresión 3D por estereolitografía, con geometrías optimizadas para operación a temperatura ambiente y presión atmosférica. El electrolizador base presenta áreas activas de 16 cm<sup>2</sup> y, posteriormente, un apilamiento de tres celdas que alcanza 48 cm<sup>2</sup> totales, separadas por membranas catiónicas comerciales. Se emplearon ánodos de óxidos metálicos mixtos ricos en rutenio (Ti/RuO<sub>2</sub>) y cátodos de titanio, y se integró un cátodo microperforado de Ti que permite introducir CO<sub>2</sub> en forma de burbujas finas directamente en el catolito, habilitando la absorción simultánea durante la electrólisis. Se dispuso asimismo de un sistema de gasómetro y compresión que posibilita almacenar el hidrógeno producido hasta 4 bar, manteniendo la operación del electrolizador a presión ambiental. En la etapa de conversión inversa de energía se desarrollaron celdas de combustible PEM modulares con marcos impresos en 3D y MEAs de platino sobre soporte carbonoso, verificándose su integración con hidrógeno electrolítico y aire u oxígeno como comburente.

Se abordaron distintos “modos” de operación del sistema para satisfacer los requisitos de reproducibilidad, robustez y escalabilidad. En primer lugar, se evaluó el uso de diferentes fuentes de agua como electrolito (salmueras sintéticas, agua de mar, agua de pozo y rechazos de ósmosis inversa y electrodiálisis). Aunque todas resultaron operables, las disoluciones sintéticas de NaCl entre 1,0 y 2,0 M ofrecieron los mejores compromisos entre eficiencia faradaica, voltaje de celda y minimización del cruce de cloro, por lo que se seleccionaron como condición de referencia para los estudios de producción y acoplamiento con la captura de CO<sub>2</sub>. A continuación, se integró la etapa de absorción reactiva de dióxido de carbono, haciendo difundir el gas a través del cátodo microperforado hasta la capa líquida, donde reacciona con los hidróxidos generados catódicamente para dar bicarbonatos y carbonatos. Con esta configuración se alcanzaron eficiencias de captura de hasta 33,75 mmol·Ah<sup>-1</sup> y valores del orden de 254 mg CO<sub>2</sub>·Wh<sup>-1</sup>, mostrándose el cátodo de titanio microperforado notablemente más estable que electrodos de difusión de gases carbonosos, que sufrieron incrustación de carbonatos y aumento progresivo del voltaje.

Una vez establecida la arquitectura y validadas las condiciones de operación, se procedió al escalado y a la evaluación energética. En la celda de 16 cm<sup>2</sup> se obtuvieron eficiencias energéticas representativas con producciones de hasta 202 mg Cl<sub>2</sub>·Wh<sup>-1</sup>, 6,2 mg H<sub>2</sub>·Wh<sup>-1</sup> y 75,6 mg OH<sup>-</sup>·Wh<sup>-1</sup>; la etapa de captura mostró retención completa del CO<sub>2</sub> alimentado durante una hora en régimen de burbujeo. En el apilamiento de tres celdas (48 cm<sup>2</sup>) se mantuvieron eficiencias elevadas, alcanzando >190 mg Cl<sub>2</sub>·Wh<sup>-1</sup> y ~10,8 mg H<sub>2</sub>·Wh<sup>-1</sup>, y se demostró el acoplamiento a un compresor externo que permitió presurizar botellas de 1 L hasta 4 bar con tiempos entre 1 y 3 horas según la densidad de corriente aplicada. Paralelamente, el desarrollo de un apilamiento de celdas de combustible impresas en 3D proporcionó potencias pico por monocelda superiores a 55 mW·cm<sup>-2</sup> y potencias totales del orden de 5–6 W en stacks de 3–5 MEAs, verificándose operación estable con hidrógeno electrolítico almacenado y aire como comburente, con eficiencias específicas en torno a 0,6 Wh·mg<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub> en régimen discontinuo.



Determinados los dispositivos y su desempeño, se abordaron dos casos de estudio que emulan condiciones reales. En riego agrícola, se integró un sistema fotovoltaico de 100 W con el apilamiento cloroalcalino de 48 cm<sup>2</sup>, compresor de hidrógeno y bala de 4 bar, una celda de combustible de 12 W y una bomba de 7 W. Durante las pruebas en ciclo real se almacenaron 213,7 Wh en forma de hidrógeno a lo largo del día, posibilitando 2,5 horas de bombeo nocturno; la eficiencia faradaica del hidrógeno superó el 95 %, y la captura de CO<sub>2</sub> fue prácticamente estequiométrica bajo condiciones controladas, mientras que al usar gases de escape reales la retención quedó limitada por tiempos de residencia y geometría del contacto gas-líquido. En automoción, se desarrolló un prototipo de vehículo híbrido con electrolizador de 48 cm<sup>2</sup>, apilamiento PEM de ~12 W, cuatro paneles solares (27 W en total) y bala de hidrógeno de 1 L a 4 bar, operando en cuatro modos (electrólisis solar, desplazamiento solar, desplazamiento por H<sub>2</sub> y combustión con captura). En condiciones estivales exigentes se validó la viabilidad técnica del sistema con eficiencias energéticas globales del entorno del 13 % en la conversión electrolizador-celda de combustible, y captura acumulada de 35 mmol de CO<sub>2</sub>, poniendo de manifiesto que la optimización fluidodinámica del absorbedor catódico y el aumento de tiempos de residencia son claves para incrementar la fracción de CO<sub>2</sub> retenida en aplicaciones móviles.

