



MEMORIA DE ACTIVIDADES 2022

CÁTEDRA ECONOMÍA CIRCULAR UCLM



Universidad de
Castilla-La Mancha



Castilla-La Mancha





Contenidos

- 01 | Presentación**
- 05 | Actividades formación**
- 12 | Actividades investigación**
- 21 | Actividades difusión**
- 33 | Distribución presupuestaria**
- Anexo Proy. INCARLOPSA**
- Anexo Proy. ALVINESA**

Presentación

Las actividades que se recogen en la presente memoria se han llevado a cabo durante la segunda anualidad desde la constitución de la cátedra. Todas las acciones puestas en marcha se han desarrollado con el compromiso de profundizar en la promoción y desarrollo de la Economía Circular en Castilla-La Mancha.

Para ello, se han llevado a cabo diversas actividades, enmarcadas en tres ejes esenciales, que se exponen con detalle en esta memoria. El primero de estos ejes se ha enfocado al desarrollo de actividades de formación, orientadas al estudio de la realidad, la problemática y las perspectivas de la economía circular, desde todos los puntos de vista

relevantes en el camino hacia la sostenibilidad. En el segundo bloque se han puesto en marcha actividades de investigación, destinadas a incentivar la realización, publicación y divulgación de trabajos de investigación relacionados con la implantación de estrategias de economía circular en la región. En tercer lugar, el bloque de actividades de difusión ha incluido todas las acciones que nacen con el objetivo de incrementar el impacto y la divulgación de los objetivos y actuaciones desarrollados en el marco de la Cátedra de Economía Circular. En este punto se incluyen tanto las actividades organizadas directamente por la cátedra como todas aquellas en las que se ha participado activamente.

La Cátedra de Economía Circular de la Universidad de Castilla-La Mancha

La Cátedra de Economía Circular nace como fruto de la colaboración entre la Universidad de Castilla-La Mancha y la Consejería de Desarrollo Sostenible de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

El 17 de junio de 2021 se firmó el convenio de colaboración entre la Consejería de Desarrollo Sostenible de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y la Universidad de Castilla-La Mancha para la creación de la Cátedra de Economía Circular. El texto íntegro puede consultarse en la dirección web https://www.uclm.es/perfiles/empresa/colaboracionmecenazgo/catedrasaulasempresa/catedra_economicircular

Tras la realización de un proceso de concurso abierto a toda la comunidad universitaria, la propuesta seleccionada por la comisión de evaluación fue la presentada por los doctores Francisco J. Sáez y Adrián Rabadán, cuyo nombramiento se produjo el 22 de julio de 2021.

Misión, visión y fines

La Cátedra de Economía Circular de la Universidad de Castilla-La Mancha tiene como finalidad el establecimiento de un espacio de conocimiento en el que, desde una perspectiva multidisciplinar y a través de la formación, la investigación, la innovación, la transferencia y la sensibilización se puedan abordar los retos que plantea la transición hacia una Economía Circular en la región. La cátedra se ocupará de desarrollar programas docentes, de investigación, transferencia, divulgación y emprendimiento que contribuyan a mejorar la formación en estas materias entre los estudiantes y egresados de la Universidad de Castilla-La Mancha, el tejido empresarial y el conjunto del ecosistema de investigación, desarrollo e innovación de la región.

La dirección de la Cátedra

La Cátedra de Economía Circular de la Universidad de Castilla-La Mancha está codirigida por los profesores Adrián Rabadán Guerra y Francisco J. Sáez Martínez.



Francisco J. Sáez Martínez.

Catedrático de Organización de Empresas en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de Albacete cuenta con una elevada experiencia en docencia, investigación y gestión universitaria en el ámbito de la Economía Circular, habiendo sido coordinador del Campus de Excelencia Internacional CYTEMA –Campus Científico y Tecnológico de la Energía y el Medio Ambiente- desde 2012 hasta 2020.

Ha sido presidente del comité organizador y comité científico del Energy and Environment Knowledge Week Congress en las ediciones de 2013, 2014 y 2016, celebradas en Toledo y París, respectivamente y co-chair del XXXII Research on Entrepreneurship and Small Business Conference del European Council for Small Business “Sustainable Entrepreneurship: a win-win strategy for the future” en 2018. Entre sus publicaciones destaca la coautoría del artículo “Eco-innovation: insights from a literature review”, publicado en 2015 en Innovation: Management, Policy and Practice que se encuentra en el 1% de los trabajos más citados en la Web of Science en la categoría de Economy and Business.

Actualmente, es Vicerrector de Economía y Planificación de la UCLM, miembro de Comité Científico Asesor Técnico del Centro Nacional del Hidrógeno (CNH2) e Investigador Principal del proyecto “Influencia de las estrategias de innovación abierta en la adopción de eco-innovaciones en el tránsito hacia una economía circular” -ECOINCIRCU- Ref. RTI2018-101867-B-I00 financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades dentro del programa estatal de I+D+i orientada a retos de la sociedad.



Adrián Rabadán Guerra.

Profesor Contratado Doctor y Subdirector de Economía e Infraestructuras en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Albacete cuenta con experiencia docente e investigadora en el ámbito de la valorización de subproductos y residuos de la industria en el marco de la Economía Circular. Ha trabajado en la oficina de coordinación del Campus de Excelencia Internacional CYTEMA (2014) y en la oficina de coordinación de la Cátedra Enresa (2015), participando en la organización de jornadas, seminarios y congresos

nacionales e internacionales en el ámbito de la Economía Circular como el Energy and Environment Knowledge Week Congress de 2014, el IV Workshop Función Empresarial y Creación de Empresas o las Jornadas de Bioeconomía de Castilla-La Mancha. También ha sido coeditor de libros como “Experiencias Docentes en Educación Superior en Materia de Energía y Medioambiente” (2016) o “University-Vocational Training Network” (2017) sobre experiencias docentes en el área de la energía y el medioambiente. Cuenta con 43 artículos publicados en revistas indexadas en WoS, 19 de ellos publicados en el primer cuartil JCR (Q1) y 7 publicaciones en revistas situadas en el primer decil de su categoría. Participa en proyectos de Economía Circular como el proyecto europeo de innovación en el sector forestal “Urban Forest Lab” (UIA03-103) y es investigador único de una ayuda de Las Cortes de Castilla-La Mancha para desarrollar el proyecto “La eco-innovación como estrategia de sostenibilidad y competitividad para las PYMEs del sector agroalimentario de Castilla-La Mancha”.



Actividades desarrolladas por la Cátedra de Economía Circular de la Universidad de Castilla-La Mancha

Actividades de formación

Taller Creación de Ideas

Jornada de Formación:
Emprendimiento y
Economía Circular

Curso de Experto en
Economía Circular y
Territorio

Actividades de investigación

Jornada implementación
de modelos circulares de
trabajo en pymes

Convocatoria de
asignación de fondos
para proyectos de
investigación

Jornada Fiscalidad,
Energía y Economía
Circular: Nuevos
horizontes

Convocatoria de premios
Trabajos Fin de Grado y
Trabajos Fin de Máster

Convocatoria mejor
trabajo en Economía
Circular en X Jornadas de
Doctorado de la UCLM.

Actividades de difusión

Exposición vidrio:
presente y futuro circular

Colaboración con el
proyecto Innoecotur

Participación en el
Encuentro Empresarial
Red de Agentes de
Economía Circular

Participación en la
Semana Circular Castilla-
La Mancha

Difusión Hackathon 2022

I Jornadas sobre
Mecenazgo

Charla sobre
Bioeconomía y Economía
Circular en Jornadas UFIL

Asistencia Jornada
presentación proyecto
Romica circular

Página web y redes
sociales

Actividades de formación

Taller Creación de Ideas

Con el objetivo de que los estudiantes participantes aprendan sobre el proceso de desarrollo de ideas y, como resultado, colaboren en la búsqueda de ideas innovadoras sobre estrategias de desarrollo sostenible y economía circular, la Cátedra de Economía Circular UCLM organizó un Taller de Creación de Ideas. El taller se desarrolló en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (Sala José Antonio Rojas) el Jueves 12 de mayo de la mano del profesor de área de organización de empresas, el catedrático Juan José Jiménez.



12 MAYO 2022

TALLER CREACIÓN DE IDEAS

Objetivo: aprender sobre el proceso creativo y, como resultado, encontrar ideas innovadoras sobre estrategias de desarrollo sostenible y economía circular

con Prof. Juan José Jiménez

CÁTEDRA ECONOMÍA
CIRCULAR

Horario	Jueves, 12 de mayo, de 10:00h a 12:00h
Lugar	Sala José Antonio Rojas (Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales) Campus de Albacete
Inscripción	Gratuita en el correo catedra.economiacircular@uclm.es
Plazas	Limitadas (por orden de inscripción)



En colaboración con:



La sesión se dedicó a introducir el concepto de economía y economía circular, profundizando en sus principales objetivos e instrumentos, destacando la importancia de las 7Rs: rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, reciclar y recuperar. Los estudiantes pudieron reflexionar sobre la aplicación de cada uno de estos principios a productos cotidianos, por ejemplo, una lata ¿Cómo el cambio de forma, dimensiones, materiales de una lata puede dar lugar a nuevos productos? De este ejemplo surgieron muchos nuevos usos para una lata: macetero, cenicero, lámpara, porta lápices, envase para almacenamiento de nuevos productos, entre otros. De este modo, los estudiantes pudieron reflexionar sobre cómo el cambio de perspectiva podría dar lugar a nuevos productos introduciendo una o varias de las «Rs» identificadas.



El taller contó con la participación de más de una treintena de estudiantes, que participaron activamente proponiendo ideas innovadoras con las que contribuir a la economía circular y al desarrollo sostenible de la región. Como continuación a la sesión presencial, los estudiantes realizaron una práctica donde reflexionaron y propusieron nuevas unidades de negocio asociadas a cada una de las «Rs».

Jornada de Formación: Emprendimiento y Economía Circular

El 21 de junio de 2022 se desarrolló la Jornada de Formación: Emprendimiento y Economía Circular en el marco de la Red de Profesores Emprendedores de la Universidad de Castilla-La Mancha. El acto fue acogido en el Salón de Actos del Edificio Benjamín Palencia del campus de Albacete.

La Red de Profesores Emprendedores tiene como objetivo fomentar el emprendimiento desde cada una de las disciplinas entre los estudiantes de las titulaciones impartidas en la UCLM. La incorporación en esta tarea de profesores de la propia titulación permite la personalización de los contenidos de acuerdo a los perfiles profesionales y competencias de cada grado y máster y, en última instancia, se espera que tenga un efecto más intenso y eficaz en los resultados de los estudiantes o egresados desde el punto de vista de la creación de empresas.



La Jornada, a la que asistieron 42 profesores de todos los campus, se dividió en cuatro partes, donde tras la inauguración, presidida por la Vicerrectora de Innovación, Empleo y Emprendimiento, y que contó con la participación del codirector de la cátedra Adrián Rabadán y la delegada provincial de Desarrollo Sostenible, Llanos Valero, se llevó a cabo una charla sobre detección de oportunidades de negocio en Economía Circular, a cargo del codirector de la cátedra y Catedrático de Organización de Empresas Francisco J. Sáez. En esta charla se pusieron de manifiesto los distintos modelos de negocios que se derivan del modelo circular, destacando cuatro de ellos:

diseño circular, modelo de uso óptimo, de recuperación de valor y modelos de soporte circular.

Seguidamente, se pusieron en común experiencias de emprendimiento en economía circular a través de una mesa redonda, en la que participaron diferentes agentes. Concretamente se dieron cita, distintos alumnos y emprendedores de la UCLM como Pedro Sáez, director de AMIAB; Jesús Canales, investigador de la UCLM y fundador de varias spin-off y, por último, Javier Vidorreta, presidente del Consejo Social de la UPNA.

La jornada concluyó con una síntesis de la jornada, a cargo de la directora Académica Rosario Morote en la que se propusieron actuaciones de futuro dentro de la Red de Profesores Emprendedores de la UCLM.

Curso de Experto en Economía Circular y Territorio

Durante este año 2022, la dirección de la cátedra ha trabajado en el diseño y puesta en marcha de un curso de Experto en Economía Circular y Territorio. El objetivo general de este curso es formar técnicos especializados en el desarrollo de estrategias de Economía Circular aplicadas al territorio.



Creditos	Lugares de impartición	Modalidad
15 Créditos totales Créditos obligatorios Créditos optativos	Curso Online Organizado por la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de Albacete	 Online
		Precios

Este título permitirá formar técnicos capaces de aplicar en acciones concretas gran parte de los objetivos y metas de las diferentes estrategias europeas, nacionales, regionales y locales de Economía Circular. Estos técnicos serán capaces de unir las necesidades con los recursos que existen en el territorio y, apoyándose en la economía circular y en metodología de prototipado ágil, promover la generación de modelos de negocio escalables y competitivos. El curso cuenta con una duración de 15 ETCS y ha sido impartido telemáticamente de forma síncrona durante el curso académico 2022/2023.

Como objetivos de formación específicos destacamos los siguientes:

- Conocer los fundamentos de la Economía Circular y los ODS.
- Conocer la legislación y estrategias nacionales y europeas sobre EC.
- Ser capaz de utilizar metodologías cualitativas y cuantitativas para la recolección y el análisis de datos.
- Conocer los fundamentos de la gestión de residuos y valorización de materias primas.
- Conocer los fundamentos del prototipado y ecodiseño.
- Saber aplicar los principios básicos para implementar un modelo de negocio.

Concretamente, el curso se divide en cuatro módulos, compuestos por diferentes bloques de contenido. El primer módulo se centra en el contexto general de la economía circular. El segundo en el estudio del conjunto de acciones que se pueden implementar con el fin de impulsar territorios circulares. El tercero está destinado a dotar de las herramientas y formación necesaria a los estudiantes para que sean capaces de poner en marcha las medidas circulares planteadas.

Por último, el cuarto módulo se centra en el desarrollo de las habilidades económicas y sociales necesarias para implementar este tipo de iniciativas circulares.

La tabla 1 resume los distintos módulos, así como el profesorado encargado de su impartición.

Tabla 1: Principales módulos y profesores.

CONTENIDO	Profesor - Institución
Modulo 1: contexto general de la economía circular	
Economía Circular y Objetivos de Desarrollo Sostenible	Francisco J. Sáez – Cátedra Economía Circular Daniel Moya – ETSIAMyBi María Lourdes Moreno – Fac. Económicas
Legislación y Estrategias Nacionales y Europeas sobre EC	Gemma Patón – Fac. Derecho y CC. Sociales Ángela Triguero – Fac. Económicas
Desarrollo territorial	Javier Jover – Fac. Humanidades María del Carmen Cuerva – Fac. Económicas
Modulo 2: herramientas para el desarrollo de la economía circular	
Metodología cualitativa y cuantitativa para la recolección y análisis de datos	José Luis Alfaro – Fac. Económicas
Ecodiseño	Javier Ramírez – ETSII
Gestión de residuos y valorización de materias primas	José Villaseñor – Fac. CC y Tec. Químicas
Análisis del ciclo de vida	Carmen María Fernández – Fac. CC y Tec. Químicas
Educación	Beatriz Pérez – Fac. CC. Ambientales
Consumo	Adrián Rabadán – Cátedra Economía Circular
Modulo 3: implantación de estrategias de economía circular	
Herramientas de financiación	Francisco Escribano – Fac. Económicas
Simbiosis industrial y territorial	Pedro Jesús Sáez – ADEPRO Marta Gómez Palenque – Ministerio Transición Ecológica y Reto Demográfico Ana Lluís – Simbiosy
Metodologías Agile de desarrollo de proyectos	Pascual Parada – IEBS Digital School
Modulo 4: habilidades económicas y sociales	
Emprendimiento y análisis de modelos de negocio	Juan J. Jiménez – Fac. Económicas Francisco J. Sáez – Cátedra Economía Circular
Habilidades sociales	Llanos López – Directora Ejecutiva Vic. Innovación, Empleo y Emprendimiento
Proyecto Fin de Curso	

La primera edición del Curso Experto en Economía Circular y Territorio ha contado con la participación de 15 alumnos. Entre los principales perfiles, destacamos, alumnos de doctorado en economía y empresa, periodistas, investigadores de marketing, ingeniería química, ingeniería de la edificación y profesionales de varias empresas de gestión de residuos.

El Desarrollo Territorial es un proceso de transformaciones:

Políticas
Económicas
Sociales
Ambientales
Culturales
Institucionales

María del Carmen Cueva Narro

Maria del Carmen Cueva Narro

JR David Valle...
Marcos Car... +8

Y TERRITORIO

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Inte... alenque

Directora General de Calidad y Evaluación Ambiental

Participantes

- Juan Jaime...
- David Valle...
- Marcos Car...
- ...

UCLM Universidad de Castilla-La Mancha Curso Experto en Economía Circular y Territorio

CIRCULEC N Fiscalidad y economía circular

UCLM Universidad de Castilla-La Mancha CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Legislación y Estrategias Nacionales y Europeas sobre EC

Fiscalidad y economía circular

Gemma Patón García

EXPERTO EN ECONOMÍA CIRCULAR Y TERRITORIO

Gemma Patón García

Gema Patón García

JR +11

JUAN JAIM...

Actividades de investigación

Jornada implementación de modelos circulares de trabajo en pymes



El 4 de marzo de 2022 la cátedra de organización de empresas colaboró en la organización, junto a ITECAM, de la Jornada "Implementación de modelos circulares de trabajo en pymes. Oportunidades y casos de éxito", celebrada en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Sociales del campus de Cuenca. El objetivo principal de la Jornada residía en poner de relieve los retos y oportunidades que ofrece a las empresas la puesta en marcha de nuevos modelos de negocio orientados hacia la economía circular. En este sentido,

durante el workshop se expusieron distintos casos de éxito de proyectos de investigación e innovación que incorporaban soluciones tecnológicas a procesos y productos con el fin de lograr una verdadera transición hacia la economía circular.

Concretamente, la apertura de la jornada corrió a cargo de Iván Torres, presidente del Centro Tecnológico Industrial de Castilla-La Mancha (ITECAM); Ricardo Martínez, decano de la Facultad de Ciencias Sociales; y Francisco J. Sáez, codirector de la Cátedra de Economía Circular-UCLM. La primera de las conferencias, bajo el título Economía Circular y Passivhaus, fue impartida por el profesor David Valverde. Seguidamente, el investigador predoctoral Marcos Carchano, impartió la conferencia Sostenibilidad en el sector vitivinícola: el papel de la eco-innovación. Le siguieron cuatro conferencias: Arquetipo de Economía Circular en Castilla-La Mancha CO₂ (Carlos Alonso); Nichos de mercado en el sector de la bioeconomía forestal: Propuesta Urban Forest Innovation Lab (César Sánchez); Proyecto de investigación PHOTORED: Uso y aprovechamiento de CO₂ para la generación de biocombustibles por vía fotocatalítica a partir de hidrógeno (María José Torres); y Oportunidades de la economía circular en el sector del vino. Aplicación en la D.O. Uclés (Lola Núñez). Por último, se desarrolló una mesa redonda-coloquio, en la que participaron Joaquín Laserna, CEO de ABC Rotomoldeo y vicepresidente de ITECAM, Héctor Abarca, socio fundador de Dendron y Lola Núñez, directora-gerente de D.O. Uclés.

La jornada contó con la participación de 32 asistentes, entre estudiantes, empresas e investigadores de toda la región.

Implementación de modelos circulares de trabajo en pymes. Oportunidades y casos de éxito

FECHA: 4 de marzo de 2022

LUGAR: Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Sociales
UCLM. Campus de Cuenca (Avda. Alfajares, 44)

Inscripciones

<https://formaciononline.itecam.com>
Teléfono: 621 25 66 12

Objetivo

Poner de relieve los retos y oportunidades que ofrece a las empresas la puesta en marcha de nuevos modelos de negocio orientados hacia la economía circular. Durante este workshop, se expondrán casos de éxito de proyectos de investigación e innovación donde se han incorporado soluciones tecnológicas a procesos y productos, con el fin de lograr una verdadera transición.

Agenda

9:30 a 10:00h. Apertura de la Jornada.

- Iván Torres, presidente de ITECAM.
- Ricardo Martínez, decano Facultad de Ciencias Sociales.
- Francisco J. Sáez, codirector cátedra de Economía Circular (UCLM).

- Dario Dolz, alcalde del Ayuntamiento de Cuenca.
- Alvaro Martínez, presidente Diputación Provincial Cuenca.

10:00 a 10:30h. "Economía circular y Passivhaus", Grupo de Investigación BIM URBEDSO.

- David Valverde, profesor Escuela Politécnica de Cuenca (UCLM).
- 10:30 a 11:10h. "Sostenibilidad en el sector vitivinícola: el papel de la eco-innovación", Marcos Carchano, investigador predoctoral de la UCLM.
- "Arquetipo de Economía Circular en Castilla-La Mancha: Estrategia CO₂-APP", Carlos Alonso, profesor Facultad de Farmacia de Albacete (UCLM).

11:30 a 11:30h. "Nichos de mercado en el sector de la bioeconomía forestal. Propuesta Urban Forest Innovation Lab (UFIL)".

- César Sánchez, vicerrector de Cultura, Deporte y Responsabilidad Social, y Jesús González Arteaga, profesor Escuela Politécnica de Cuenca (UCLM).

11:30 a 12:00h. Descanso-café.

12:00 a 12:20h. "Proyecto de Investigación PHOTORED: Uso y aprovechamiento de CO₂ para la generación de biocombustibles por vía fotocatalítica a partir de hidrógeno"

- María José Torres, coordinadora del proyecto en ITECAM.

12:20 a 12:40h. "Oportunidades de la economía circular en el sector del vino. Aplicación en la D.O. Uclés".

- Lola Núñez, directora-gerente D.O. Uclés.

12:40 a 14:30h. Mesa redonda-coloquio.

- Joaquín Laserna, CEO de ABC Rotomoldeo y vicepresidente de ITECAM.
- Héctor Abarca, socio fundador Dendron.
- Lola Núñez, directora-gerente D.O. Uclés.

Acción gratuita cofinanciada por el FSE - Conseguir formación y un empleo de calidad



Colaboran:



Proyectos de investigación



Convocatoria interna de asignación de fondos para proyectos de investigación en colaboración con una Entidad Promotora Observadora de la Cátedra de Economía de la Universidad de Castilla-La Mancha. Año 2022

La Cátedra de Economía Circular de la Universidad de Castilla-La Mancha tiene entre sus objetivos fomentar la investigación en economía circular para impulsar el desarrollo de estrategias en este ámbito en Castilla-La Mancha.

Con este fin, se propone esta convocatoria interna de asignación de fondos para proyectos de investigación en colaboración con Entidades Promotoras Observadoras en el ámbito de la economía circular a desarrollar en la UCLM durante el año 2022.

Por ello, la Cátedra de Economía Circular de la Universidad de Castilla-La Mancha publica la presente convocatoria interna de asignación de fondos para proyectos de investigación para el año 2022 bajo los principios de transparencia, publicidad, concurrencia competitiva, objetividad, igualdad y no discriminación, eficacia en el cumplimiento de los objetivos fijados por la Universidad y eficiencia en la asignación y utilización de los recursos públicos, conforme a las siguientes

Bases reguladoras

Primera. Objeto

Se dotan ayudas económicas para dos proyectos de investigación, con la finalidad de fomentar la investigación sobre economía circular en sectores estratégicos de Castilla-La Mancha.

Segunda. Requisitos de los participantes

- Las personas beneficiarias de estas ayudas pertenecerán necesariamente a alguno de los colectivos siguientes:
 - Personal Docente e Investigador de la UCLM
 - Personal Investigador del programa de acceso al Sistema español de Ciencia y Tecnología del plan propio de Investigación de la UCLM
 - Personal Investigador del programa Ramón y Cajal en la UCLM
 - Personal Investigador del Programa INCRECYT adscrito a la UCLM
 - Personal Investigador del Programa Juan de la Cierva en la UCLM
 - Personal Investigador del CSIC adscrito a los centros mixtos de la UCLM o a las unidades vinculadas con la UCLM
- Los beneficiarios de las ayudas tendrán dedicación a tiempo completo en la UCLM, con vinculación o contrato en vigor al menos hasta el 31 de diciembre de 2022 y grado de doctor.
- La actividad investigadora de los beneficiarios deberá desarrollarse en las instalaciones de la UCLM.

constituyó una comisión de selección integrada por los dos codirectores de la cátedra, Francisco J. Sáez Martínez y Adrián Rabadán Guerra, y Pedro M. López Medina, coordinador de Economía Circular de la Dirección General de Economía Circular. Tras la valoración de las solicitudes presentadas a la convocatoria, la comisión de valoración falló a favor de los proyectos presentados por Antonio De Lucas Consuegra y Andrés Moreno Moreno. A continuación, se incluyen las memorias de investigación presentadas tras la finalización de los dos proyectos financiados.

Proyecto: Valorización electrocatalítica de corrientes residuales de la industria vitivinícola

Concretamente, el proyecto presentado por Antonio De Lucas Consuegra se centra en el estudio de la valorización electrocatalítica de corrientes residuales de la industria vitivinícola a hidrógeno, mediante electrólisis de disoluciones acuosas orgánicas. Para este fin cuenta con la colaboración de *Alvinesa Natural Ingredients*, una de las principales empresas en la gestión de residuos vitivinícolas a nivel mundial. De este modo, este proyecto plantea la valorización electrocatalítica de estas corrientes mediante su transformación en productos de interés industrial y alto valor añadido como el hidrógeno, empleando para ello energía limpia y renovable.

Con este objetivo, a través de la financiación proporcionada por la convocatoria, se realizaron cinco actividades principales:

- Actividad 1: Revisión bibliográfica continuada
- Actividad 2: Síntesis y caracterización de nuevos electrocatalizadores anódicos/catódicos basados en PtM (M: Ni, Co, Cu, Fe), soportados sobre aerogeles de grafeno. Hasta la fecha se han sintetizado de forma satisfactoria catalizadores anódicos de Pt y bimetálicos PtM (M: Cu, Ni) mediante el "método del polirol modificado" utilizando etilenglicol como agente reductor.
- Actividad 3: Preparación de electrodos y conjuntos membrana-electrodos (MEA).
- Actividad 4: Estudio de la electro-oxidación de corrientes de etanol y (bio) alcoholes.
- Actividad 5: Puesta en funcionamiento de la celda de electrólisis y su catalizador, lo que permitió al equipo investigador trabajar con distintas corrientes reales procedentes de la empresa ALVINESA, de este modo, demostrando la viabilidad del sistema para la producción de hidrógeno a partir de distintos tipos de corrientes procedentes de la industria vitivinícola.

Además, el equipo investigador también ha realizado actividades de transferencia a través de la publicación de tres artículos científicos y la participación en dos congresos de investigación.

- Artículos científicos:

1. Graphene-like materials as an alternative to carbon Vulcan support for the electrochemical reforming of ethanol: towards a complete optimization of the anodic catalyst. J. Serrano-Jiménez, A.R. de la Osa, A. Rodríguez-Gómez, P. Sánchez, A. Romero, A. de Lucas-Consuegra. Journal of electroanalytical Chemistry 921, 116680.
2. Electro-reforming of bioethanol produced by sugar fermentation on a Pt-Ni anodic catalyst supported on graphene nanoplatelets. J. Serrano-Jiménez, A.R. de la Osa, A. Rodríguez-Gómez, P. Sánchez, A. Romero, A. de Lucas-Consuegra. Journal of Environmental Chemical Engineering, en revisión.
3. Electrocatalytic valorization of Fusel fuels from winery industry into Hydrogen. An innovative approach of circular economy for Hydrogen production. J. Serrano-Jiménez, A.R. de la Osa, A. Rodríguez-Gómez, P. Sánchez, A. Romero, D. Simón. A. de Lucas-Consuegra (en preparación)

- Participación en congresos:

1. V Encuentro de Jóvenes Investigadores de la SECAT: Título: Optimización De Un Catalizador Anódico Pt-Ni Soportado Sobre Nanoplaquetas De Grafeno Para El Reformado Electroquímico De Etanol, Autores: Jesús Serrano Jiménez, Ana Raquel De La Osa Puebla, Alberto Rodríguez Gómez, Paula Sánchez Paredes, Amaya Romero Izquierdo, Antonio De Lucas Consuegra, Fecha: 11 al 13 de julio de 2022, Participación: Oral.
2. 73rd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry: Título: Electro-reforming of real Bioethanol Streams produced by Sugar Fermentation on Pt-Ni supported on Graphene Nanoplatelets, Autores: Jesús Serrano Jiménez, Ana Raquel De La Osa Puebla, Alberto Rodríguez Gómez, Paula Sánchez Paredes, Amaya Romero Izquierdo, Antonio De Lucas Consuegra, Fecha: 12 al 16 de septiembre de 2022, Participación: Oral.

Proyecto: Desarrollo de estrategias para la obtención de queratina a través de la revalorización de subproductos cárnicos

Por su parte, el proyecto presentado por Andrés Moreno Moreno, se centra en el desarrollo de distintas estrategias para la obtención de queratina a través de la revalorización de subproductos cárnicos. Este proyecto cuenta con la colaboración de *INCARLOPSA*, empresa cárnica española de referencia nacional e internacional. Recientemente, se ha desarrollado un interés creciente en el uso de la queratina como una nueva fuente de proteínas para la nutrición humana y el envasado de alimentos biodegradables. Este compuesto permite la fabricación de nuevos tipos de envases capaces de extender la vida útil, manteniendo la seguridad del consumidor, reduciendo las pérdidas en el sector de producción y respetando el medio ambiente, por lo que está generando gran interés en la actualidad. En este contexto, el proyecto se centra en la industria cárnica, ya que la producción de carne de cerdo es una de los principales subsectores alimentarios a nivel global, siendo responsable de la generación de grandes cantidades de residuos (pieles, grasa, pelo huesos, etc.). Concretamente, el desarrollo del proyecto ha permitido al equipo investigador la consecución de cuatro objetivos:

- Objetivo 1: Evaluación de las condiciones de partida y diseño de la actividad experimental.
- Objetivo 2: Preparación de reactivos, muestras e instrumentación.
- Objetivo 3: Realización de un pretratamiento de los subproductos.
- Objetivo 4: Optimización de la extracción de queratina enfocada a la producción en empresa.

Para el logro de estos objetivos, el equipo investigador, por un lado, utilizó subproductos cárnicos cedidos por la empresa *INCARLOPSA*, por otro lado, se implementó el método de extracción alcalina para obtener queratina del pelo del cerdo mediante reacciones de hidrólisis con disoluciones de NaOH y NaHSO₄.

Una vez escogido el método de extracción más adecuado a nivel industrial, se llevó a cabo un procedimiento de optimización de dicho método de extracción, así como su purificación. Finalmente, se determinó mediante el método Kjeldahl el contenido de queratina pura que contenían los extractos obtenidos. Este método, basado en la determinación del contenido de nitrógeno en cualquier muestra orgánica se organiza en tres etapas: digestión, destilación y valoración-cuantificación del contenido.

La optimización del método de extracción alcalino mediante calentamiento convencional ha permitido determinar las condiciones óptimas para conseguir un compromiso satisfactorio entre el rendimiento de extracción del proceso y el contenido en queratina de los extractos. Dado el gran número de aplicaciones de esta proteína en industrias como la alimentaria, cosmética y médica, la revalorización mediante extracción de la queratina del residuo porcino que genera *INCARLOPSA* puede dar lugar a un considerable beneficio económico. Esto se acentúa aún más considerando el coste financiero que supone actualmente deshacerse de dichos residuos, sin aportar ningún beneficio.

En relación a la compra de material fungible, los fondos destinados para la presente convocatoria se han destinado a la adquisición de un ordenador portátil HP, agitador mecánico, material glass fibre y material PTFE.

Jornada Fiscalidad, Energía y Economía Circular: Nuevos horizontes



El miércoles 28 de septiembre, se celebró en la Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas de la Universidad de Castilla-La Mancha (Campus de Toledo) la jornada técnica “Fiscalidad, Energía y Economía Circular: Nuevos horizontes”, dirigida por Gemma Patón y Gracia María Luchena. La jornada, organizada en tres mesas debate, se centró en el análisis y coordinación de medidas tributaria orientadas a estimular la economía circular en un territorio concreto. Para ello contó con la participación de distintos profesionales y académicos como: José Pernas García, Elena Manzano, Rodolfo Salassa, Ricardo Luis Izquierdo, Juan José Rubio, Luisa Esteve, José Miguel Martín, Yolanda García, José Sedeño, Antonio Fernández y María del Mar Soto. Las tres mesas debate propuestas trataron temas relacionados con los retos fiscales planteados por la ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular, incentivos fiscales y eficiencia energética y propuestas disciales para el fomento de la economía circular.



Premios Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster en Economía Circular

Con fecha 7/11/2022 se publica en DOCM la convocatoria de premios a Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster de la Cátedra de Economía Circular UCLM. La convocatoria, dotada con dos premios de 600 euros cada uno, nace con el objetivo de incentivar el compromiso de los estudiantes con la implantación de estrategias de economía circular.

El premio al mejor Trabajo Fin de Grado fue otorgado a Alba Villardón Pérez, estudiante del Grado en Ingeniería Química en la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de Ciudad Real, por el trabajo titulado: “Efecto del pretratamiento hidrotérmico en productos de la pirólisis rápida”. El trabajo presentado por Alba se centra en el estudio de procesos termoquímicos, concretamente en el estudio del efecto del pretratamiento hidrotérmico sobre los productos de la pirólisis rápida.

El premio al mejor Trabajo Fin de Máster fue otorgado a Francisco Javier Muñoz Muñoz, estudiante de Máster Universitario en Ingeniería Industrial en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Ciudad Real, por el trabajo titulado: “Producción y caracterización de biocombustibles procedentes de residuos de la industria papelera”. En este trabajo, Francisco Javier expone un estudio detallado acerca de los subproductos de la industria papelera que son susceptibles de ser transformados en biocombustibles, profundizando experimentalmente en la opción de transformar la trementina cruda sulfatada en un biocarburante.



Convocatoria de Premios a Trabajos Fin de Grado y Trabajos de fin de Máster de la Cátedra de Economía Circular de la Universidad de Castilla-La Mancha
Edición del curso 2021/2022

La Cátedra de Economía Circular de la UCLM tiene entre sus objetivos incentivar el compromiso de los estudiantes con la implantación de estrategias de economía circular.