Como resultados globales más significativos, la Tesis demuestra que la tecnología EDEN® es una vía viable, escalable y robusta para la regulación energética basada en energía solar fotovoltaica, con demanda hídrica reducida frente a electrólisis de agua pura y con capacidad integrada de mitigación de CO<sub>2</sub> en el propio medio catódico. La estrategia óptima consiste en separar electrolizador cloroalcalino y celda de combustible PEM, evitando el uso de cloro como comburente y aprovechando, además, el valor añadido de los coproductos (sosa y cloro) cuando así convenga. El empleo de impresión 3D ha permitido diseñar y escalar dispositivos compactos y modulares (electrolizadores, absorbedores, stacks de PEM y sistemas de compresión), alcanzando niveles de madurez cercanos a TRL 5–6 y allanando el camino para su futura transferencia a aplicaciones reales de riego descentralizado y movilidad de corto alcance, con potencial de reducción de huella de carbono y mayor resiliencia frente a la intermitencia de las renovables.

# ARTÍCULOS

## INGENIERÍA QUÍMICA

C. Martín, P. Sánchez, A. de Lucas-Consuegra, J. Romero, M. Pinzón, A.R. de la Osa. The potential of glycerine as a fuel in the synthesis of highly active nickel-based perovskites for ammonia decomposition. Journal of Environmental Chemical Engineering 2026, 14;121749

<https://doi.org/10.1016/j.jece.2026.121749>

V. Rodríguez, C. Gómez Sacedón, P. Sánchez, A. de Lucas-Consuegra. Anion exchange membrane electrolysis beyond the lab scale: a review on research and industry stacks. Current Opinion in Chemical Engineering 2026, 51;101218

<https://doi.org/10.1016/j.coche.2025.101218>

## TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

S. Parra-Cadenas, V. Molero Gutiérrez, E. Romero-Bercebal, E. García-Romero, MS. Pérez-Coello, MC Díaz-Maroto. Aroma profile of wine-based beverages produced by co-fermentation of white grape must, apple and orange juices. Food and Humanity 2026, 6;101058

<https://doi.org/10.1016/j.foohum.2026.101058>

# ENLACES

[Entrevista a Ana María García Fernández](#)

[La curiosidad de la joven Marie](#)

[Acto de graduación Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas](#)



## UN VERDOR TERRIBLE

Benjamín Labatut

Editorial Anagrama S.A.U. - 9788433998972

La aventura de la ciencia convertida en literatura. Un libro inclasificable y poderosamente seductor.

Las narraciones incluidas en este libro singular y fascinante tienen un hilo conductor que las entrelaza: la ciencia, con sus búsquedas, tentativas, experimentos e hipótesis, y los cambios que –para bien y para mal– introduce en el mundo y en nuestra visión de él.

Por estas páginas desfilan descubrimientos reales que forman una larga cadena perturbadora: el primer pigmento sintético moderno, el azul de Prusia, creado en el siglo XVIII gracias a un alquimista que buscaba el Elixir de la Vida mediante crueles experimentos con animales vivos, se convierte en el origen del cianuro de hidrógeno, gas mortal que el químico judío alemán Fritz Haber, padre de la guerra química, empleó para elaborar el pesticida Zyklon, sin saber que los nazis acabarían utilizándolo en los campos de exterminio para asesinar a miembros de su propia familia. También asistimos a las exploraciones matemáticas de Alexander Grothendieck, que le llevaron al delirio místico, el aislamiento social y la locura; a la carta enviada a Einstein por un amigo moribundo desde las trincheras de la Primera Guerra Mundial, con la solución de las ecuaciones de la relatividad y el primer augurio de los agujeros negros; y a la lucha entre los dos fundadores de la mecánica cuántica –Erwin Schrödinger y Werner Heisenberg– que generó el principio de incertidumbre y la famosa respuesta que Einstein le gritó a Niels Bohr: «¡Dios no juega a los dados con el universo!»

La literatura explora la ciencia, la ciencia se convierte en literatura. Benjamín Labatut ha escrito un libro inclasificable y poderosamente seductor, que habla de descubrimientos fruto del azar, teorías que bordean la locura, búsquedas alquímicas del conocimiento y la exploración de los límites de lo desconocido.

## En el próximo número de Molécula...

En el próximo número de Molécula se incluirán todas las actividades realizadas durante el mes de Marzo, haciendo especial hincapié en las XIII Jornadas Doctorales, las cuáles serán acogidas por el campus de Ciudad Real en esta edición de 2026. Se aportará también información referente a las actividades organizadas con motivo del Día de la Mujer, así como otras publicaciones de interés.