Por ello, el Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universidad de Castilla-La Mancha (en adelante, UCLM), a propuesta de la Cátedra de Economía Circular de la UCLM, y con el visto bueno del Vicerrectorado de Innovación, Empleo y Emprendimiento de la UCLM, convoca la Edición del curso 2021/2022 de Premios a Trabajos Fin de Grado y Trabajos de fin de Máster sobre la temática de economía circular en cualquiera de las titulaciones oficiales de la Universidad de Castilla-La Mancha bajo los principios de transparencia, publicidad, concurrencia competitiva, objetividad, igualdad y no discriminación, eficacia en el cumplimiento de los objetivos fijados por la Universidad y eficiencia en la asignación y utilización de los recursos públicos, conforme a las siguientes

BASES DE LA CONVOCATORIA

Primera. Objeto
Se convocan dos premios:

1. Premio al mejor TFG sobre economía circular.
2. Premio al mejor TFM sobre economía circular.

Segunda. Requisitos de los participantes
Podrán participar en esta convocatoria todos los estudiantes de la UCLM que cumplan los siguientes requisitos:

Premio mejor trabajo en Economía Circular en X Jornadas Doctorales de la UCLM

La Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Castilla-La Mancha (EID-UCLM) organiza todos los años las Jornadas Doctorales de la UCLM, dirigidas especialmente a los estudiantes de doctorado, tanto de la UCLM como de otras universidades españolas o extranjeras que soliciten su participación.

Las jornadas de doctorado cuentan con una zona expositiva de pósteres, donde los doctorandos presentan sus trabajos de investigación. Esta zona se combina con el desarrollo de ponencias y mesas redondas sobre la carrera investigadora y el impacto social y laboral de los estudios de doctorado.



En el seno de las X Jornadas Doctorales celebradas en Albacete durante el 25 de noviembre de 2022, y que contaron con la participación de más de 300 estudiantes de doctorado de toda España, con el objetivo de fomentar la investigación en economía circular se convocó el Premio al Mejor Trabajo en Economía Circular.

Las bases de la convocatoria pueden consultarse en el siguiente enlace:

<https://eventos.uclm.es/85872/section/39500/x-jornadas-doctorales-de-la-uclm.html>

Más de medio centenar de trabajos se presentaron al premio. Tras la valoración de las distintas propuestas, el jurado falló en Celia Gómez, estudiante de doctorado en Ingeniería Química por su trabajo titulado “Economía Circular en la producción de hidrógeno: electrólisis de urea”.



El premio fue entregado por el codirector de la cátedra, Francisco J. Sáez, en el acto de clausura de las jornadas, que contaron con la presencia del Rector, el Vicerrector de Política Científica y la Directora de la Escuela Internacional de Doctorado.

ECONOMÍA CIRCULAR EN LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO: ELECTRÓLISIS DE UREA

Celia Gómez Sacedón¹ (celia.gsacedon@uclm.es)
Directores: Antonio de Lucas Consuegra Martínez¹, Jorge Gil Rostra²

¹Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. Camilo José Cela 12, E-13071 Ciudad Real, Spain.
²Laboratorio de Nanotecnología en Superficies y Plasma, Instituto de Ciencia de los Materiales de Sevilla (CSIC - Univ. Sevilla), Av. Américo Vespucio 49, E-41092 Sevilla, Spain

La tecnología del H₂ es un área pionera en la economía circular.

OER
 $4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{e}^-$

UOR + OER
 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{aq}) + 6\text{OH}^- \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{e}^-$

Los catalizadores han sido preparados mediante la técnica de pulverización catódica (Magnetron Sputtering).

Los catalizadores han sido preparados mediante la técnica de pulverización catódica (Magnetron Sputtering).

Tratamiento de un agua residual.
Producción H₂ con energía solar.

¡Para saber más sobre mi investigación!

5. Acoplamiento electrolizador-panel fotovoltaico. Se acopla la curva óptima intensidad-voltaje obtenida en el punto 4 con la curva del panel.

4. Testeo en electrolizador de membrana de intercambio aniónico (AEM) de los catalizadores óptimos para la OER y la HER.

3. Testeo en semicelda electroquímica. Empleando Hg/HgO de electrodo de referencia y Pt de contra electrodo.

3. Caracterización fisico-química mediante diferentes técnicas: SEM, EDX, XPS, XRD...

2. Fabricación de catalizadores mediante la técnica de pulverización catódica.

2. Selección del catalizador en semicelda.

1. Fabricación de catalizadores (Ni, NiFe y NiFeO)

1. Revisión bibliográfica. Búsqueda de la innovación.

SEMICELDA ELECTROQUÍMICA

XPS ANÁLISIS

ELECTROLIZADOR DE MEMBRANA DE INTERCAMBIO ANIÓNICO (AEM)

ACOPLAMIENTO ELECTROLIZADOR-PANEL FOTOVOLTAICO

OBJETIVOS

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

RESULTADOS

RESUMEN

REFERENCIAS

CONCLUSIONES

1. Catalizador óptimo: NiFe/NiFeO

2. Ahorro energético: 130 mV

3. Tratamiento electroquímico para eliminar urea

4. Respuesta estable: energía solar+ electrolizador

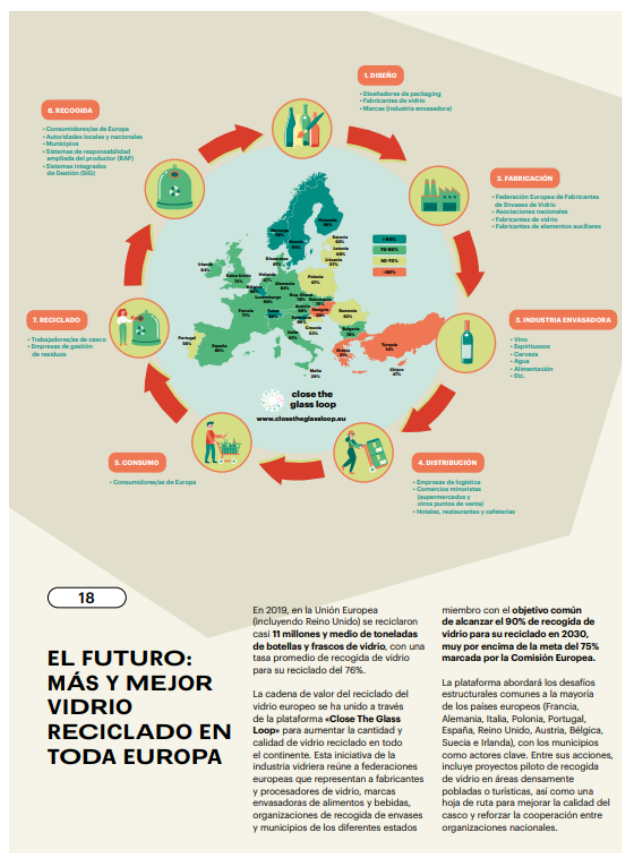
Actividades de difusión

Exposición vidrio: presente y futuro circular



La Cátedra de Economía Circular colaboró en la exposición Vidrio: Presente y Futuro Circular, que estuvo expuesta durante todo el mes de junio en la sala ACUA de Ciudad Real. La exposición, como acción de divulgación, destaca el caso del vidrio como producto circular. Estuvo formada por 22 paneles que combinaban imágenes, textos e ilustraciones. El vidrio es un material 100% reciclable infinitas veces, sin perder calidad ni cantidad en el proceso. Este material permite ser reciclado dentro del propio sistema de producción, de un envase nace otro envase. Además, desde el punto de vista económico y

social la cadena productiva y de reciclaje de envases de vidrio engloba a más de 200 empresas, 15 plantas de tratamiento de envases de vidrio, 13 fábricas vidrieras y 3 fábricas de contenedores. Esta red de empresas, que se distribuye a lo largo de la geografía nacional, crea en torno a unos 8.000 puestos de trabajo estables y de calidad (duración de 15 años de media). En este sentido, no solo se producen beneficios desde el punto de vista ambiental, sino que la actividad del vidrio favorece el desarrollo local al potenciar la economía local no deslocalizable.



Colaboración con el proyecto Innoecotur



La Cátedra de Economía Circular UCLM estrecha lazos de colaboración con el proyecto “Innoecotur”. Este proyecto persigue potenciar la Economía Circular en el sector turístico mediante la transferencia de resultados e incorporación de eco-innovaciones y acciones de economía circular. Concretamente, este proyecto tiene como objetivo, tanto realizar un estudio sobre las necesidades del sector, con el fin de identificar las acciones potenciales a desarrollar en beneficio del desarrollo sostenible, como analizar los resultados de investigaciones relacionadas con el desarrollo de eco-innovaciones y de procesos tecnológicos sostenibles.

En el marco de esta colaboración se han desarrollado diversos encuentros para trabajar en el desarrollo de proyectos de investigación conjuntos y se ha promovido la participación en las 1ª Jornada Estrategia de Economía Circular y Planes de Acción en el Sector Turístico, organizada por la Universitat Politècnica de València el pasado 3 de junio de 2022 y que contó con la participación

de la entonces Directora General de Economía Circular de Castilla-La Mancha.



I Jornada Programa

1ª PARTE RETOS Y OPORTUNIDADES



2ª PARTE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN, COMPETITIVIDAD Y PRODUCCIÓN



3ª PARTE PARTICIPACIÓN, SENSIBILIZACIÓN Y CONSUMO



10.00 – 10.30 am	INAUGURACIÓN Oportunidades y Retos en la Economía Circular.
10.30 – 11.00 am	Marta Gómez Palenque, Directora General de Economía Circular de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha Cómo utilizar los datos para mejorar la sostenibilidad.
11.00 – 11.30 am	Mario Villar García, Turisme Comunitat Valenciana, Generalitat Valenciana. España
11.30 – 12.15 am	COFFEE BREAK Economía Circular en la industria turística.
12.15 – 12.45 am	Blanca de Miguel Molina, Catedrática de Organización de Empresas, UPV. España Circular economy, eco-labels and public procurement.
12.45 – 1.15pm	Sønnich Dahl Sønnichsen. Copenhagen Business School, Dinamarca. Del ecodiseño al diseño circular en el sector turístico.
1.15 – 1.45 pm	María Navarro, ADCV y Encircular. España
3.30 – 4.00 pm	Indicadores para el seguimiento de la estrategia de sostenibilidad turística. Jaume Mata, Visit Valencia. España
4.00 – 4.30 pm	Medición de la sostenibilidad, su certificación y utilización para el posicionamiento en Hoteles. Víctor Monzón Montalbá. Bioscore. España
4.30 – 4.45 pm	Closing ceremony

Participación en el Encuentro Empresarial Red de Agentes de Economía Circular

La dirección de la cátedra participó en el Encuentro Empresarial Red de Agentes de Economía Circular, que tuvo lugar el 30 de marzo de 2022 en Toledo. Se trata de un punto de encuentro donde participaron tanto instituciones públicas, como privadas, donde se intercambiaron ideas y experiencias sobre el camino hacia un nuevo sistema productivo circular. En este sentido, la Cátedra de Economía Circular UCLM, como agente implicado, participó en una de las mesas redondas, donde destacó el importante papel de la institución universitaria en la implantación de estrategias de economía circular. La participación en encuentros de este tipo se considera muy relevante ya que permiten a las organizaciones comprometidas con la Economía Circular conectar entre ellas, encontrar sinergias y establecer alianzas en el desarrollo de proyectos futuros.



ENCUENTRO EMPRESARIAL RED DE AGENTES ECONOMÍA CIRCULAR

30 de marzo de 2022, de 9:45 h a 13h
Castillo de San Servando
Toledo

PROGRAMA

9:30h. Recepción de participantes

9:45h. Inauguración jornada

José Luis Escudero Palomo, Consejero Desarrollo Sostenible Castilla-La Mancha

10:00h. Mesas redondas presentación iniciativas empresariales

Moderadora: Marta Gómez Palenque, Directora General de Economía Circular Castilla-La Mancha

Participantes: Empresas inscritas red de agentes economía circular Castilla-La Mancha

12:10h Clausura Jornada

Javier Rosell, Director General de Empresas Castilla-La Mancha

12:15 Desayuno café



Participación en la Semana Circular Castilla-La Mancha

Durante los días 20 y 24 de junio se celebró la Semana Circular de Castilla-La Mancha organizada por la Consejería de Desarrollo Sostenible y la Dirección General de Economía Circular. A lo largo de la semana se dieron cita numerosos eventos, actividades y jornadas con el objetivo de mostrar los retos y oportunidades de la transformación hacia un modelo de economía circular. La dirección de la Cátedra de Economía Circular tuvo el placer de participar en las Jornadas de Territorios Circulares realizadas en cuenca durante el 22 y 23 de junio.

El codirector Francisco J. Sáez intervino en la mesa “Educación, Concienciación y Divulgación para la creación de un territorio circular”, destacando el papel de toda la comunidad de la Universidad de Castilla-La Mancha en el conocimiento del modelo circular. En la mesa también participaron Nicola Cerantola (Director de Ecologing), Javier Martínez (Director programa de radio Ecogestiona y Dircom de Enviroo) y Eduardo Perero (Director adjunto CONAMA). A lo largo de la mesa, los ponentes trataron cómo el concepto de Economía Circular ha evolucionado con el paso de los años, y desde distintos puntos de vista (académico, institucional, social...). Además, se destacó la importancia de la colaboración entre administraciones, empresas y ciudadanos. Se aprovechó la ocasión para anunciar que, desde el mes de octubre, se impartiría un Curso Experto en Economía Circular y Territorio, con el objetivo de que los profesionales sean capaces de generar proyectos circulares que contribuyan a la dinamización y cohesión regional, a disminuir el impacto ambiental y contribuir a la lucha contra la despoblación, entre otros.



Difusión Hackathon 2022



Desde la cátedra de Economía Circular se ha colaborado en la difusión del Hackathon 2022, presentado en Toledo el 9 de septiembre de 2022. Esta iniciativa persigue el desarrollo de ideas y soluciones que permitan avanzar hacia la integración de un modelo circular en la región. Esta nueva edición se organizó en 3 fases principales; una primera fase donde se procedió a la solicitud de inscripciones; una segunda dedicada a las sesiones presenciales, celebradas en el Campus Tecnológico de la Fábrica de Armas de la UCLM los días 17 y 18 de octubre de 2022 y que contó con la presencia en la inauguración del Director General de Economía Circular, Javier Ariza, y el codirector de la cátedra Francisco J. Sáez. En estas jornadas se trabajó con la metodología Kreatum Hybrid. Esta metodología parte de la identificación del problema para encontrar las soluciones con el fin de alcanzar el reto propuesto.

El hackathon contó con la participación de estudiantes e investigadores de la UCLM que se desplazaron desde los campus de Cuenca, Ciudad Real y Albacete.



I Jornadas sobre Mecenazgo



INICIO FECHAS PROGRAMA

Programa

Día 13 de octubre, jueves

Salón de Actos del Edificio Melchor de Macanaz. Campus de Albacete

09:30 h. Inauguración de la Jornada

D. José Julián Gardé López-Brea. Rector de la Universidad de Castilla-La Mancha

10:00 a 11:15 h. Mesa Redonda: Las Cátedras y Aulas Universidad-Empresa como instrumento de colaboración con el entorno. Casos de éxito

Moderadora:

D.ª Virginia Rodríguez Robledo,
Directora Académica del Vicerrectorado de Innovación, Empleo y Emprendimiento de la UCLM

Participantes:

D. Francisco José Sáez Martínez,
Director de la Cátedra de Economía Circular
Universidad de Castilla-La Mancha

D. Juan Antonio Mondéjar Jiménez,
Director de la Cátedra de Innovación Abierta INCARLOPSA-UCLM
Universidad de Castilla-La Mancha

D.ª Beatriz Larraz Iribas,
Directora de la Cátedra del Tajo UCLM-Solís
Universidad de Castilla-La Mancha

D.ª Beatriz Pérez Ramos,
Directora del Aula de Educación Ambiental UCLM-JCCM
Universidad de Castilla-La Mancha

11:15 a 11:45 h. Pausa-Café

Presentación del Plan de Mecenazgo

11:45 a 13:00 h. Mesa Redonda: La colaboración empresarial y el mecenazgo en la Universidad desde el punto de vista de las empresas. Casos de éxito

Moderadora:

D.ª Ángela González Moreno,
Vicepresidenta de Innovación, Empleo y Emprendimiento
Universidad de Castilla-La Mancha

Participantes:

D. Vicente Martínez Medina,
Director del Área de Desarrollo Corporativo del Grupo de Entidades Sociales (CECAP) de Toledo

D.ª Carla Avilés Rogel,
Directora de la Fundación Globalcaja HOOBI

D.ª Montse García García,
Directora de Calidad e I+D+i de Incarlopsa

D.ª Juana Mª López García-Cano,
Jefa del Servicio de Planificación, Evaluación y Planificación del Instituto de la Mujer de Castilla-La Mancha

13:00 a 13:30 h. Conclusiones sobre las propuestas presentadas en las mesas redondas

13:30 h. Pausa Almuerzo

15:30 a 17:30 h. Taller: Patrocinio y mecenazgo: creatividad y financiación. Fórmulas de comunicación e imagen

D.ª Susana Muñoz Bolaños

Periodista y docente. Especializada en Comunicación Corporativa, Patrocinio y Mecenazgo. Experta en Protocolo, organización de actos y Relaciones Institucionales

El 13 de octubre de 2022 la dirección de la cátedra participó en la Jornada de Mecenazgo: el mecenazgo y las cátedras universidad-empresa, celebrada en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de Albacete. Durante la jornada se expuso el papel de la cátedra en el impulso y fomento de la economía circular en nuestra región, presentando además a todos los asistentes las actividades realizadas y aquellas que se pondrían en marcha en el futuro próximo.



Charla sobre Economía Circular y Bioeconomía en la Jornada de cierre de UFIL

El 21 de octubre de 2022 el codirector de la cátedra, Francisco José Sáez, participó en las jornadas organizadas por el Laboratorio Urbano en Bioeconomía Forestal (UFIL) celebradas en el Instituto de Tecnologías, Construcción y Telecomunicaciones de la UCLM en Cuenca. El proyecto UFIL, financiado por la UE, es un programa para el emprendimiento en bioeconomía forestal en Cuenca que combina el aprendizaje basado en proyectos, tutorización, incubación y aceleración de ideas innovadoras en torno a la bioeconomía forestal.

La cátedra colaboró en la organización de las jornadas y participó impartiendo una charla sobre bioeconomía y economía circular a cargo de uno de los codirectores.



PROGRAMA

10:30 - 11:00 horas
Bienvenida e inauguración a cargo de
César Sánchez Meléndez, Vicerrector de Cultura, Deporte y Responsabilidad Social UCLM
Félix Romero Cañizares, Director General de Medio Natural y Biodiversidad JCCM
Darío Dolz Fernández, Alcalde de Cuenca

11:00 - 11:30 horas
Revisión de la Estrategia Forestal Española. Aspectos socioeconómicos.
Elsa Enríquez Alcalde, Subdirectora General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

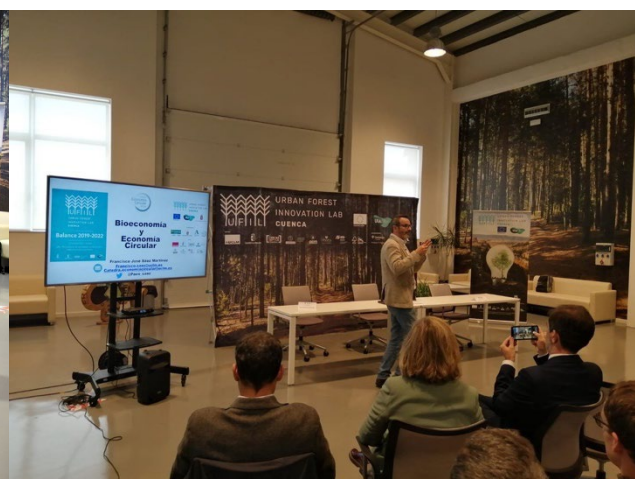
11:30 - 12:00 horas
Bioeconomía y economía circular
Francisco José Sáez Martínez, Codirector de la Cátedra Economía Circular UCLM

12:00 - 12:30 horas
El ejemplo de Cuenca Urban Forest Innovation Lab
Pablo Macías Bou, CEO de Khora Urban Thinkers. Socio de UFIL

12:30 - 13:00 horas
Entrega de los premios del Concurso de Diseño Bosques de Cuenca 2022
Jose Francisco García, Head of IED Innovation Lab. Instituto Europeo de Diseño. Socio de UFIL

13:30 horas
Visita al Laboratorio UFIL

14:00 horas
Finalización de la jornada con un vino español



Asistencia jornada presentación proyecto Romica circular



El 28 de marzo de 2022 la dirección de la cátedra asistió a la jornada de presentación del proyecto Romica circular. El proyecto nace con un objetivo múltiple, por un lado, avanzar hacia un modelo de colaboración que ponga solución a las ineficiencias en el tratamiento de recursos. Por otro, reducción de niveles de consumo de materias primas, energía y generación de recursos. En última instancia persigue la innovación tecnológica con el fin de cerrar el ciclo de vida de materiales y productos. El acto, que tuvo lugar en el Centro de Interpretación del Agua de Albacete, contó con la asistencia de autoridades como Pedro Jesús Sáez, presidente de ADEPRO; José Luis Escudero, Consejero de Desarrollo Sostenible del Gobierno Regional; Emilio Sáez, alcalde de Albacete y Marta Gómez Palenque, directora general de Economía Circular; entre otras.

Se pretende estrechar la colaboración entre la Cátedra de Economía Circular y el Proyecto ROMICA Circular, buscando la participación activa de la cátedra en el desarrollo del Observatorio del proyecto.

Página web y redes sociales

La página web de la Cátedra de Economía Circular - UCLM, <https://blog.uclm.es/catedra-economiacircular/>, representa un elemento central en la cátedra ya que actúa como herramienta de difusión de las actividades, noticias y convocatorias desarrolladas. La web incluye información relativa a la propia cátedra, su misión y objetivos, así como una breve descripción de sus directores. Adicionalmente, existe un apartado en el que se presentan todas las actividades llevadas a cabo, así como las convocatorias publicadas y otras noticias de interés relacionadas con la economía circular.

Recientemente se ha incorporado nueva información. Por un lado se ha incorporado una nueva pestaña “Colaboradores” en la que se ofrece información sobre los colaboradores activos en las actividades desarrolladas por la cátedra. Además, se ha introducido un nuevo apartado en la página de inicio con información útil sobre Economía Circular, donde se ha destacado, entre otras entradas, la Estrategia de Economía Circular de Castilla-La Mancha 2030 o el Plan de Acción de Economía Circular de Castilla-La Mancha.



Junto con la página web, los perfiles en redes sociales como Twitter e Instagram representan las principales herramientas para la difusión de noticias y eventos de economía circular. Concretamente, el perfil de Twitter acumula un total de 346 seguidores y 488 tweets, mientras que el perfil de Instagram cuenta con 164 seguidores y 33 publicaciones.


Universidad de Castilla-La Mancha







[Edit profile](#)

Cátedra de Economía Circular de la UCLM
 @CatedraEC_UCLM

Promoción y desarrollo de actividades de investigación, formación, divulgación, innovación y emprendimiento en materia de Economía Circular.

blog.uclm.es/catedra-econom...
 Joined October 2021

276 Following 346 Followers



catedraeconomiaircularuclm

33 publicaciones 164 seguidores 104 seguidos

Cátedra Economía Circular

[Editar perfil](#)


 PUBLICACIONES

 GUARDADO

 ETIQUETADAS





Proyecto con INCARLOPSA

PROYECTO: Estrategias para la obtención de Queratina mediante la Revalorización de Subproductos Cárnicos de Desarrollo Sostenible.

“Ayuda financiada en el marco del acuerdo entre la Universidad de Castilla-La Mancha y la Consejería de Desarrollo Sostenible de la JCCM para la creación de la Cátedra de Economía Circular”

DESCRIPCIÓN BREVE

En el siguiente informe se detallan los avances en los resultados sobre la revalorización de los residuos porcinos procedentes de INCARLOPSA en Tarancón, Cuenca. En este trabajo se incluyen las conclusiones de esta primera etapa, así como posibles perspectivas de futuro.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Método Kjeldahl para la determinación del contenido proteico	5
3.1.1 Digestión.....	6
3.1.2. Destilación	8
3.1.3. Valoración del destilado	9
3.1.4. Cuantificación del contenido en queratina.....	10
3.2. Proceso de extracción de queratina	11
3.2.1. Optimización del proceso de extracción.....	11
3.2.2. Diálisis y liofilización.....	16
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
4.1. Porcentaje de queratina contenida en el residuo inicial	19
4.2. Resultados del proceso de optimización	19
4.2.1. Efecto de los factores en el proceso de extracción	22
4.2.2. Condiciones óptimas para la extracción alcalina de queratina.....	29
5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO	31
6. REFERENCIAS	32

1. INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo la mayoría de los sistemas de producción de bienes y servicios han estado sujetos a la denominada economía lineal: coger, hacer, gastar. En la actualidad, debido a los modelos lineales de producción se generan multitud de problemas tanto medioambientales como económicos. Ejemplo de ello son el agotamiento de los recursos naturales, la contaminación de diferentes ecosistemas, el encarecimiento de las materias primas y/o la excesiva interdependencia económica, por lo que se ha observado la necesidad de incorporar la economía circular en la producción de bienes y servicios, buscando un enfoque más equilibrado y sostenible.

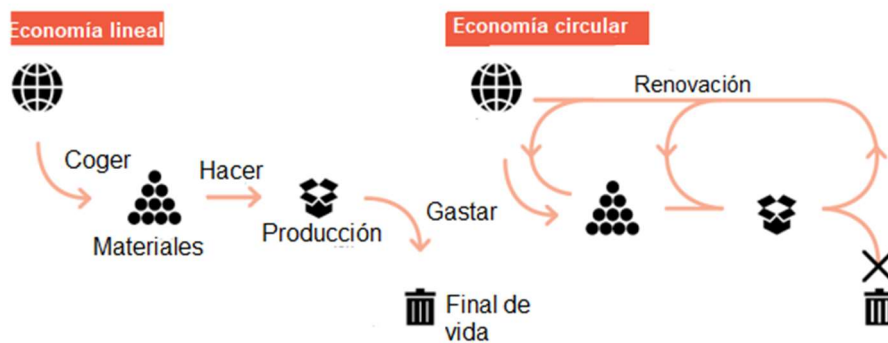


Figura 1. Comparación entre un modelo económico lineal y uno circular
(Ortiz Hermida, 2019)

La industria cárnica no es ajena a los problemas derivados de los modelos lineales de producción. INCARLOPSA es una destacada empresa cárnica española de referencia a nivel tanto nacional como internacional, que mantiene un fuerte compromiso de sostenibilidad e innovación. La actividad principal de INCARLOPSA es la elaboración de productos cárnicos porcinos. La producción de carne de cerdo es una de las mayores industrias a nivel global, la cual genera grandes cantidades de residuos (pieles, grasa, pelo, huesos, sangre, pezuña, etc.), especialmente en los mataderos y otras instalaciones como fábricas de embutidos. Estos residuos generalmente producen notables pérdidas económicas debido a la necesidad de tratamiento y correcta eliminación. La extracción de componentes y polímeros de alto valor a partir de estos









residuos o subproductos supone una gran oportunidad para no sólo evitar pérdidas sino generar importantes beneficios. Algunos ejemplos de esta revalorización son la extracción de colágeno, gelatina y queratina, entre otros, proteínas con un gran rango de aplicaciones en diferentes industrias (alimentación, cosmética, farmacéutica, biomédica y materiales).

Un ejemplo de subproducto de esta industria es el pelo de cerdo. Actualmente, el pelado de los cerdos puede llevar asociado un consumo de mucha agua y generar vertidos con altos niveles de materia orgánica, grasa y suciedad. Debido a esto, el cabello porcino es un subproducto a tener en cuenta para su reutilización y revalorización; sin embargo, hoy en día el cabello se usa exclusivamente para cepillos, fieltros, alfombras, tapicería, encuadernación de yeso, aislamiento y pegamento, no siendo aprovechado todo su potencial.

Recientemente, ha habido un interés creciente en el uso de la queratina como una nueva fuente de proteínas para la industria cosmética, médica y alimentaria. Dentro de esta última se está empezando a investigar el uso de esta proteína en el desarrollo de nuevos tipos de envases capaces de extender la vida útil, mantener la seguridad del consumidor, reducir las pérdidas en el sector de producción y ser amigables con el medio ambiente.

En este informe se detallarán los avances realizados con respecto a la optimización de la extracción y purificación de queratina de origen porcino con la colaboración de INCARLOPSA, una de las mayores empresas de producción cárnica a nivel nacional.

2. OBJETIVOS

- Evaluar las condiciones de partida y diseño de la actividad experimental 
- Preparar reactivos, muestras e instrumentación 
- Realizar un pretratamiento de los subproductos 
- Optimizar la extracción de queratina enfocada a la producción en empresa 
- Caracterizar la queratina para valorar su aplicabilidad en el mercado 
- Desarrollar aplicaciones y productos de mercado a partir de la queratina 
- Escalar el proceso de extracción a planta piloto 
- Desarrollar un plan para la implementación a nivel industrial 

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Los subproductos cárnicos que tratar fueron cedidos por la empresa INCARLOPSA (Tarancón, Cuenca), cuya actividad principal consiste en la producción y elaboración de productos cárnicos porcinos a nivel nacional e internacional.

La toma de muestras de origen porcino se realizó en la propia empresa. El subproducto obtenido, en este caso pelo de cerdo, se lavó primero con agua y jabón para hacer una limpieza general, eliminando así cualquier otro residuo procedente del animal que estuviese ensuciando el pelo, como es el caso de heces, sangre o carne.

Posteriormente, el pelo se lavó con etanol para eliminar bacterias o microorganismos que pudiesen existir, quedando este completamente limpio.

Para eliminar los restos de agua y etanol, los pelos fueron secados en una estufa durante 24 horas a 50°C. Se estableció esta temperatura en concreto para no dañar la queratina contenida en el pelo, puesto que a temperaturas mayores podría desnaturalizarse. Una vez seco, fue lavado por último con hexano con el objetivo de eliminar grasas, dejando en agitación durante 4 horas para una limpieza más efectiva. Transcurridas las 4 horas se secó de nuevo el pelo en la estufa durante 24 horas para eliminar los posibles restos que pudiesen quedar de agua, etanol y hexano.



Figura 2. Comparativa del antes y el después del residuo piloso, sin tratar y tratado, respectivamente.

Completamente limpios (**Figura 2**) los pelos fueron pulverizados (**Figura 3**) utilizando un molino de rotor PULVERISITE 14, a una velocidad de rotación de 2000 rpm durante un tiempo de pulverización de 2 minutos, así se consiguió un aumento de la superficie de contacto de la muestra, lo cual favorece el proceso de extracción. Previamente a su introducción en el molino, los pelos fueron cortados en pequeños trozos para facilitar la molienda. De esta forma, se consiguieron finalmente 100 gramos de pelo de cerdo pulverizado.

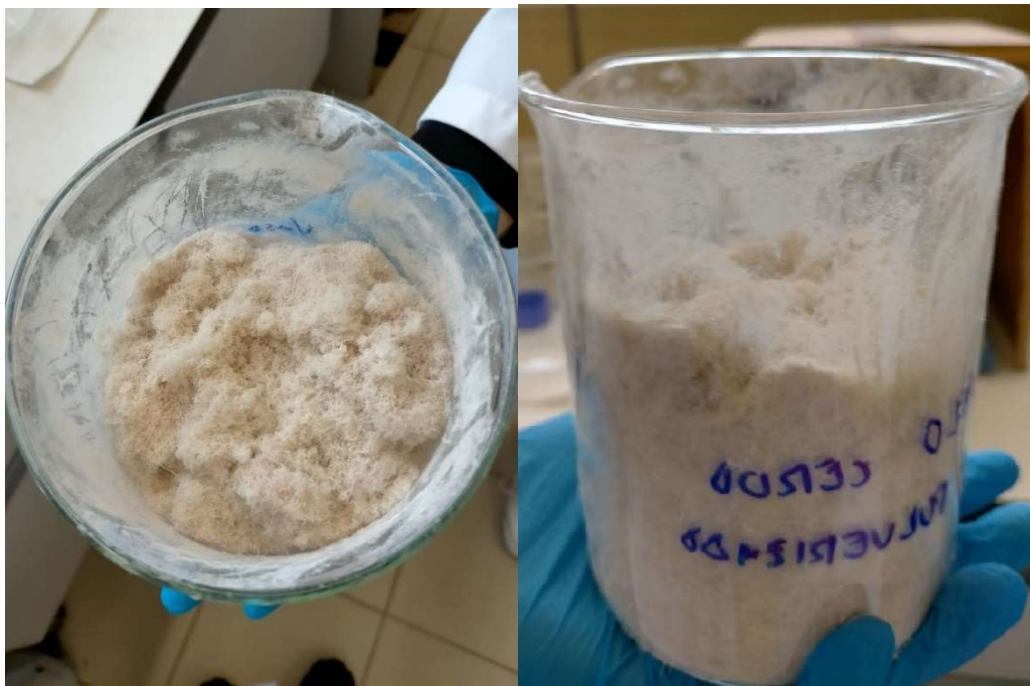


Figura 3. Pelo de cerdo pulverizado.

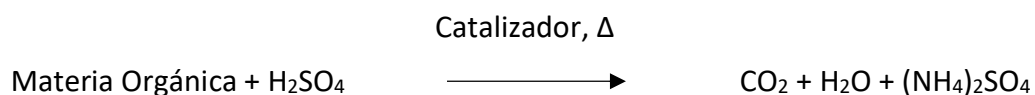
Una vez que el pelo de cerdo fue pulverizado se determinó la cantidad de queratina. Conocido el porcentaje de queratina que contiene el pelo de cerdo, se determinó la cantidad adecuada para las extracciones a realizar, que se estableció en 4g.

3.1. Método Kjeldahl para la determinación del contenido proteico

Para la determinación del contenido en queratina del pelo se utilizó el método Kjeldahl. Este método se lleva a cabo en tres etapas y está basado en la determinación del contenido de nitrógeno en cualquier muestra orgánica, a partir del cual se puede obtener el contenido de proteína.

3.1.1 Digestión

El objetivo principal de la digestión es la obtención de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ mediante el calentamiento de la muestra (en este caso pelo de cerdo) con H_2SO_4 , dándose lugar a la oxidación de los compuestos orgánicos según la siguiente reacción (**Ecuación 1**)



Ecuación 1. *Reacción que ocurre en la digestión.*

Como se observa, durante la digestión el carbono y el hidrógeno presentes en la muestra orgánica se oxidan a CO_2 y H_2O , mientras que el nitrógeno que se encuentra en forma de amina, amida y nitrilo se reduce a NH_3 y este reacciona con el H_2SO_4 obteniéndose el $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Para llevar a cabo esta etapa se pesó en un matraz de fondo redondo de dos bocas 1 gramo de pelo de cerdo pulverizado, se añadieron 15 ml de H_2SO_4 al 96% y tres pastillas de un catalizador Kjeldahl comercial de Cu y K_2SO_4 .

Este catalizador (**Figura 4**) tuvo una doble función: aumentar el punto de ebullición del H_2SO_4 y aumentar la velocidad y eficiencia del procedimiento de digestión.



Figura 4. Catalizador Kjeldahl.

El matraz de fondo redondo de dos bocas se colocó en una manta calefactora (Figura 5), donde se alcanzaron temperaturas de más de 400 °C, necesarias para una digestión completa.



Figura 5. Manta calefactora que se utilizó para la digestión

Además, el matraz de fondo redondo se conectó a una columna de reflujo para evitar la pérdida de muestra, ya que se trata de una reacción muy agresiva.

Se observó que, una vez comenzada la digestión, la mezcla adquirió un color negro debido a la carbonización de la materia orgánica y una vez que la digestión finalizó, este color negro se transformó a un color verde y finalmente azulado debido a la presencia de Cu en la mezcla.

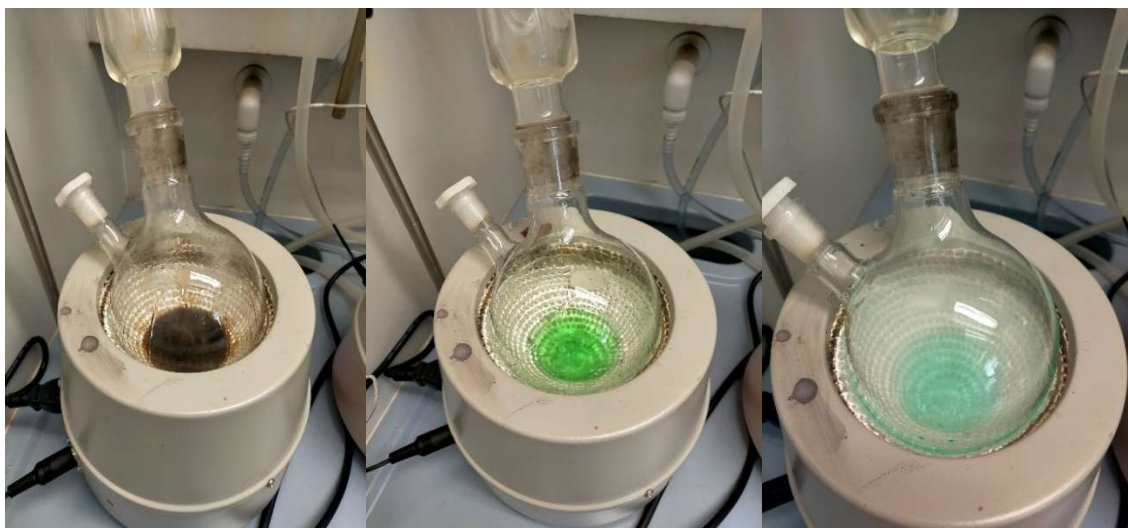
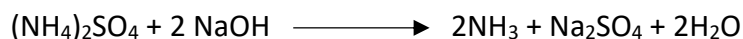


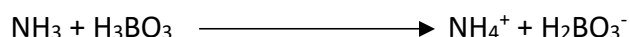
Figura 6. Cambio del color de la disolución durante la digestión.

3.1.2. Destilación

El objetivo principal de esta etapa del proceso es la obtención de nitrógeno en forma de ion amonio según las siguientes reacciones:



Ecuación 2. Reacción que ocurre en el matraz de fondo redondo de dos bocas.



Ecuación 3. Reacción que ocurre en el vaso de precipitados donde se recoge el destilado.

La disolución de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ obtenida de la digestión es neutralizada mediante la acción de una base fuerte como NaOH y vapor de agua, liberándose NH_3 (**Ecuación 2**) en estado gaseoso que pasa por todo el sistema de destilación hasta que llega al condensador. Seguidamente, el amoníaco se recoge en su forma condensada en una disolución de H_3BO_3 , que actúa como absorbente, formando complejos de amonio (**Ecuación 3**).

El procedimiento que se siguió fue el siguiente:

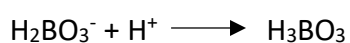
- El matraz de fondo redondo de dos bocas con la disolución de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ se enfrió a temperatura ambiente, añadiéndose 70 ml de agua destilada para evitar que la disolución cristalice y 60 ml de NaOH para provocar la liberación de amoníaco gas.
- Se conectó al destilador y se calienta en una manta calefactora llevándose a cabo la destilación a una temperatura de 140 °C .
- A la salida del condensador se colocó un vaso de precipitados, donde se recogió el destilado, con 25 ml de una disolución de H_3BO_3 (2%) anteriormente preparada. Además, se añadieron seis gotas de dos indicadores ópticos, verde de bromocresol ($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$) y rojo de metilo ($\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$), con vistas al último paso del proceso.
- Antes de comenzar la digestión, para mejorar el proceso y conseguir que se llevara a cabo de una manera más rápida, se calentó en una manta calefactora agua destilada en otro matraz de fondo redondo de dos bocas (**Figura 7**), consiguiendo así un arrastre a vapor, que disminuye el tiempo de destilación.



Figura 7. Sistema de destilación.

3.1.3. Valoración del destilado

El objetivo principal de esta etapa del proceso es la cuantificación del nitrógeno amoniacal mediante la valoración volumétrica ácido-base del ion borato formado en la destilación (**Ecuación 4**), utilizando HCl y dos indicadores.



Ecuación 4. Reacción que ocurre en la titulación/valoración.

Por lo tanto, el destilado recogido se trasvasó a un matraz Erlenmeyer y se valoró con HCl. El punto final de la valoración se alcanzó cuando se produjo el viraje de los indicadores de color verde a color rosa (**Figura 8**).

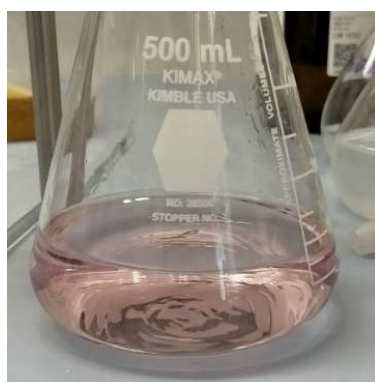


Figura 8. Punto final de la valoración.

Con el volumen de HCl que se gastó en la valoración se calculó el porcentaje de nitrógeno contenido en la muestra de pelo ya que los equivalentes de ácido consumidos corresponden a los equivalentes de amoníaco destilados porque ambos son directamente proporcionales.

3.1.4. Cuantificación del contenido en queratina

Una vez que se terminó la última etapa del método Kjeldahl, se calculó el porcentaje de nitrógeno contenido en la muestra inicial de pelo mediante la siguiente fórmula (**Ecuación 5**):

$$\%Nitrógeno = \frac{Volumen\ HCl\ (ml) \times Concentración\ HCl \times Peso\ molecular\ N \times 100}{gramos\ de\ pelo \times 1000}$$

Ecuación 5. Cálculo del porcentaje de nitrógeno en la muestra.

Para obtener el porcentaje de queratina contenida en la muestra inicial se multiplicó el resultado anterior obtenido por un factor de conversión cuyo valor depende del tipo de muestra inicial que se utilizó (**Tabla 1**), en este caso el valor del factor de conversión fue 6,25.

Tabla 1. Valores del factor de conversión para diferentes grupos de alimentos.

Alimentos	Valor del factor de conversión
Harina de trigo	5,70
Trigo, centeno, cebada	5,83
Arroz	5,95
Cacahuetes	5,46
Almendras	5,18
Soja	5,71
Semillas oleaginosas	5,30
Leche y derivados	6,38
Carne y derivados	6,25

Clara de huevo	6,70
Huevo entero	6,68
Gelatina	5,55
Vegetales	6,25

3.2. Proceso de extracción de queratina

Con vistas a un posible escalado industrial, se eligió el método de extracción alcalina convencional para obtener queratina del pelo de cerdo mediante reacciones de hidrólisis con disoluciones de NaOH y NaHSO₄. Estos dos agentes reductores son asequibles a nivel económico y ampliamente utilizados.

Una vez escogido el método de extracción más adecuado a nivel industrial, se llevó a cabo un procedimiento de optimización de dicho método de extracción, así como su purificación. Finalmente, se determinó mediante el método Kjeldahl, anteriormente explicado, el contenido de queratina pura que contenían los extractos obtenidos.

3.2.1. Optimización del proceso de extracción

Para la optimización del proceso de extracción de queratina y determinación de las condiciones experimentales óptimas se empleó un método estadístico efectivo conocido como Metodología de la Superficie de Respuesta (MSR).

Dentro de esta metodología, para la planificación de los experimentos se escogió un diseño Box-Behnken, donde se tuvieron en cuenta tres factores independientes en el proceso de extracción alcalina de la queratina mediante método convencional, tiempo de extracción (60 – 120 min), temperatura de extracción (50 – 90°C) y concentración total de agentes reductores (0,66 – 2%). Cada una de estas variables independientes fueron codificadas consecutivamente como X₁, X₂ y X₃ en tres niveles: -1 (bajo), 0 (medio) y +1 (alto). Las respuestas a optimizar fueron el rendimiento de extracción de queratina (%) y el contenido proteico en queratina de los extractos de pelo de cerdo (%). Entre los tres factores individuales y las dos respuestas se construyó la **Tabla 2**, donde se muestran los 16 experimentos necesarios para la optimización del proceso.

Un cuarto factor significativo en la extracción es la relación soluto:disolvente, el cual fue escogido en base a artículos científicos de trabajos similares de extracción de queratina. Estos trabajos demostraron que la relación 1 (gramo) : 30 (ml) era la más adecuada para realizar las extracciones. Debido a esto, este cuarto factor se mantuvo constante durante el proceso.

Tabla 2. Diseño de experimentos para la optimización de la extracción

Experimentos realizados	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Concentración de agentes reductores (%)
1	60	70	0,66
2	90	90	2
3	90	70	1,33
4	90	70	1,33
5	60	50	1,33
6	90	50	0,66
7	90	70	1,33
8	120	70	2
9	90	70	1,33
10	60	90	1,33
11	60	70	2
12	90	90	0,66
13	90	50	2
14	120	70	0,6
15	120	50	1,33
16	120	90	1,33

Debido a la gran cantidad de proteína presente en el pelo de cerdo, como se comprobará más adelante en el apartado de Resultados, se estimó que una cantidad de 4 gramos de muestra era suficiente para llevar a cabo el proceso de extracción de la queratina.

El proceso de extracción se llevó a cabo a reflujo para evitar la pérdida de disolvente y con agitación magnética, para asegurar la homogeneidad de la mezcla. El calentamiento se realizó de manera convencional utilizando una placa calefactora (**Figura 9**).



Figura 9. Diseño convencional de extracción de queratina

Lo que ocurre durante el proceso de extracción es una hidrólisis alcalina donde se producen cambios en la estructura de la proteína, exponiendo grupos hidrofílicos que pueden solubilizarla en el medio de extracción. Durante este proceso ocurren, además, rupturas de enlaces disulfuro entre grupos cistina y cierta ruptura de enlaces peptídicos, formándose cadenas de menor peso molecular.

Una vez finalizada la extracción, se dejó enfriar el matraz de fondo redondo y se filtró la disolución a vacío, ya que como se observa en la **Figura 10**, en la disolución pueden quedar todavía pelos no hidrolizados.



Figura 10. Separación de los residuos de pelo mediante filtración. La turbidez de las aguas madres corresponde a la presencia de queratina solubilizada.

La disolución de queratina se recogió en un vaso de precipitados una vez esta fue separada de los residuos pilosos, se midió su pH comprobando que era básico (en torno a 12,80) y finalmente se ajustó el pH a 4,2, el cual es el punto isoeléctrico de la queratina. Este punto isoeléctrico se corresponde con el valor de pH en el cual la carga neta de las proteínas es nula, favoreciendo su agregación y precipitación (**Figura 11**). Esto permite separar las proteínas de otros compuestos indeseados, realizando un primer paso hacia la purificación. La disolución se dejó en reposo durante 2 horas a 4°C para conseguir la mayor cantidad posible de queratina precipitada.

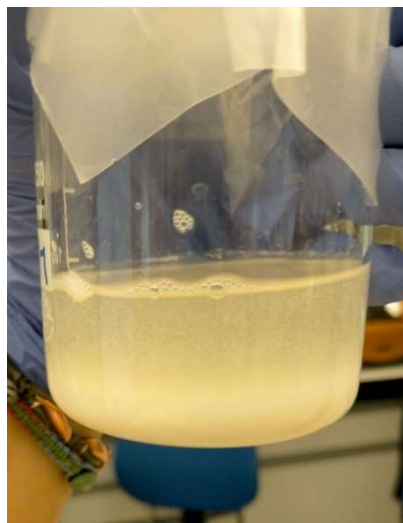


Figura 11. Queratina precipitada.

Con la queratina ya precipitada y en forma de sólido, se procedió a su centrifugado para separarla de la fase líquida. Para ello, se utilizó una centrífuga P Selecta Mediatronic BL-S (**Figura 12**). Una vez introducidos los tubos, se centrifugó durante 12 minutos a 3300 revoluciones por minuto (rpm), acorde con la bibliografía consultada.



Figura 12. Centrífuga P Selecta Mediatronic BL-S.

Una vez centrifugado, se descartó el sobrenadante y la queratina quedó impregnada en los tubos de centrifugación (**Figura 13**), pudiendo separarse con facilidad.



Figura 13. Queratina impregnada a la pared.

3.2.2. Diálisis y liofilización

Para conseguir la máxima cantidad de queratina pura posible, se llevaron a cabo dos métodos de purificación. El primero que se realizó fue el método de diálisis, el cual está basado en la separación mediante difusión. En este método, a través de una membrana, las pequeñas impurezas con un radio hidrodinámico específico difunden y las macromoléculas, más grandes, se retienen en el interior, como es el caso de la queratina. En este caso, se utilizaron bolsas de diálisis de 3,5 kDa de tamaño de poro, dado que el tamaño de la queratina se conoce ampliamente.

La queratina arrastrada con agua destilada se introdujo en una membrana de diálisis y esta membrana con la disolución en su interior se introdujo en un vaso de precipitados de 600 ml, el cual se llenó de agua destilada junto con un imán y se dejó en agitación durante 48 horas, cambiando el agua de diálisis cada 8 horas (**Figura 14**).

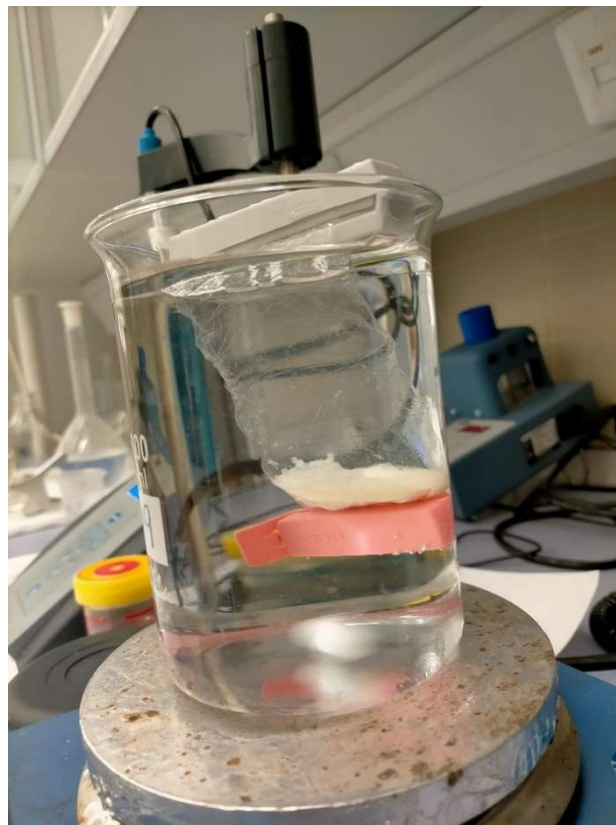


Figura 14. Método de purificación diálisis.

Una vez acabada la diálisis, se obtuvo queratina en forma de polvo mediante la eliminación de todo su contenido en agua mediante sublimación a vacío empleando un sistema de liofilización LioQuest-85/230 (**Figura 15**)

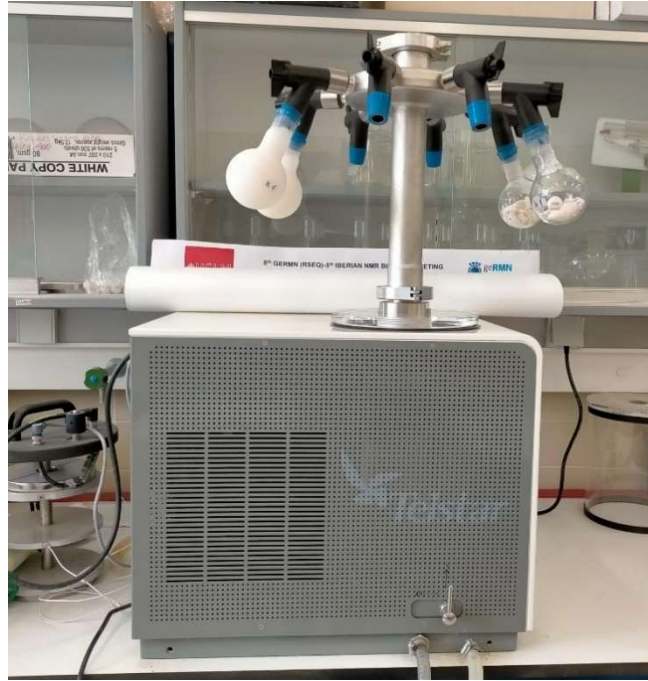


Figura 15. Liofilizador.

En la **Figura 16** se observan tres imágenes. La primera corresponde al matraz con la muestra de queratina congelado, paso necesario para eliminar el agua. En la segunda se observa la queratina liofilizada durante 24 horas (aún un poco húmeda). Finalmente, en la tercera imagen se observa la queratina totalmente seca tras 48 horas.



Figura 16. Proceso de liofilización.

Una vez terminada la liofilización, la queratina fue traspasada a un vaso portamuestras, donde fue pesada y homogeneizada, como se puede apreciar en la **Figura 17**. Con este último paso se obtuvo polvo de queratina en cada uno de los 16 experimentos a partir de los residuos porcinos cedidos por INCARLOPSA.

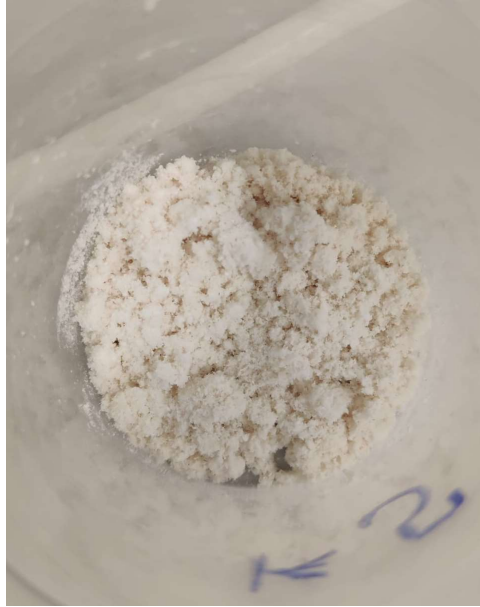


Figura 17. Polvo de queratina

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Porcentaje de queratina contenida en el residuo inicial

Volumen de HCl gastado en la valoración: 84,85 ml

$$\%Nitrógeno = \frac{84,85 \text{ ml} \times 0,1 \text{ M} \times 14,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 100}{1 \text{ g} \times 1000}$$

% de Nitrógeno en la muestra inicial: 11,9

Con este resultado se calculó el contenido de queratina en la muestra inicial utilizando el factor de conversión 6,25.

$$\%Queratina = 11,9 \times 6,25$$

% de Queratina: **74,4**

Como se observa en el resultado se obtuvo un gran porcentaje de queratina en los residuos pilosos, verificando que se trata del componente más abundante en el pelo de cerdo. Este hecho confirma el enorme potencial a la hora de su revalorización.

4.2. Resultados del proceso de optimización

Una vez realizadas las extracciones de los 16 experimentos siguiendo las condiciones que le correspondían a cada una según la **Tabla 2**, se obtuvieron los valores experimentales de respuesta para cada ensayo, recogidos en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Resultados experimentales de la optimización.

Experimentos realizados	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Concentración reductores (%)	Rendimiento extracción (%)	Contenido proteico (%)
1	60 (-1)	70 (0)	0.66 (-1)	9.3	76.9
2	90 (0)	90 (+1)	2 (+1)	21.5	88.9
3	90 (0)	70 (0)	1.33 (0)	24.1	84.2
4	90 (0)	70 (0)	1.33 (0)	23.6	83.5

Tabla 3 (Continuación). Resultados experimentales de la optimización.					
5	60 (-1)	50 (-1)	1.33 (0)	9.5	76.1
6	90 (0)	50 (-1)	0.66 (-1)	6.6	75.9
7	90 (0)	70 (0)	1.33 (0)	23.1	86.4
8	120(+1)	70 (0)	2 (+1)	25.3	89.1
9	90 (0)	70 (0)	1.33 (0)	24	86.9
10	60 (-1)	90 (+1)	1.33 (0)	17.3	85.4
11	60 (-1)	70 (0)	2 (+1)	18.6	86.3
12	90 (0)	90 (+1)	0.66 (-1)	12.6	85.3
13	90 (0)	50 (-1)	2 (+1)	14.3	87.5
14	120(+1)	70 (0)	0,66 (-1)	14,2	84,8
15	120(+1)	50 (-1)	1,33 (0)	15,8	81
16	120(+1)	90 (+1)	1,33 (0)	22	87,2

En todos los experimentos se obtuvieron porcentajes del contenido en queratina mayores que el que se obtuvo en 1 gramo de pelo pulverizado, lo cual significa que los procesos de extracción, optimización y purificación de la queratina se llevaron a cabo de forma adecuada, obteniéndose un alto porcentaje de queratina pura.

Como se observa en la **Tabla 3**, las condiciones en las que mejor rendimiento de extracción se obtuvo fueron las de los experimentos 3, 8 y 9.

En el caso del contenido en proteína, se obtuvieron los mejores resultados en los experimentos 2 y 8.

Como primera aproximación, se puede deducir que a temperaturas de 70 y 90 °C, durante tiempos de 90 y 120 min y concentraciones de 1,33 y 2 % de agentes reductores se obtuvieron resultados favorables mientras que a temperatura de 50 °C durante un tiempo de 60 min y una concentración del 0,66% se obtuvieron resultados menos favorables.

Además, a través del software de optimización se pudo asegurar la significancia ($P < 0,05$) de cada uno de los parámetros individuales sobre las respuestas buscadas, como se puede observar en las **Tablas 4 y 5**, mediante un análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 4. Análisis de los datos procedentes de la tabla ANOVA del rendimiento de extracción del proceso.

Fuente	Valor de F	Valor de P
Modelo	143.28	< 0.0001
X ₁ -Tiempo	150.22	< 0.0001
X ₂ -Temperatura	217.60	< 0.0001
X ₃ -Concentración disolvente	402.65	< 0.0001
	Coefficiente estimado	
R ²	0.9954	
R ² ajustada	0.9884	
Coefficiente de varianza (%)	3,70	

Tabla 5. Análisis de datos procedentes de la tabla ANOVA del contenido en queratina.

Fuente	Valor de F	Valor de P
Modelo	13.61	0.0024
X ₁ -Tiempo	17.13	0.0061
X ₂ -Temperatura	39.14	0.0008
X ₃ -Concentración disolvente	47.27	0.0005
	Coefficiente estimado	
R ²	0.9533	
R ² Ajustada	0.8833	
Coefficiente de varianza (%)	1,77	

En el caso del rendimiento de extracción se observa que tanto las variables independientes como el modelo establecido son significativos, por lo tanto, se afirma que tanto el modelo estadístico usado como el tiempo de extracción, la temperatura de extracción y la concentración de la disolución afectan a los resultados obtenidos. Ocurre lo mismo en el caso del contenido en queratina, tanto las variables independientes como el modelo establecido son significativos.

En el caso del valor de F, nos indica la intensidad de significancia de las variables independientes en el resultado obtenido, siendo mayor la intensidad con la que influye cada una de ellas cuanto mayor sea el valor de F. La concentración de agentes reductores es la variable que más influye en el rendimiento de extracción y en el contenido en queratina, lo cual muestra la importancia de la correcta degradación del pelo durante la extracción y purificación de la proteína.

En las tablas también se observa el valor del coeficiente de correlación (R^2), este nos indica si el modelo que se ha empleado es adecuado o no dependiendo de la proximidad del valor a 1, cuanto más próximo sea el valor de 1, mayor será el ajuste de los resultados obtenidos con el modelo establecido y cuanto más lejano sea el valor de 1, menor será el ajuste.

Tanto en el rendimiento de extracción como en el contenido en queratina se observan valores del coeficiente de correlación próximo a uno por lo que se puede decir que el modelo que se ha utilizado es adecuado.

Por último, los valores de R^2 ajustado y del Coeficiente de Varianza nos indican si existe una correlación satisfactoria entre los valores experimentales que se han obtenido y los valores previstos por el programa. Para que esto sea así el valor del Coeficiente de Varianza debe de ser menor que 10 y valor de R^2 ajustado tiene que ser próximo al valor de R^2 obtenido.

4.2.1. Efecto de los factores en el proceso de extracción

A continuación, se observa gráficamente como afectan cada una de las variables independientes en el rendimiento de extracción (**Figura 18**) y en el contenido en queratina (**Figura 19**).

Como se puede ver en la **Figura 18**, en el caso de la variable A (Tiempo), cuanto mayor es la duración del proceso de extracción mejor es el rendimiento obtenido, hasta cierto

punto en el que esta tendencia se estabiliza, dando signos de un posible decrecimiento a mayores valores de este factor. En el caso de la variable B (Temperatura), inicialmente se obtiene un mejor rendimiento de extracción al incrementar la temperatura, hasta un cierto punto donde se observa un cambio de tendencia. Esto es debido a la desnaturalización de la queratina a temperaturas muy altas. En el caso de la variable C (concentración de agentes reductores), se obtiene un mayor rendimiento de extracción a una concentración alta, pero se puede observar como la tendencia comienza a cambiar, de forma similar a lo visto en la curva B, pero de manera menos acusada. Esto se debe a que las condiciones reductoras son muy agresivas y provocan la ruptura de enlaces peptídicos de la proteína y su desnaturalización.

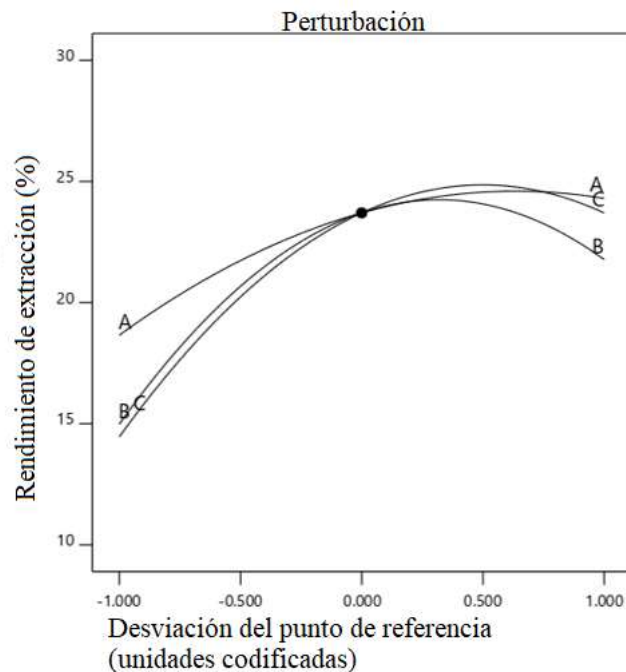


Figura 18. Gráfica de perturbación que muestra el efecto de las variables del proceso (A: Tiempo, B: Temperatura, C: Concentración disolución) en el rendimiento de extracción de nitrógeno.

En el caso de la **Figura 19**, a mayores valores de las tres variables, se obtiene mejor resultado del contenido en queratina. Sin embargo, se puede observar cierto grado de estabilización en el caso del factor A (Temperatura) y B (tiempo). Curiosamente, en el caso del factor C (Concentración de agentes reductores) se obtiene un incremento prácticamente lineal.

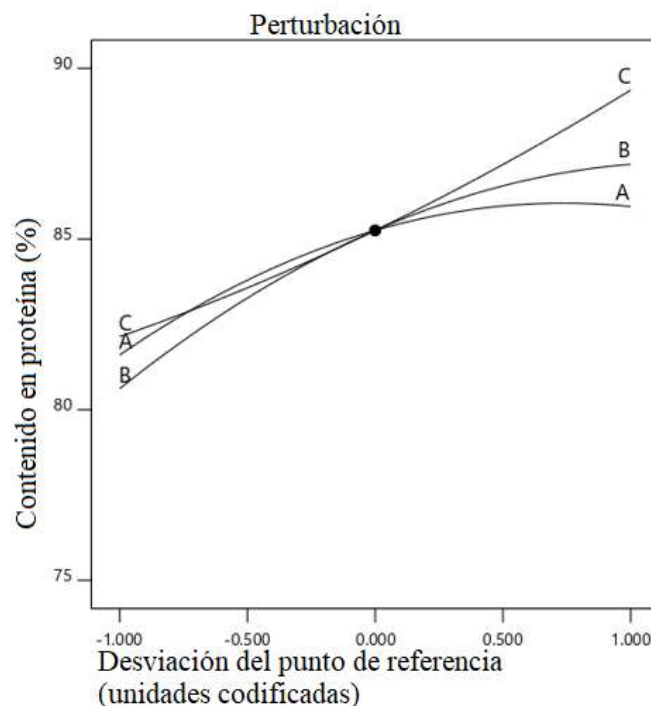


Figura 19. Gráfica de perturbación que muestra el efecto de las variables del proceso (A: Tiempo, B: Temperatura, C: Concentración de agentes reductores) en el contenido en queratina.

Se deberá alcanzar un compromiso entre el rendimiento de extracción del proceso y el contenido en proteína de los extractos. Ya que, por ejemplo, aunque mayores concentraciones de agentes reductores siempre repercute positivamente en el contenido proteico, en el rendimiento de extracción del proceso no ocurre lo mismo, donde se observa una disminución de dicho rendimiento a elevadas concentraciones de agentes reductores.

Además del efecto que causan las tres variables en los resultados obtenidos, también se puede observar gráficamente la relación entre los valores obtenidos experimentalmente y los valores previstos por el programa, tanto en el caso del rendimiento de extracción (**Figura 20**), como en el contenido en queratina (**Figura 21**).

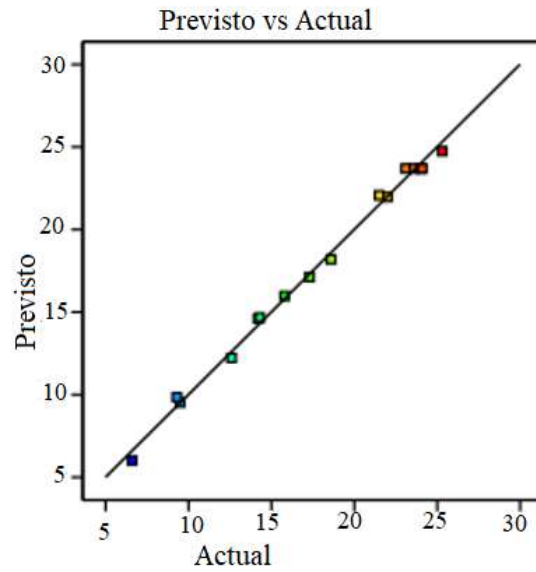


Figura 20. *Gráfico de interacción entre los valores previstos y los actuales en el rendimiento de extracción.*

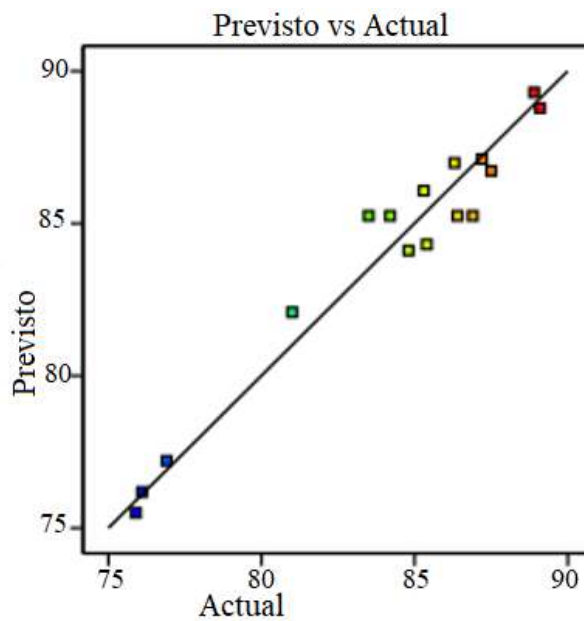


Figura 21. *Gráfico de interacción entre los valores previstos y los actuales en el contenido en queratina.*

En la **Figura 20** se observa que todos los experimentos siguen la línea de tendencia del gráfico, por lo que esto significa que existe una buena correlación entre los valores experimentalmente obtenidos y los valores previstos por el programa, por lo que el modelo que se ha utilizado es adecuado.

En la **Figura 21** se observa que, aunque ciertos puntos se desvían, la mayoría de los experimentos siguen la línea de tendencia, por lo que existe buena correlación entre los valores experimentales obtenidos y los valores previstos por el programa, si bien no tan buena como en el caso del rendimiento de extracción.

Otra forma de analizar los datos obtenidos es utilizando gráficos de superficie de respuesta tridimensionales, donde se puede observar la influencia de dos variables simultáneamente en el rendimiento de extracción y en el contenido en queratina.

En estos gráficos 3D, se representa la relación entre dos factores y una de las respuestas. Para el rendimiento de extracción de queratina:

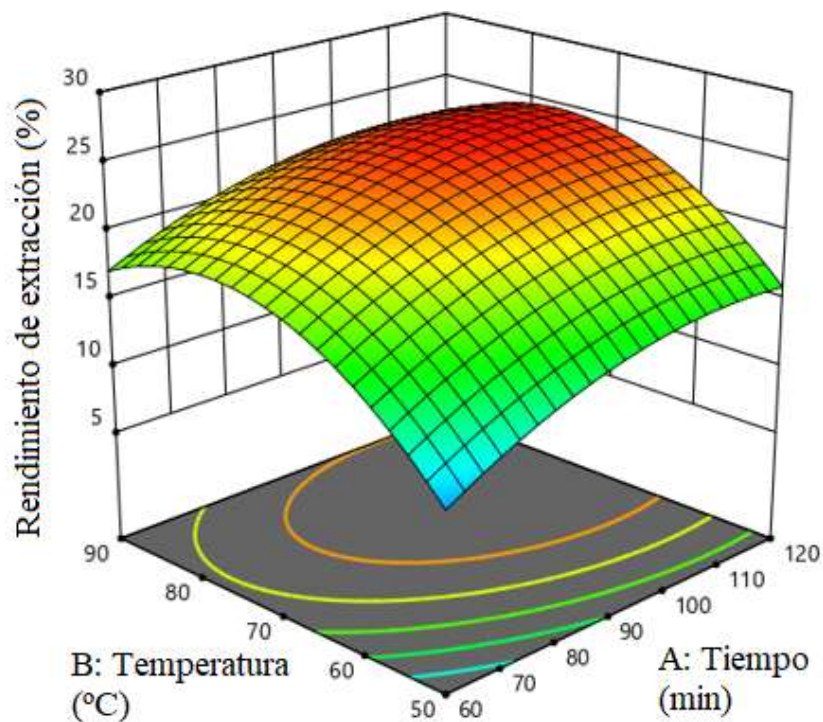


Figura 22. Gráfico de superficie de respuesta 3D que muestra el efecto simultáneo del tiempo y la temperatura sobre el rendimiento de extracción.

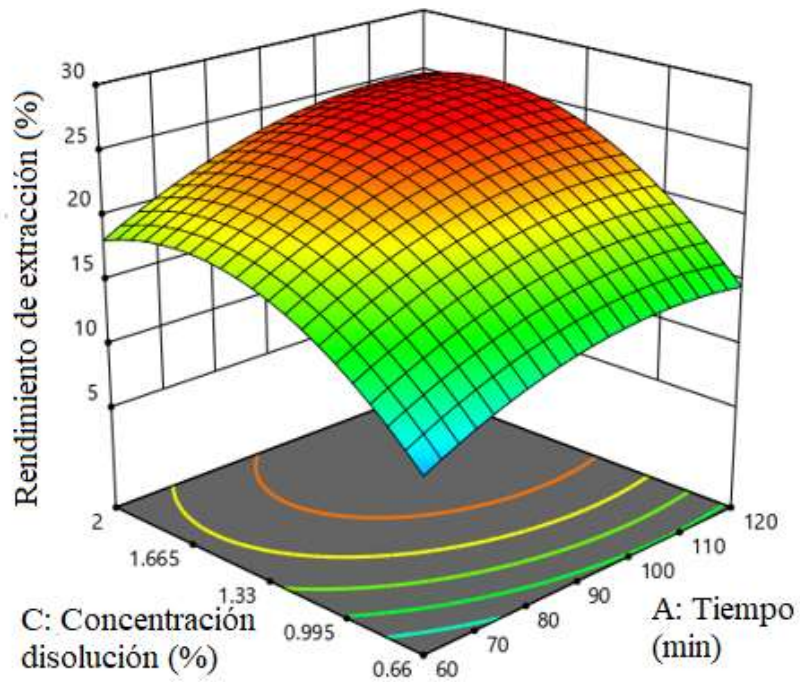


Figura 23. Gráfico de superficie de respuesta 3D que muestra el efecto entre el tiempo y la concentración de la disolución en el rendimiento de extracción.

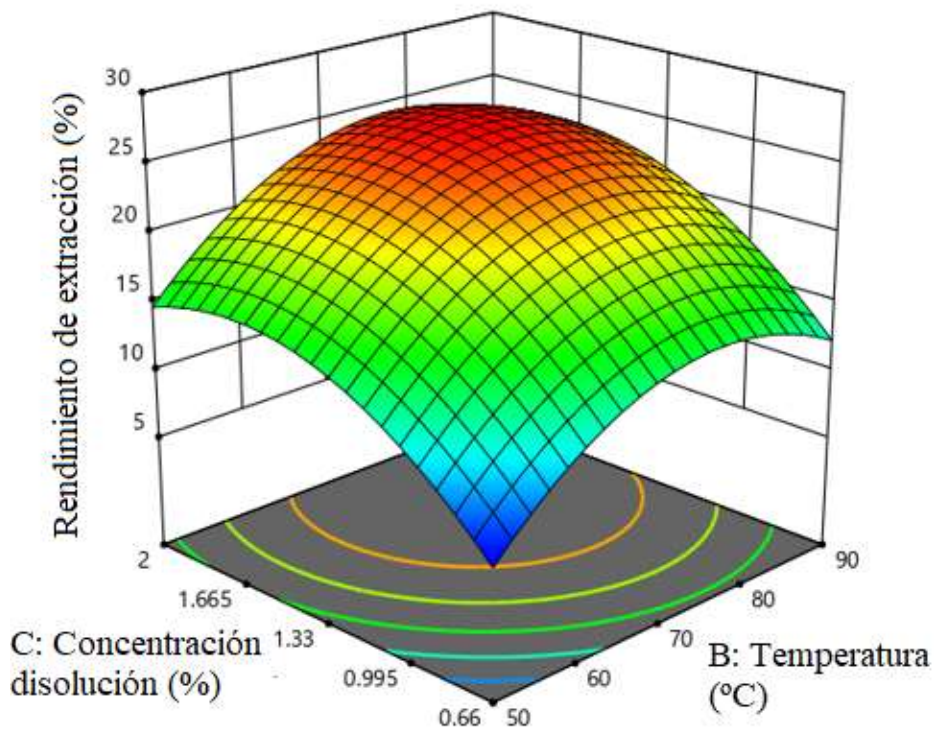


Figura 24. Gráfico de superficie de respuesta 3D que muestra el efecto entre la temperatura y la concentración de disolución en el rendimiento de extracción.

A partir de aquí se muestran las gráficas 3D para el contenido en queratina de los extractos:

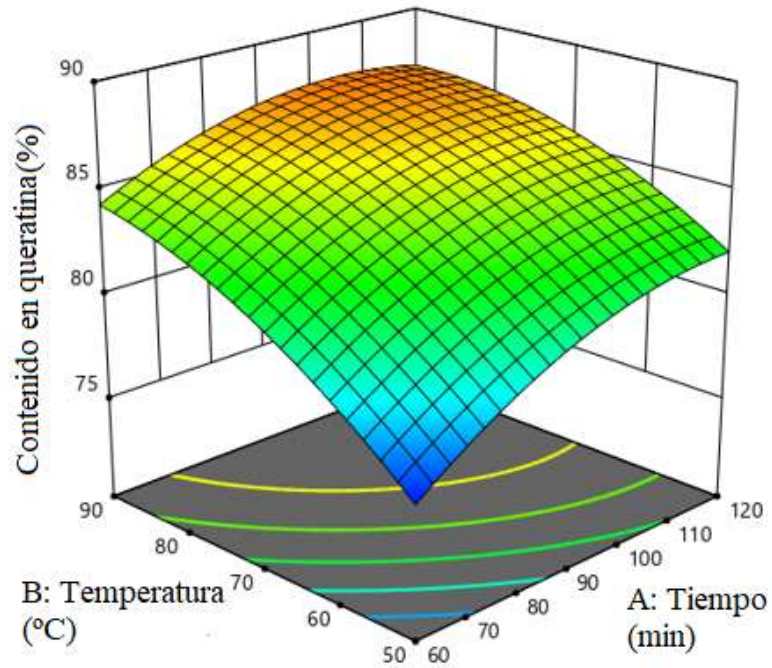


Figura 25. Gráfico de superficie de respuesta 3D que muestra el efecto entre el tiempo y la temperatura en el contenido en queratina.

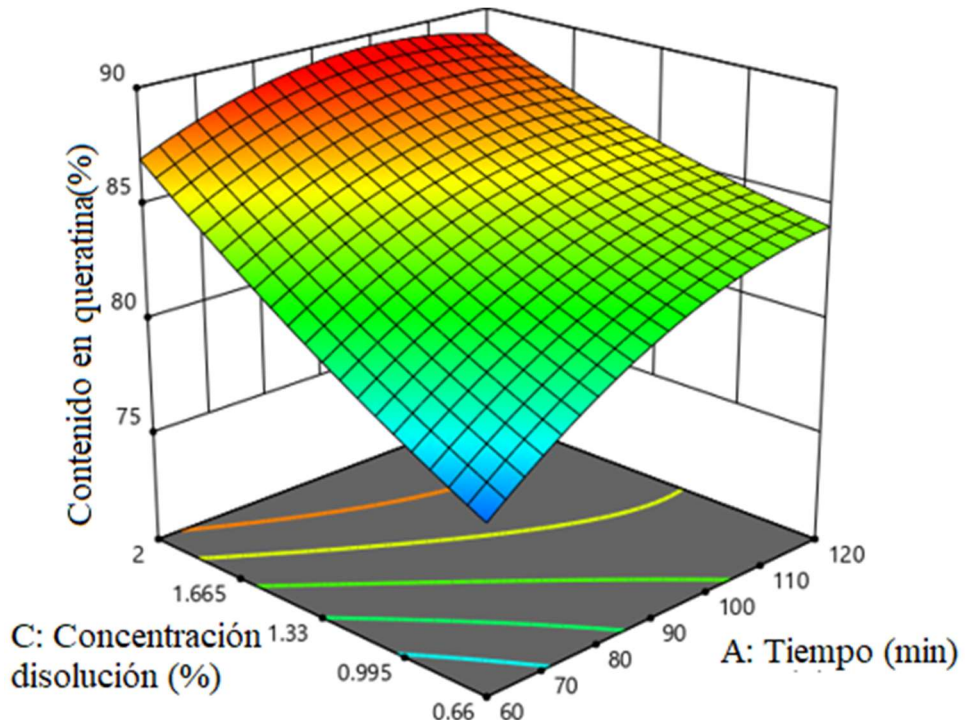


Figura 26. Gráfico de superficie de respuesta 3D que muestra el efecto entre el tiempo y la concentración de la disolución en el contenido en queratina.

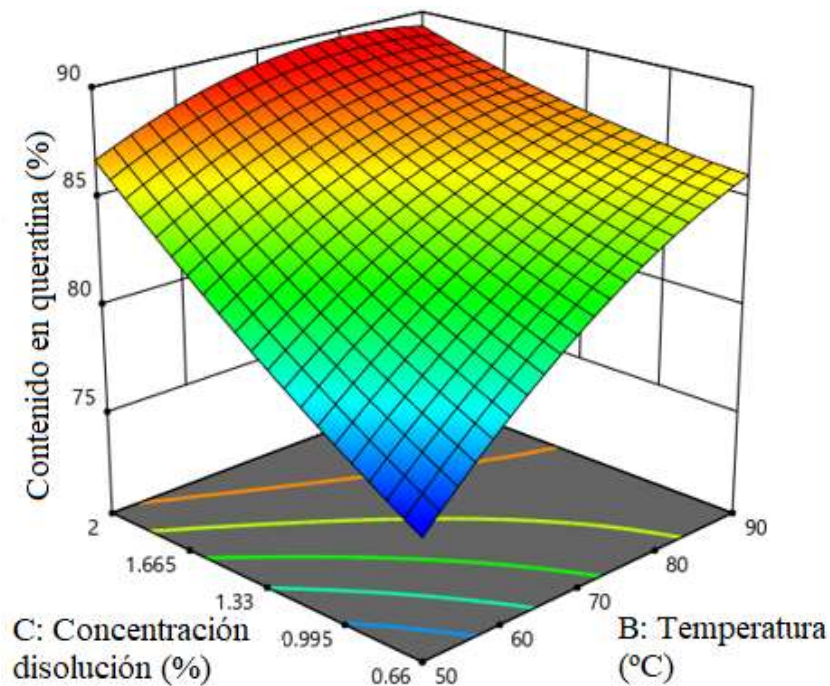


Figura 27. Gráfico de superficie de respuesta 3D que muestra el efecto entre la temperatura y la concentración de la disolución en el contenido en queratina.

Estos gráficos permiten un análisis más visual de lo que ha comentado anteriormente, y sirven para confirmar las conclusiones mencionadas a partir de las gráficas de perturbación (**Figuras 18 y 19**)

4.2.3. Condiciones óptimas para la extracción alcalina de queratina

Finalmente, una vez introducido los resultados de los experimentos y analizadas las tendencias de las variables, tanto independientemente como en conjunto, el programa estadístico empleado permite conocer las condiciones óptimas (**Figura 20**) de los factores propuestos (Temperatura, Tiempo y Concentración de Agentes Reductores) que maximicen de forma conjunta ambas respuestas buscadas (Rendimiento de extracción del proceso y Contenido de queratina en los extractos).

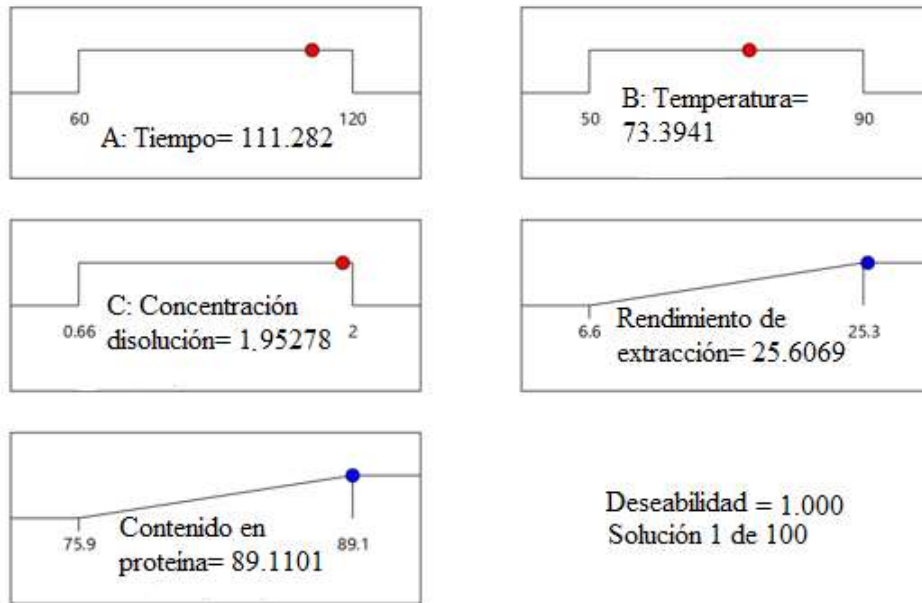


Figura 20. Condiciones óptimas para obtener un máximo rendimiento de extracción y un máximo contenido en queratina.

Como se observa en la **Figura 20**, las condiciones establecidas por el programa para obtener el mejor rendimiento de extracción y el mejor contenido en queratina son de un tiempo de extracción de 111 minutos, a una temperatura de 74°C y a una concentración de la disolución del 1,95%.

Experimentalmente, se comprobó que el experimento 8, el más próximo a las condiciones óptimas, arrojaba valores de rendimiento de extracción (25,3%) y contenido en proteína (89,1%) similares a lo predicho por el programa.

De esta forma, con las mejores condiciones experimentales, se ha conseguido transformar 1/4 del peso del residuo piloso se puede transformar en un extracto de queratina de alta pureza, aproximadamente 90%.

5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Como se puede observar en este informe se han conseguido cumplir los cuatro primeros objetivos que se habían propuesto inicialmente en el marco de la colaboración entre la empresa INCARLOPSA y el grupo de investigación “Química Circular de Alimentos y Compuestos Naturales” (CIFONAC).

La optimización del método de extracción alcalino mediante calentamiento convencional ha permitido determinar las condiciones óptimas para conseguir un compromiso satisfactorio entre el rendimiento de extracción del proceso y el contenido en queratina de los extractos. Como se ha mencionado en este informe, en las mejores condiciones experimentales, 1/4 del peso del residuo piloso puede ser aprovechado en forma de queratina de alta pureza (90%). Dado el gran número de aplicaciones de esta proteína en industrias como la alimentaria, cosmética y médica, la revalorización mediante extracción de la queratina del residuo porcino que genera INCARLOPSA puede dar lugar a un considerable beneficio económico. Esto se acentúa aún más considerando el coste financiero que supone actualmente deshacerse de dichos residuos, sin aportar ningún beneficio. Destacar también que el procedimiento experimental realizado en los laboratorios de la UCLM se ha escogido para que sea fácilmente escalable a nivel industrial, con una tecnología accesible y utilizando reactivos ampliamente disponibles.

De este modo, se cierra de forma satisfactoria la primera etapa del proyecto de colaboración. Esto sienta las bases para la segunda parte del proyecto, que englobaría la caracterización de la queratina, la determinación de sus propiedades tecnofuncionales, la búsqueda de aplicaciones y el desarrollo de productos, y finalmente un posible escalado a planta piloto.

6. REFERENCIAS

- Ortiz Hermida, J. S. (2019). *Modelos empresariales de economía circular en pymes de Cali*. Universidad ICESI.
- Galvani, F., & Gaertner, E. (2006). Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta. Embrapa Pantanal-Circular Técnica (INFOTECA-E).
- Momen, S., Alavi, F., & Aider, M. (2021). Alkali-mediated treatments for extraction and functional modification of proteins: Critical and application review. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 778-797.
- Xia, X. (2007). Protein isoelectric point. *Bioinformatics and the Cell: Modern Computational Approaches in Genomics, Proteomics and Transcriptomics*, 207-219.
- Schuett, T., Geitner, R., Zechel, S., & Schubert, U. S. (2021). Dialysis Diffusion Kinetics in Polymer Purification. *Macromolecules*, 54(20), 9410-9417.

Proyecto con Alvinesa

PROGRESO Y RESUMEN DE RESULTADOS DEL PROYECTO

El proyecto realizado trata sobre **la valorización electrocatalítica de corrientes residuales de la industria vitivinícola a Hidrógeno, mediante electrólisis de disoluciones acuosas orgánicas**. Para ello se ha empleado la técnica de reformado electroquímico (electrólisis), como alternativa a los procesos catalíticos convencionales de reformado. Esta tecnología está basada en la electro-oxidación de disoluciones acuosas de alcoholes y bioalcoholes, en condiciones suaves de operación (Temperatura $<60^{\circ}$ y Presión de 1 atm), lo que permite obtener una corriente pura de Hidrógeno, en una única etapa de producción y separación, empleando tan solo energía eléctrica, que puede tener origen renovable. Este tipo de sistemas no genera corrientes gaseosas de carbono (CO , CO_2), ya que la electro-oxidación del alcohol no permite la ruptura de enlace C-C, obteniéndose otros productos de interés industrial (ácido acético, acetaldehído, acetatos) que son fácilmente separables de la corriente H_2 producida.

El objetivo principal de este **proyecto ha sido el desarrollo de un electrolizador que permita la valorización electrocatalítica de estas corrientes a Hidrógeno**, vector energético de gran interés futuro, empleando para ello energía eléctrica que puede tener origen renovable. Para ello se han preparado electrodos con bajo contenido metálico, basados en Pt y nuevos soportes catalíticos derivados del carbono (nanotubos, nanoplaquetas de carbono). Los catalizadores han sido sintetizados empleando el método del poliol modificado y posteriormente depositados en la membrana catiónica del electrolizador en forma de electrodo. De este modo se han realizado distintos tipos de experimentos electroquímicos, como voltametrías cíclicas y cronoamperometrías para evaluar la actividad y estabilidad de los mismos.

Tras un primer estudio en el que se ha explorado distintos tipos de catalizadores basados en diferentes soportes carbonosos en la electrólisis de etanol, es importante señalar que se ha trabajado alimentando a la celda de electrólisis corrientes reales de biomasa residual procedentes de la planta de *Alvinesa* en Daimiel, basadas fundamentalmente en corrientes de bioalcohol deshidratado y de aceite fusel, que consiste en una corriente residual con alto contenido en amílicos. Sobre el catalizador anódico optimizado de Pt-Ni/GNP, los resultados electrocatalíticos alcanzados con ambos tipos de corrientes han sido altamente satisfactorios, superando los valores de 500 mA/cm^2 para el caso de las corrientes de bioetanol y de 200 mA/cm^2 para el caso del aceite fusel. Además se ha demostrado la alta actividad y estabilidad de los catalizadores para largos tiempos de operación.

De este modo en la Figura 1, se muestra la celda de electrólisis empleada para este estudio, que permite la alimentación de las distintas corrientes de bioalcoholes al ánodo y agua al cátodo, así como la separación y cuantificación del Hidrógeno producido.

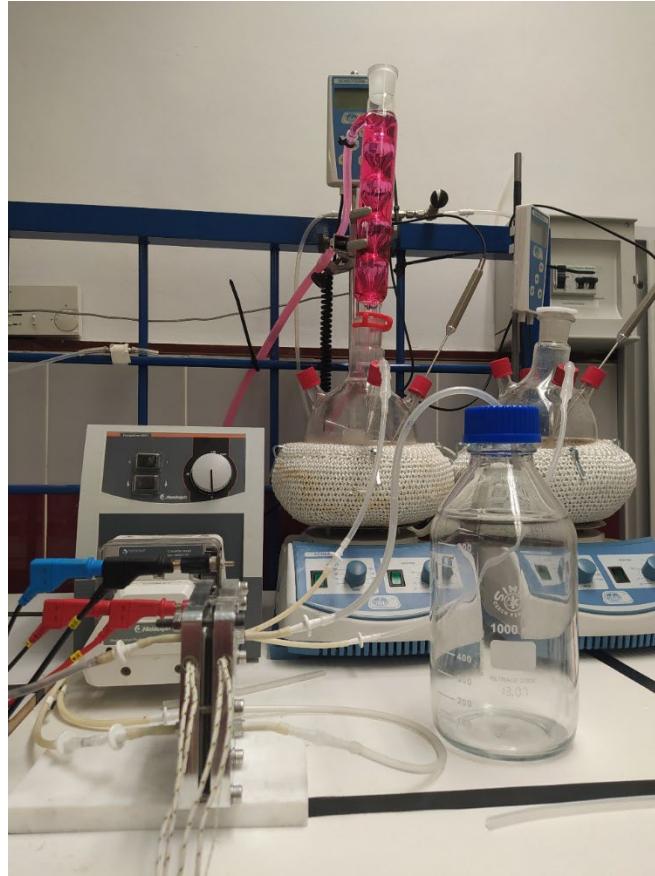


Figura 1. Montaje de la celda de electrólisis para la producción de hidrógeno renovable.

La Figura 2 muestra a modo de ejemplo algunos de los resultados obtenidos con un catalizador de Pt-Ni/NGP como ánodo y Pt/C como cátodo en la valorización electrocatalítica de corrientes fusel, empleando una membrana de NAFION como membrana conductora. Tal y como puede observarse, los estudios realizados mediante voltametría lineal y cronoamperometría, muestran altos valores de densidad de corriente, lo que se traduce en altas velocidades de producción de hidrógeno. Estos experimentos permitieron seleccionar la composición óptima de corriente fusel a la entrada de la celda de electrólisis, tanto en términos de actividad como de estabilidad. Adicionalmente, se realizó como puede observarse en la figura un estudio de solubilidad para establecer un diagrama ternario y proporciones adecuadas del sistema Fusel-Agua-Ácido Acético, ya que tuvo que emplearse este último como disolvente para poder trabajar con un sistema monofásico para el funcionamiento adecuado del electrolizador.

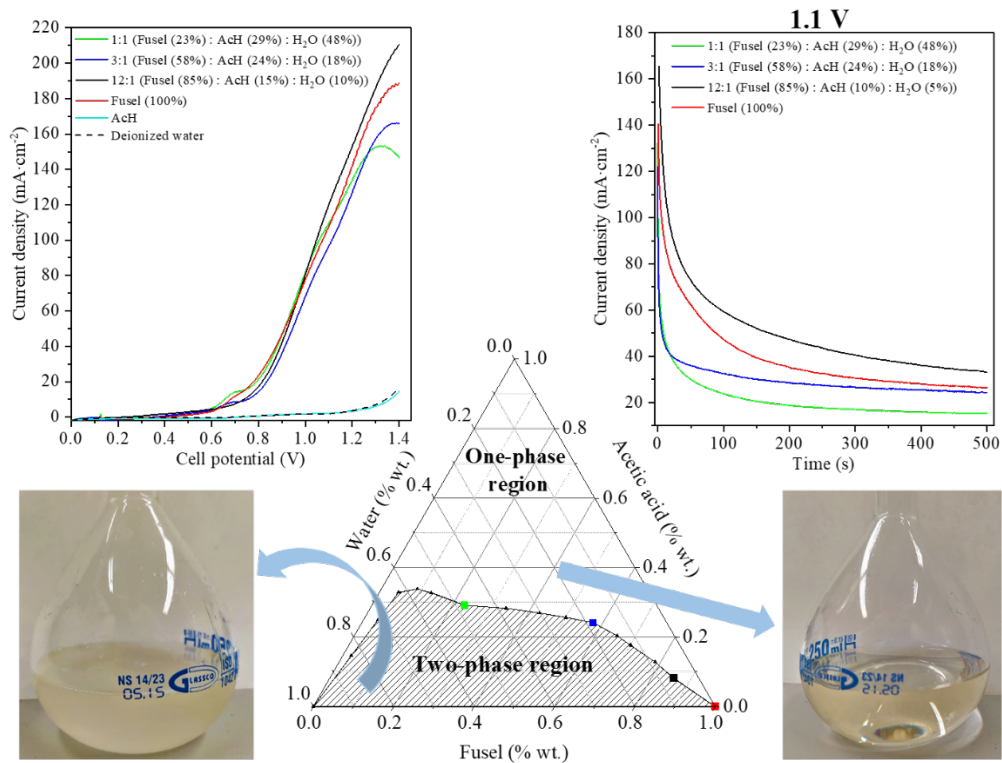


Figura 2. Resultados electrocatalíticos obtenidos con la corriente fusel y diagrama ternario del sistema empleado Agua-Fusel-Ácido acético

Finalmente con la composición óptima seleccionada se realizaron experimentos de estabilidad y reproducibilidad como se muestran en la Figura 3.

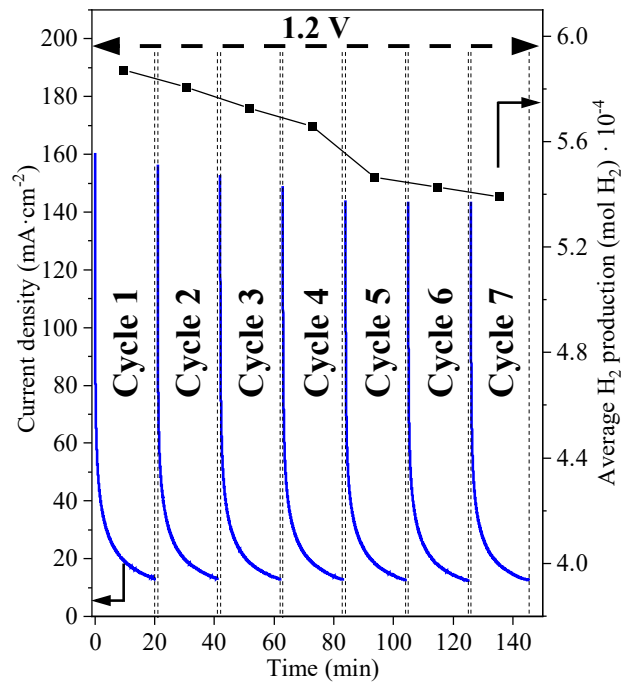


Figura 3. Experimentos de estabilidad y reproducibilidad en la producción de Hidrógeno

Puede observarse que aunque el sistema presente una importante desactivación con el tiempo, es posible realizar la regeneración del mismo durante un breve periodo en el que la celda de electrólisis se mantiene en condiciones de circuito abierto. De este modo, los valores medios de producción de Hidrógeno se mantienen prácticamente constantes en los últimos ciclos de operación, lo que permite operar la celda durante largos periodos de operación.

ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO

A continuación se enumeran las principales actividades que se han realizado en el marco del proyecto.

Actividad 1: Revisión bibliográfica continuada. Se ha realizado un seguimiento continuo y exhaustivo de la literatura, en forma de artículos y libros, relacionada con la electro-oxidación selectiva de etanol y (bio)alcoholes en configuración de reactor PEM y la síntesis y propiedades de diferentes aerogeles como soporte electrocatalítico.

Actividad 2: Síntesis y caracterización de nuevos electrocatalizadores anódicos/catódicos basados en PtM (M: Ni, Co, Cu, Fe), soportados sobre aerogeles de grafeno. Hasta la fecha se han sintetizado de forma satisfactoria catalizadores anódicos de Pt y bimetálicos PtM (M: Cu, Ni) mediante el "método del poliol modificado" utilizando etilenglicol como agente reductor. Todos los electrocatalizadores preparados se han caracterizado mediante técnicas fisicoquímicas: ICP, difracción de rayos-X, adsorción/desorción de N₂, TPR, valoraciones ácido-base, TEM. En algunos casos también se han llevado a cabo análisis de XPS y EDX.

Actividad 3: Preparación de electrodos y conjuntos membrana-electrodos (MEA). A partir de los distintos catalizadores en polvo, se han preparado con éxito tintas de catalizador anódico y catódico para la caracterización correspondiente en semicelda electroquímica. Adicionalmente se han elaborado distintas MEAs a partir de las tintas de catalizador (conjunto membrana-electrodos con/sin ensamblaje) para los experimentos electrocatalíticos en celda completa tipo PEM.

Actividad 4: Estudio de la electro-oxidación de corrientes de etanol y (bio) alcoholes. En primer lugar se ha realizado un estudio exploratorio de los diferentes electrocatalizadores sintetizados en configuración de semicelda en medio ácido, estudiando la actividad y la estabilidad. En el caso de los cátodos se estudió además la reacción de evolución de hidrógeno. Con las distintas MEAs preparadas, se han realizado una serie de experimentos de reformado electroquímico en celdas de electrólisis completa, investigando el efecto de las principales variables de operación: temperatura, potencial aplicado, concentración en el alimento. Adicionalmente, se ha trabajado con distintos tipos de corrientes reales (bioetanoles de distinta pureza y/o composición). De este modo se ha estudiado la influencia del tiempo de fermentación en las curvas de polarización obtenidas en el electrolizador. Se ha confirmado la elevada pureza del Hidrógeno obtenido (99,99%) en todos los casos, detectándose acetaldehído como producto líquido mayoritario de la electro-oxidación del alcohol, además de acetato de etilo y ácido acético, cuya proporción varía en función del electrodo anódico

y las condiciones de operación seleccionadas. Los catalizadores de Pt-Ni/C son los que han presentado un mejor comportamiento tanto desde el punto de vista de actividad como de estabilidad catalíticas (confirmándose en experimentos de 100-120 h de trabajo). Por otro lado, se ha optimizado la carga metálica depositada en el soporte carbonoso óptimo de nanoplaquetas de grafeno, obteniéndose los mejores resultados en término de actividad másica con los catalizadores con un 40% en peso de Pt y una proporción másica Pt-Ni (2:1). En el caso de la MEA, se optimizó el contenido de metal obteniéndose los mejores resultados con un contenido de 1,5 mgPt-Ni/cm² en el ánodo y donde se han obtenido unos valores de densidad de corriente cercanos a los 600 mA/cm² a 1,4 V, siendo estos uno de los mejores resultados publicados en bibliografía.

Actividad 5. Tras el funcionamiento de la celda de electrólisis y su catalizador se ha trabajado con distintas corrientes reales procedentes de la empresa ALVINESA, lo que ha permitido demostrar la viabilidad del sistema para la producción de Hidrógeno a partir de distintos tipos de corrientes procedentes de la industria vitivinícola. Estos resultado demuestran por tanto que la tecnología desarrollada es una vía efectiva y eficiente hacia la economía verde, contribuyendo al suministro de energía más limpia a menor coste. Todo ello se sitúa además de acuerdo al diagnóstico de la situación actual en Castilla-La Mancha en materia de economía circular, contribuyendo al objetivo 2030 para la región de “reducción de la generación de residuos industriales en un 15 % en relación a los generados en 2010”, así como el de “incrementar el uso energías renovables en un 30 % sector agroalimentario y 30 % en el sector industrial”. Precisamente el proyecto desarrollado, tendría una contribución directa a la reducción de residuos industriales así como a la contribución de las energías renovables en el sector vitivinícola, uno de los principales sectores agroalimentarios de la región.

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AL SECTOR

Tal y como se planteó en la memoria del proyecto se ha realizado una colaboración con la empresa ALVINESA NATURAL INGREDIENTS que tiene una alcoholera en Daimiel (Ciudad Real). Alvinesa utiliza todos los ingredientes de la uva y residuos vitivinícolas para desarrollar productos y aditivos naturales aplicables a mercados desde el enológico y el nutracéutico. En la planta industrial de ALVINESA, se generan distintos tipos de corrientes de bioalcoholes, algunas de ellas residuales y con bajo valor añadido para la empresa, como son las corrientes de fusel que han sido suministradas en este proyecto. Los resultados, aunque todavía en un estado inicial, están siendo muy prometedores, ya que la producción de hidrógeno a partir de este tipo de corrientes tiene un interés muy importante para la empresa, la cual ha construido recientemente un importante parque fotovoltaico, que podría emplear parte de la energía renovable eléctrica producida para el proceso propuesto de reformado electroquímico de este tipo de corrientes.

De este modo, todos estos resultados alcanzados se han puesto a disposición de la empresa ALVINESA NATURAL INGREDIENTS, mediante una reunión de trabajo mantenida con el responsable de I+D+I de la misma Dr. Diego Simón, realizada el pasado 14 de Diciembre del 2022. Fruto de esa reunión se ha acordado la continuación de la colaboración así como la escritura de un artículo científico conjunto para dar difusión a los resultados del proyecto.

DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

Artículos científicos

-Graphene-like materials as an alternative to carbon Vulcan support for the electrochemical reforming of ethanol: towards a complete optimization of the anodic catalyst. J. Serrano-Jiménez, A.R. de la Osa, A. Rodríguez-Gómez, P. Sánchez, A. Romero, A. de Lucas-Consuegra. Journal of electroanalytical Chemistry 921, 116680

-Electro-reforming of bioethanol produced by sugar fermentation on a Pt-Ni anodic catalyst supported on graphene nanoplatelets. J. Serrano-Jiménez, A.R. de la Osa, A. Rodríguez-Gómez, P. Sánchez, A. Romero, A. de Lucas-Consuegra. Journal of Environmental Chemical Engineering, en revisión.

-Electrocatalytic valorization of Fusel fuels from winery industry into Hydrogen. An innovative approach of circular economy for Hydrogen production. J. Serrano-Jiménez, A.R. de la Osa, A. Rodríguez-Gómez, P. Sánchez, A. Romero, D. Simón. A. de Lucas-Consuegra. EN preparación

Congresos y encuentro científicos

-V Encuentro de Jóvenes Investigadores de la SECAT: Título: **Optimización De Un Catalizador Anódico Pt-Ni Soportado Sobre Nanoplaquetas De Grafeno Para El Reformado Electroquímico De Etanol**, Autores: **Jesús Serrano Jiménez, Ana Raquel De La Osa Puebla, Alberto Rodríguez Gómez, Paula Sánchez Paredes, Amaya Romero Izquierdo, Antonio De Lucas Consuegra**, Fecha: **11 al 13 de julio de 2022**, Participación: **Oral**.

-73rd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry: Título: **Electro-reforming of real Bioethanol Streams produced by Sugar Fermentation on Pt-Ni supported on Graphene Nanoplatelets**, Autores: **Jesús Serrano Jiménez, Ana Raquel De La Osa Puebla, Alberto Rodríguez Gómez, Paula Sánchez Paredes, Amaya Romero Izquierdo, Antonio De Lucas Consuegra**, Fecha: **12 al 16 de septiembre de 2022**, Participación: **Oral**.



Universidad de
Castilla-La Mancha



Castilla-La Mancha

